



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра МКОА

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему: «Оценка агроклиматических ресурсов Приморского края»

Исполнитель _____ Вереницына Ирина Андреевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель _____ Кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

_____ Абаников Виктор Николаевич
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

И.О. заведующего кафедрой

_____ (подпись)

_____ Доктор физико-математических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

_____ Дробжева Яна Викторовна
(фамилия, имя, отчество)

« 19 » 06 2024 г.

Санкт-Петербург

2024

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ ПРИМОРСКОГО КРАЯ.....	5
1.1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ	5
1.2. КЛИМАТ И РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ ПРИМОРСКОГО КРАЯ ..	9
Глава 2. АНАЛИЗ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК, ФОРМИРУЮЩИХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ	21
2.1 ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРАНОГО РЕЖИМА ПРИМОРСКОГО КРАЯ	22
2.2 РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ	26
Глава 3. РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ	35
3.1 ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕСУРСЫ.....	35
3.2 РЕСУРСЫ УВЛАЖНЕНИЯ	43
3.3. АНАЛИЗ ФОТОАКТИВНОЙ РАДИАЦИИ.....	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	59

ВВЕДЕНИЕ

Агрометеорология — это наука, изучающая взаимосвязь между атмосферными явлениями и сельским хозяйством. Оценка агроклиматических условий является неотъемлемой частью агрометеорологии и имеет важное значение для сельского хозяйства. Приморский край, расположенный на территории с разнообразным климатом, является уникальным объектом для изучения влияния климатических условий на сельское хозяйство.

Важность агрометеорологии для Приморского края обусловлена тем, что климатические условия региона имеют значительное влияние на успешность сельскохозяйственного производства. Отклонения от нормы осадков, температуры воздуха и другие метеорологические факторы могут негативно сказываться на урожайности и качестве сельскохозяйственной продукции. Поэтому анализ и оценка агроклиматических условий важны для разработки эффективных методов управления сельскохозяйственными угодьями, выбора оптимальных культур, прогнозирования урожайности и обеспечения продовольственной безопасности региона.

Таким образом, изучение агрометеорологии и оценка агроклиматических условий Приморского края являются важными задачами, направленными на повышение эффективности сельского хозяйства и устойчивости регионального сельскохозяйственного комплекса.

Данная выпускная квалификационная работа направлена на изучение агроклиматических ресурсов Приморского края. Для полноценной характеристики условий региона необходимо выполнить следующие задачи:

- Ознакомиться с географией Приморского края, оценить климатообразующие факторы;
- Проанализировать такие метеорологические характеристики, как температурный режим воздуха и почвы;
- Дать количественную оценку условий увлажнения;
- Рассчитать и проанализировать агроклиматические ресурсы.

Для выполнения поставленных задач в качестве объекта исследования были взяты города и метеорологические станции Владивосток, Новосельское, Рудная Пристань, Тимирязевский и Сад-Город. Данные были взяты за 1993–2023 года с официального сайта «Справочно-информационный портал Погода и климат» и из научно-прикладного справочника по климату СССР.

Глава 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ ПРИМОРСКОГО КРАЯ.

1.1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Приморский край расположен на юго-востоке Азиатской части России с самой северной точкой у реки Дагды ($48^{\circ}28'$ с. ш.) и самой южной в устье реки Туманной, на границе с КНДР ($42^{\circ}18'$ с. ш.). Восточная и южная часть региона омывается водами Японского моря, берега здесь часто крутые, местами обрывистые. Крупнейший залив – залив Петра Великого [1].

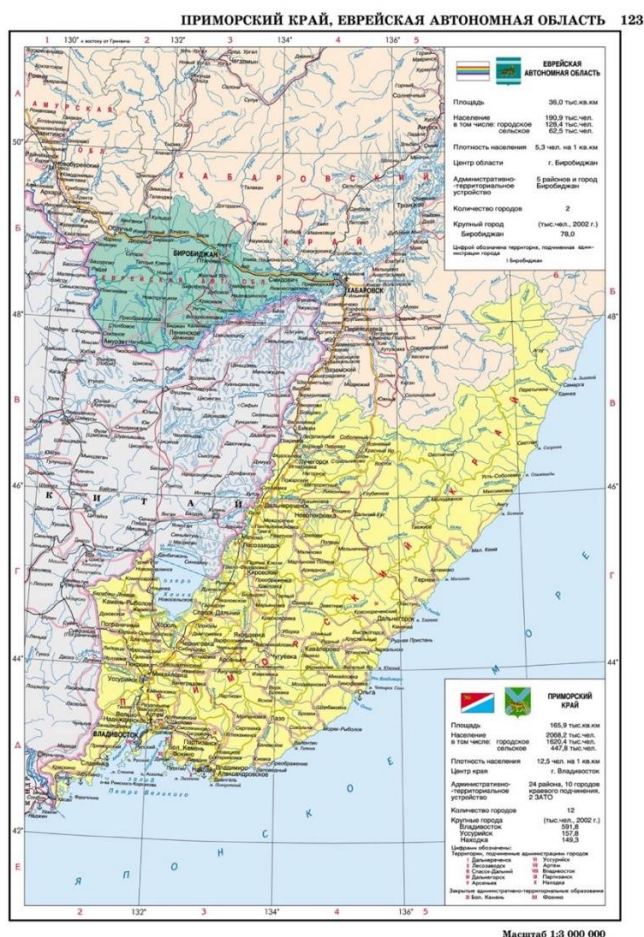


Рисунок 1 – Общегеографическая карта Приморского края

Главная особенность Приморского края – его расположение. Большая часть территории занята среднегорным массивом Сихотэ-Алинь с высшей точкой 1932 м. (гора Аник) [1].

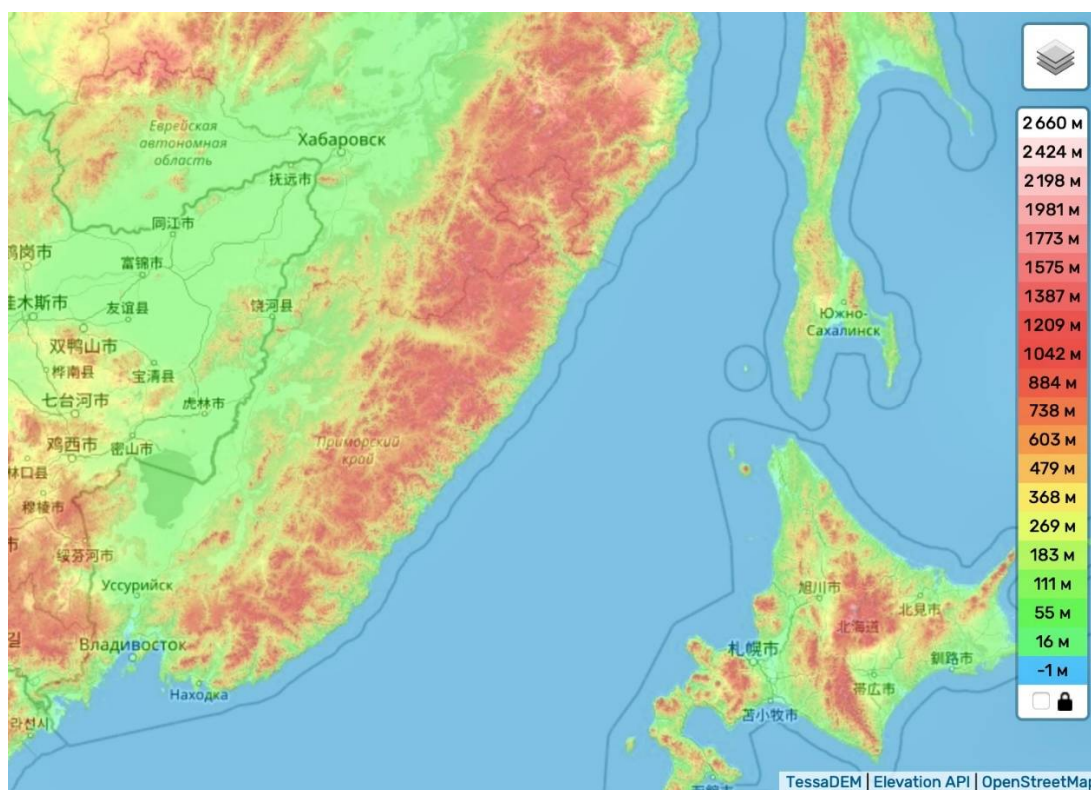


Рисунок 2 – Карта рельефа Приморского края

Хребет Сихотэ-Алиня разделяется на 8 параллельных горных цепей, каждая из которых усыпана глубокими речными долинами [1].

Восточный макросклон массива крутой, здесь нередки обвалы, осыпи и оползни. Западный макросклон более широкий и пологий, с системой небольших параллельных друг другу хребтов юго-западной – северо-восточной ориентацией. На участках базальтовых плато рельеф имеет столовообразную форму, краевые части изрезаны узкими глубокими долинами [1].

В южной части Приморского края протягиваются параллельные береговой черте хребты Ливадийский, Партизанский и горы Пржевальского с высотой до 1854 м, а также Шкотовское базальтовое плато [1].

На западе и юго-западе региона располагаются Приханкайская (Усури-Ханкайская) равнина, которая занимает около 20% всей территории

края. Она окружена Сихотэ-Алинем и Восточно-Маньчжурской горной страной. Также здесь находится одно из самых больших низкогорий – Хорольское низкогорье с вершинами от 240 до 370м [1].

Приморский край является лидером по запасам руд бора, здесь также залегает свыше 60% флюорита, 25% вольфрама, 20% олова и 10% свинца. На территории региона существует множество месторождений, наиболее важные из них – это Вознесенское и Пограничное месторождение редкометалльно-флюоритовых руд. К месторождениям вольфрамовых руд относятся Восток-2, Лермонтовское (содержащее медь и золото) и Скрытое. Олово добывают на месторождениях Верхнее, Тигриное, Хрустальное, Дубровское, Арсеньевское, Тернистое и Искра. Свинцово-цинковые руды залегают в Николаевском, Партизанском, Южном, Майминовском и других месторождениях Дальнегорского рудного района [1].

Помимо всего вышеперечисленного, в недрах Приморского края можно обнаружить каменный и бурый уголь, золото, руды титана, железо, известняки, благородный опал, гранат, вермикулит, графит, природный цеолит, полевой шпат и огнеупорную глину [1].

В Приморском крае насчитывается около 6000 рек, с общей протяженностью 180000 км. Отличительной особенностью местных рек является сравнительно небольшая их протяженность, это обусловлено тем, что линия водораздела проходит вблизи тихоокеанского побережья. Питание рек преимущественно дождевое [1].

Большинство приморских рек принадлежит бассейну реки Амур, наиболее крупная из них – река Уссури с притоками Бикин, Большая Уссурка, Арсеньевка, Сунгача и др. Средний коэффициент густоты речной сети составляет 0,6–0,8 км/км². На восточном макросклоне Сихотэ-Алиня преобладают реки горного типа – Кема, Самарга, Серебрянка, Киевка [1].

На территории Приморского края выделяется пять гидрологических районов:

- Центральный Сихотэ-Алинский район – охватывает верхнее и среднее течение рек Большая Уссурка, Бикин и Хор, а также бассейны их наиболее крупных притоков. Реки этого района наиболее многоводные.
- Западно-Сихотэ-Алинский район – включает в себя верхнее течение р. Уссури.
- Восточно-Сихотэ-Алинский район включает реки бассейна Японского моря к северо-востоку от устья р. Зеркальная.
- Южно-Приморский район включает реки бассейна Японского моря, южнее р. Зеркальной, реки залива Петра Великого, отдельные реки бассейна озера Ханка, верхнее и среднее течение р. Комиссаровки.
- Западно-Приморский район – охватывает бассейны рек Мельгуновка, Илистая, Спасовка, Белая, Уссури (среднее течение), Большая Уссурка (нижнее течение). Лишь одна река – Сунгач – вытекает из озера Ханка и несет свои воды в р. Уссури [2].

Озера распространены в юго-западной части Приморского края, около 3000, 2800 из которых имеют сравнительно маленький размер. Самое крупное озеро – Ханка, большая его часть расположена на территории региона, тогда как меньшая – на китайской территории. Длина озера – 90 км, ширина 67 км. Средняя глубина озера около 4,5 м, максимальная – 6,5 м [2].

Множество небольших пресных озер располагается в долинах рек Уссури и Раздольная. Соленые озера находятся в пределах береговой полосы Японского моря [1].

Приморский край небогат болотами, их совсем мало, и они все сосредоточены к востоку и югу от озера Ханка и вблизи устья реки Сунгача [1].

1.2. КЛИМАТ И РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Весь Дальний Восток находится в зоне муссонного климата, а в Приморском крае он выражен особенно ярко. Следует обратить внимание на то, что суша и океан после нагрева имеют разную скорость остывания, однако зимой океан дольше остается теплым. Тем временем, в центре Азиатского материка, а точнее над районами Северной Монголии и юга Восточной Сибири образуются плотные и холодные массы воздуха, возникает область высокого давления – Сибирский антициклон [3].

Океан, в свою очередь, по-прежнему имеет более высокую температуру, чем суша. Этот фактор приводит к возникновению области пониженного давления над северо-западной частью Тихого океана. Данное явление называется Алеутский минимум [3].

Холодный и тяжелый воздух устремляется к более тепловому океану, принося с собой холодную, но сухую и солнечную погоду. Господствующие в это время ветра – западных и северо-западных направлений. Эти воздушные потоки образуют континентальный муссон, который набирает значительную силу на побережье [3].

Летом суша, прогревается быстрее океана, из-за чего над материком образуется область низкого атмосферного давления. Вместе с тем, над Тихим океаном преобладает область высокого давления. Таким образом, менее теплый и влажный воздух перетекает на материк, направление ветра сменяется на южное и юго-восточное направление [3].

В первой половине лета присутствуют мелкие дожди, основные воздушные массы приходят с Желтого, Японского и Охотского морей. Во второй половине лета – начале осени муссон покрывает всю территорию Приморского края, начинается сезон ливневых дождей [3].

Последним, но не менее важным климатообразующим фактором является солнечная радиация. Для оценки радиационного режима Приморского края приведены данные четырех станций: Новосельское, Рудная Пристань,

Тимирязевский и Сад-Город [5]. Годовой ход составляющих радиационного режима в Приморском крае приведены ниже в таблицах 1–8 и рисунках 3–10.

Таблица 1 - Суммы прямой солнечной радиации (МДж/м²) на горизонтальную поверхность при ясном небе за сутки

Месяц	Новосельское	Рудная Пристань	Тимирязевский	Сад-Город
I	6,14	6,74	6,03	6,66
II	9,82	10,54	9,73	10,43
III	14,74	15,30	15,52	14,92
IV	19,84	19,98	19,48	19,38
V	23,86	23,82	23,32	22,95
VI	25,74	26,34	24,95	25,12
VII	24,76	24,82	24,33	24,32
VIII	21,56	21,67	21,18	20,80
IX	17,38	17,51	17,00	17,37
X	12,12	12,18	11,99	12,68
XI	7,72	7,94	7,68	8,08
XII	5,42	5,78	5,17	5,82

Проанализировав рисунок 3, складывается впечатление, что каждая метеорологическая станция имеет одинаковые показатели сумм прямой солнечной радиации, однако стоит обратить внимание на станцию Рудная Пристань. Именно здесь наблюдалось наибольшее количество радиации – июнь 26,34 МДж/м². Минимальный показатель составил 5,17 МДж/м² на станции Тимирязевский.

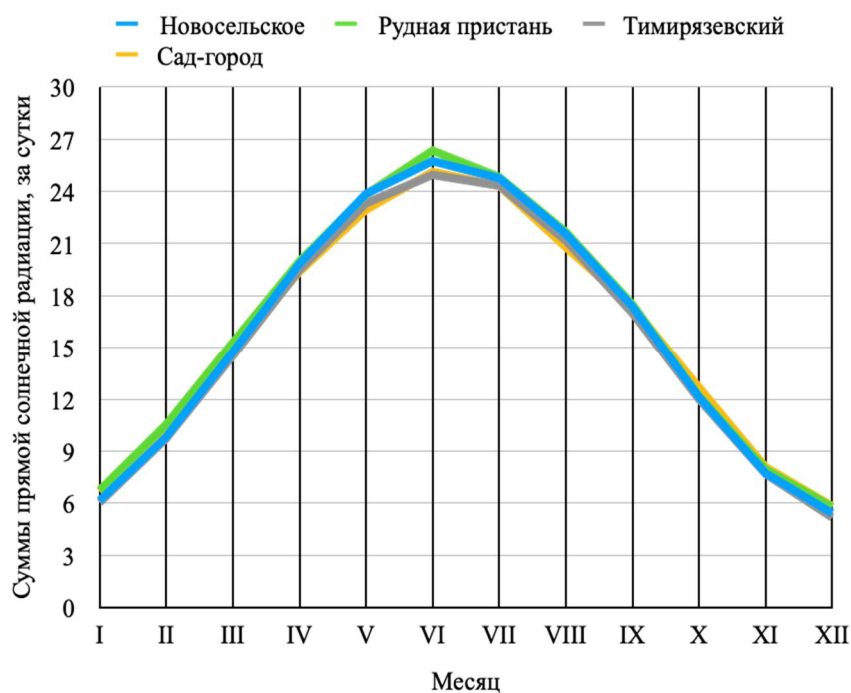


Рисунок 3 – Суточная сумма прямой солнечной радиации при ясном небе

Таблица 2 - Суммы прямой солнечной радиации (МДж/м²) на горизонтальную поверхность при ясном небе за месяц

Месяц	Новосельское	Рудная Пристань	Тимирязевский	Сад-Город
I	190	209	187	206
II	275	295	272	292
III	457	474	450	463
IV	595	599	584	581
V	740	783	723	711
VI	722	790	749	754
VII	768	769	754	754
VIII	668	672	657	645
IX	521	525	510	521
X	376	378	372	393
XI	232	238	230	242
XII	168	179	160	180

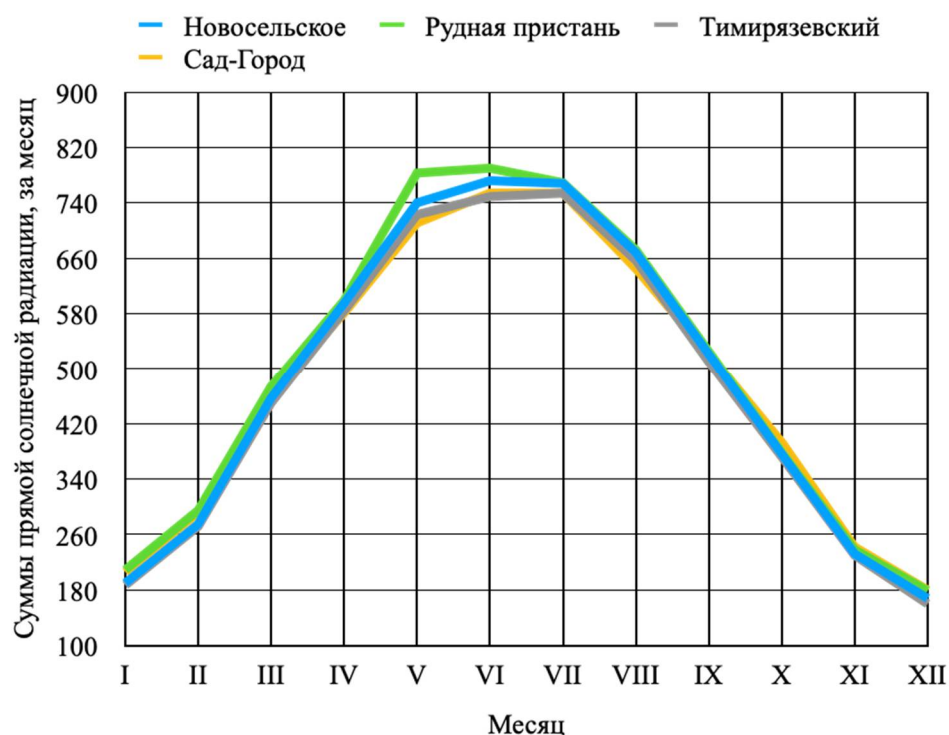


Рисунок 4 - Месячная сумма прямой солнечной радиации при ясном небе

График, представленный на рисунке 4 дает нам возможность оценить суммы прямой солнечной радиации. Как и на рисунке 3, динамика показателей для каждой метеостанции практически одинакова за весь период наблюдения. Тем не менее, на станции Рудная Пристань был зарегистрирован наибольший показатель (783 МДж/м² в мае).

Таблица 3 - Суммы прямой солнечной радиации (МДж/м²) на горизонтальную поверхность при средних условиях облачности за сутки

Месяц	Новосельское	Рудная Пристань	Тимирязевский	Сад-Город
I	3,94	4,59	4,09	4,72
II	6,41	6,78	6,39	6,90
III	9,01	9,31	8,56	9,14
IV	9,52	9,41	8,99	9,20
V	10,88	8,37	10,97	10,70
VI	11,89	7,92	10,11	8,33
VII	10,66	7,75	9,42	7,49
VIII	9,00	8,63	8,88	7,54
IX	9,34	8,98	9,26	9,25
X	6,94	7,31	7,02	7,38
XI	4,28	5,08	4,55	5,16
XII	3,20	3,86	3,28	3,75

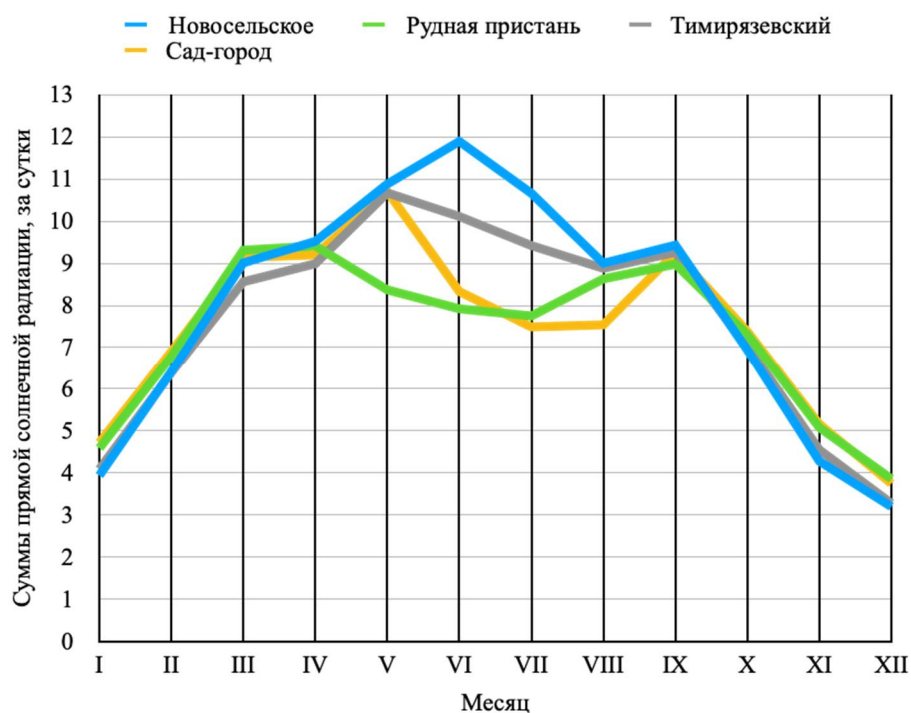


Рисунок 5 - Динамика сумм прямой солнечной радиации при средних условиях облачности за сутки

Таблица 4 - Суммы прямой солнечной радиации (МДж/м²) на горизонтальную поверхность при средних условиях облачности за месяц

Месяц	Новосельское	Рудная Пристань	Тимирязевский	Сад-Город
I	122	142	127	146
II	179	190	179	193
III	279	289	266	283
IV	286	282	270	276
V	337	259	331	332
VI	357	238	303	250
VII	330	240	292	232
VIII	279	268	275	234
IX	283	269	278	278
X	215	227	218	229
XI	128	152	137	155
XII	99	120	101	116

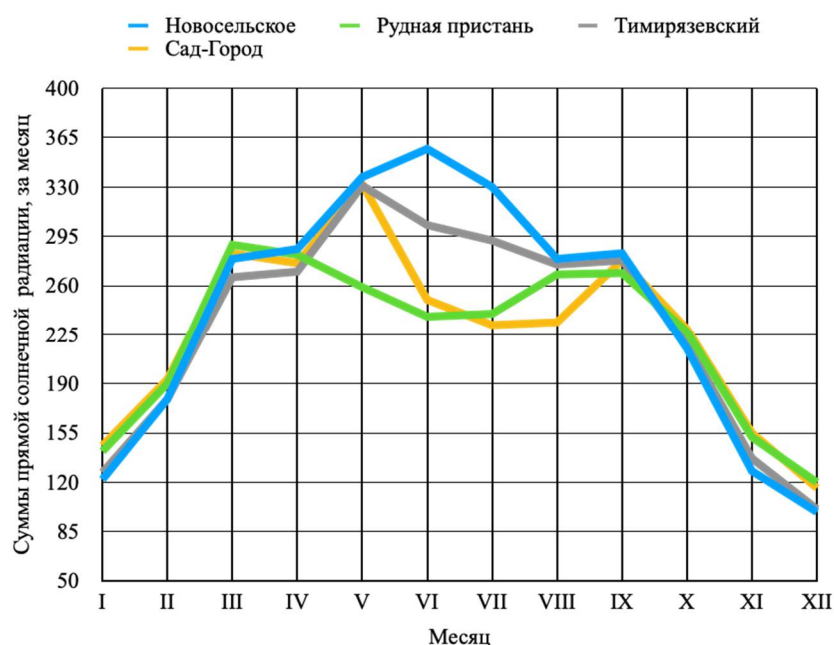


Рисунок 6 - Динамика сумм прямой солнечной радиации при средних условиях облачности за месяц

Детально изучив рисунки 5 и 6, можно отметить неоднородность данных, наблюдаемых в теплое время года. Начиная с февраля, суммы прямой солнечной радиации начинают сильно различаться между метеорологическими станциями. На пунктах Новосельское, Тимирязевский и Сад-Город начинается рост регистрируемых показателей, тогда как на станции Рудная Пристань отмечается заметное понижение, вплоть до характерных для зимнего времени значений.

В мае на станциях Тимирязевский и Сад-Город суммы прямой солнечной радиации уменьшаются, в июне на пункте Новосельское наблюдается наибольшая величина (357 МДж/м²). Октябрь становится последним месяцем, в котором все метеорологические станции фиксируют суммы прямой солнечной радиации выше 260 МДж/м², после этого начинается резкий спад.

Таблица 5 - Суммы рассеянной радиации (МДж/м²) при средних условиях облачности за сутки

Месяц	Новосельское	Рудная Пристань	Тимирязевский	Сад-Город
I	3,66	2,99	3,22	3,27
II	5,31	4,41	4,6	4,64
III	7,08	6,3	6,27	6,6
IV	8,12	8,46	7,78	8,1
V	8,93	9,8	8,96	9,03
VI	9,16	9,89	9,4	9,6
VII	8,93	9,33	9	9,06
VIII	7,6	7,87	7,59	7,59
IX	5,3	5,65	5,5	5,92
X	4,03	4,26	4,04	4,34
XI	3,26	2,93	3,06	3,18
XII	2,99	2,6	2,86	2,9

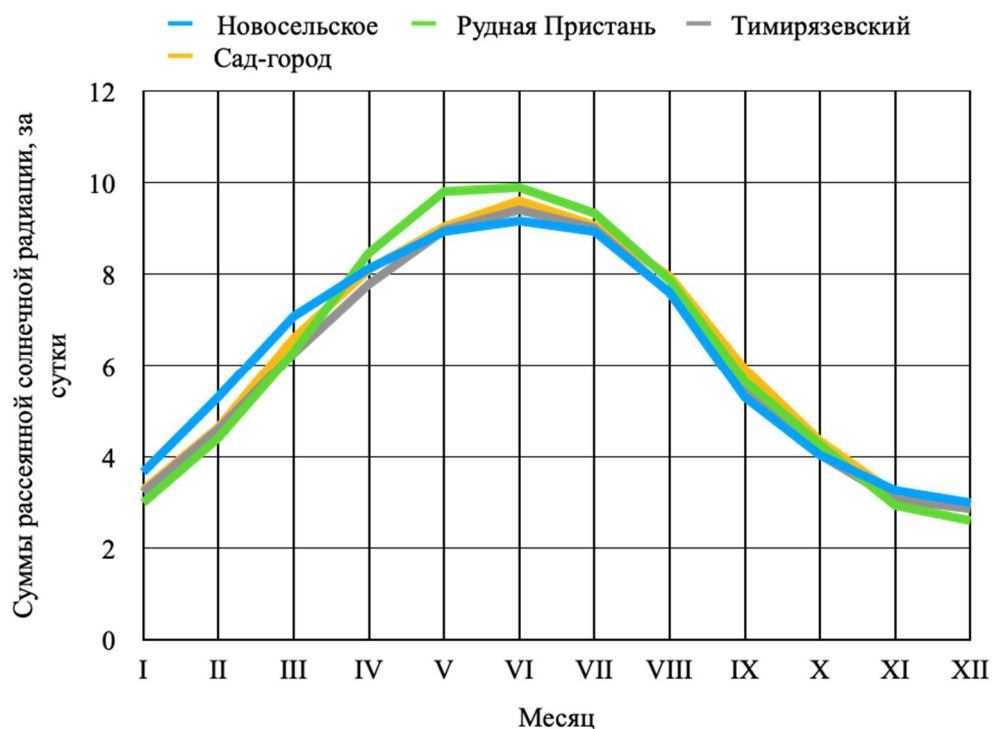


Рисунок 7 - Динамика сумм рассеянной радиации при средних условиях облачности за сутки

Благодаря таблице 5 и рисунку 7 мы видим, что за теплый период года, наибольшие суммы рассеянной радиации наблюдались на станции Рудная Пристань. Максимальное значение было зарегистрировано в июне – 9,89 МДж/м². Минимальное в декабре – 2,6 МДж/м².

По сравнению с остальными пунктами наблюдения, станция Новосельское имеет самые низкие показатели за период май – октябрь. Как и у других объектов исследования, наибольшие суммы рассеянной радиации регистрировались в июне, однако этот показатель составил всего 9,16 МДж/м².

Таблица 6 - Суммы рассеянной радиации (МДж/м²) при средних условиях облачности за месяц

Месяц	Новосельское	Рудная Пристань	Тимирязевский	Сад-Город
I	113	93	100	101
II	149	123	129	130
III	219	195	194	205
IV	244	254	233	243
V	277	304	289	280
VI	275	297	282	288
VII	277	289	279	281
VIII	236	244	235	246
IX	159	170	165	178
X	125	132	125	135
XI	98	88	92	95
XII	93	81	89	90

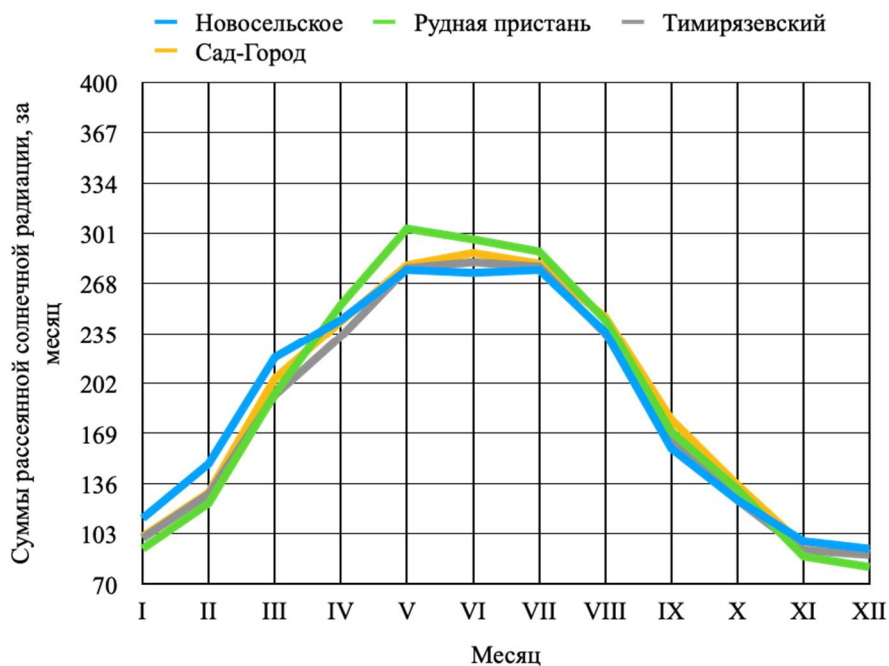


Рисунок 8 - Динамика сумм рассеянной радиации при средних условиях облачности за месяц

Ознакомившись с рисунком 8, можно отметить, что в начале года станция Новосельское регистрировала показания выше, чем другие метеоплощадки, однако в середине февраля на пункте Рудная Пристань значения сумм рассеянной солнечной радиации стали выше, по сравнению с другими метеостанциями. Так максимальное количество составило 304 МДж/м² в мае. В этом же месяце станция Новосельское зарегистрировала всего 277 МДж/м², что является минимальным значением за теплый период относительно других метеорологических станций.

Помимо высоких показателей летом, станция Рудная Пристань также имеет наименьшие суммы рассеянной радиации в холодный период года. В январе наблюдалось 81 МДж/м².

Таблица 7 – Суммы суммарной солнечной радиации (МДж/м²) при ясном небе за сутки

Месяц	Новосельское	Рудная Пристань	Тимирязевский	Сад-Город
I	8,98	8,83	8,48	9,15
II	13,55	13,43	13,08	13,73
III	19,48	19,17	18,73	19,38
IV	24,87	25,72	24,57	24,79
V	28,91	29,57	28,81	28,79
VI	30,7	31,2	30,4	30,6
VII	29,3	29,5	28,9	28,8
VIII	25,1	25,6	25,1	25,0
IX	20,25	20,74	20,35	20,93
X	14,8	15,1	14,83	15,59
XI	9,89	10,21	10,2	10,37
XII	7,73	7,74	7,28	7,96

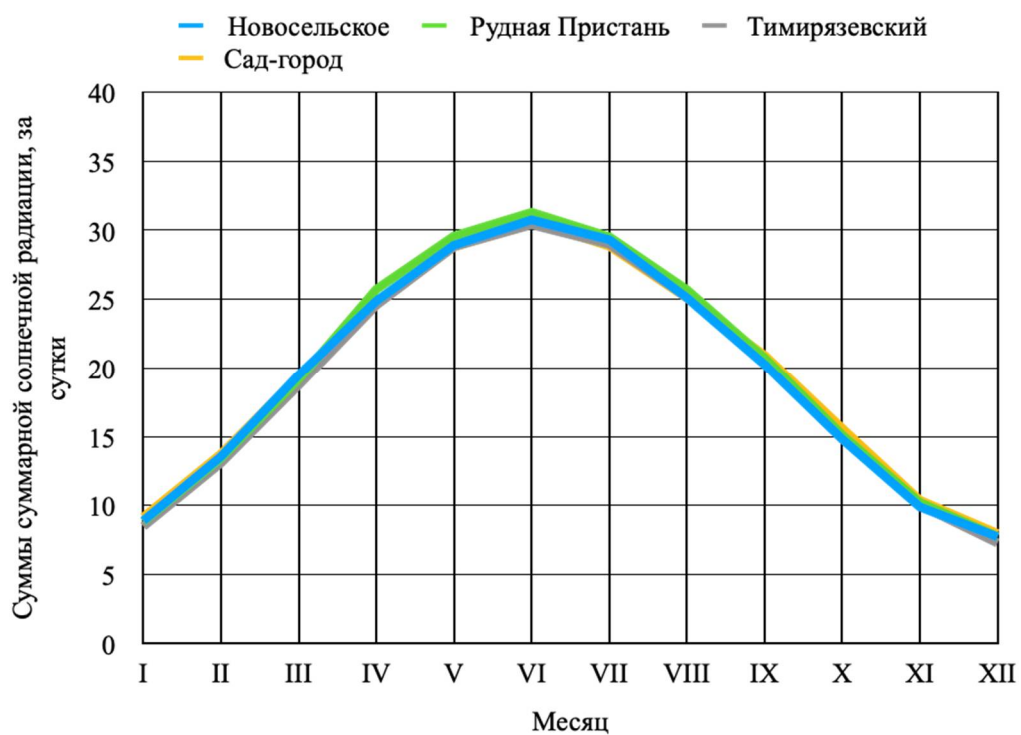


Рисунок 9 - Динамика сумм суммарной солнечной радиации при ясном небе за сутки

Таблица 8 - Суммы суммарной солнечной радиации (МДж/м²) при ясном небе

Месяц	Новосельское	Рудная Пристань	Тимирязевский	Сад-Город
I	276	274	263	284
II	379	376	366	384
III	604	594	581	601
IV	746	772	737	744
V	896	917	893	892
VI	923	939	912	920
VII	909	915	898	894
VIII	778	796	780	778
IX	608	622	611	628
X	459	468	460	483
XI	297	306	301	311
XII	240	240	226	247

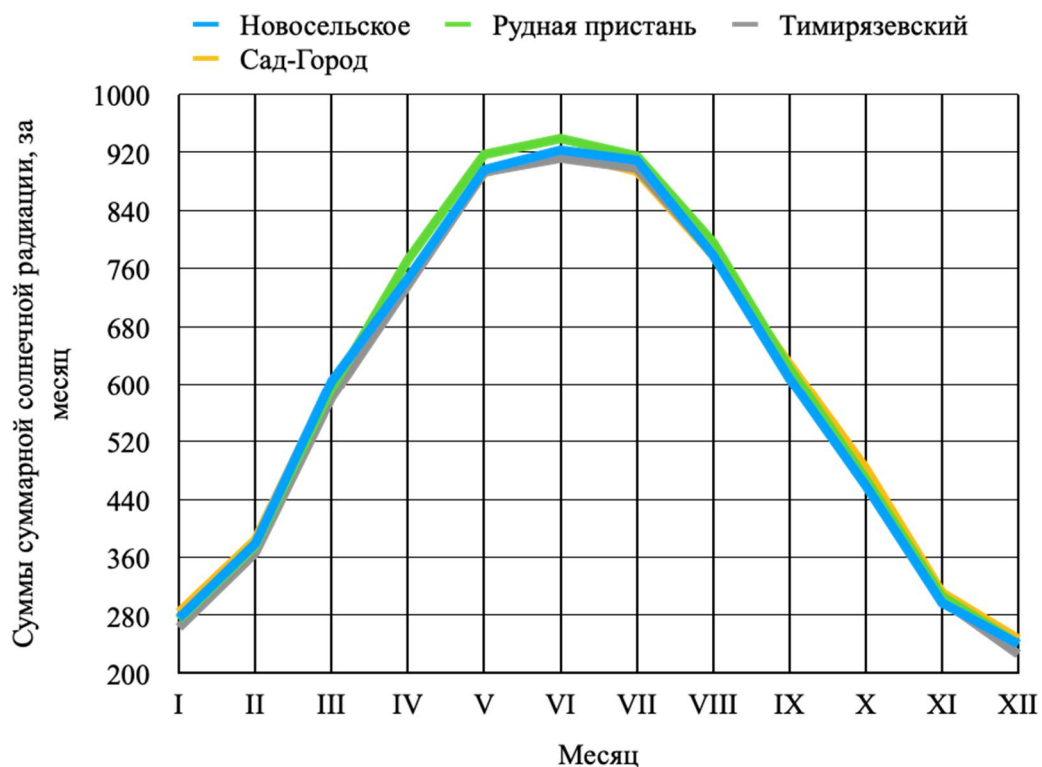


Рисунок 10 - Динамика сумм суммарной солнечной радиации при ясном небе за месяц

На рисунках 9 и 10 динамики сумм суммарной солнечной радиации практически идентичны, однако стоит отметить, что, хоть и с небольшим отрывом, но лидирует станция Рудная Пристань с максимальными показателями за сутки и за месяц в июне (31,29 МДж/м² и 939 МДж/м² соответственно).

Глава 2. АНАЛИЗ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК, ФОРМИРУЮЩИХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

Агроклиматические ресурсы представляют собой сочетание наиболее важных для сельского хозяйства метеорологических факторов, как тепло и влага. Именно они влияют на качество и количество всей производимой культуры [7].

Вследствие обширности всех погодных условий, в агроклиматологии принято разделять метеорологические факторы на основные и дополнительные. К основным относят воздух, свет, влагу и тепло. Все они в равной степени необходимы растениям в течение всего периода их жизни. Дополнительными факторами являются ветер, облачность, туман и т. д. Поскольку названные условия имеют место, преимущественно, в отдельные периоды и на ограниченных территориях, их роль в жизнедеятельности растений считается несущественной [7].

Исходя из всего вышесказанного можно выделить основные параметры, которые при оценке климата как ресурса, определяют в первую очередь. Для растений в период вегетации необходимы термические ресурсы и ресурсы увлажнения, помимо этого нужно учитывать условия зимнего периода, так как некоторые культуры подвержены опасности в процессе перезимовки [7].

Также при агроклиматической оценке учитывают:

- Закон минимума (закон лимитирующего фактора), который гласит о том, что продуктивность, или урожайность, определяются тем фактором, который находится в минимуме;
- Количественные параметры связи продуктивности растений с факторами климата [7].

Для вегетационного периода рассчитываются и анализируются следующие показатели:

- Термические и световые ресурсы, подразумевающие под собой суммы температур воздуха и почвы и освещенность в процессе вегетации;

- Ресурсы увлажнения, включая осадки и влажность почвы (запасы продуктивной влаги);
- Условия перезимовки культур;
- Неблагоприятные (опасные и особо опасные) явления [7];

2.1 ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРАНОГО РЕЖИМА ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Описание температуры почвы и воздуха

Температура воздуха и почвы играет ключевую роль в активности растительного мира. Для каждой сельскохозяйственной культуры важно учитывать температурный диапазон, в котором растение успешно растет. Этот фактор влияет на развитие корневой системы, микрофлоры, прорастание семян и способность растений поглощать питательные вещества.

Агрономам необходимо контролировать температуру как до, так и после посева, так как от этого зависят многие агротехнические мероприятия, направленные на успешный рост и развитие сельскохозяйственных культур.

Среднемесячная и годовая температура (°C) воздуха

Для оценки температурного режима Приморского края представлены многолетние данные за период 1881–1980 гг. для их дальнейшего сравнения с современными показателями, г. Владивосток (табл.9 и 10, рис.11 и 12) [5].

Таблица 9 - Средняя месячная и годовая температура воздуха 1881–1980

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-13,1	-9,8	-2,4	4,8	9,9	13,8	18,5	21,0	16,8	9,7	-0,3	-9,2	5,0

Таблица 10 – Средняя месячная и годовая температура воздуха 1993–2023

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-12,1	-8,0	-1,2	5,4	10,1	14,0	18,3	20,2	16,5	9,3	-1	-9,3	5,2

Изучив рисунок 11, можно отметить максимальную среднемесячную температуру воздуха ($20,1^{\circ}\text{C}$), она наблюдается в августе. Минимальная, в свою очередь, наблюдалась в январе ($-13,4^{\circ}\text{C}$)

Рисунок 12 имеет схожие очертания с рисунком 11, максимальная среднемесячная температура была зафиксирована в августе ($20,2^{\circ}\text{C}$), а минимальная в январе ($-12,1^{\circ}\text{C}$)

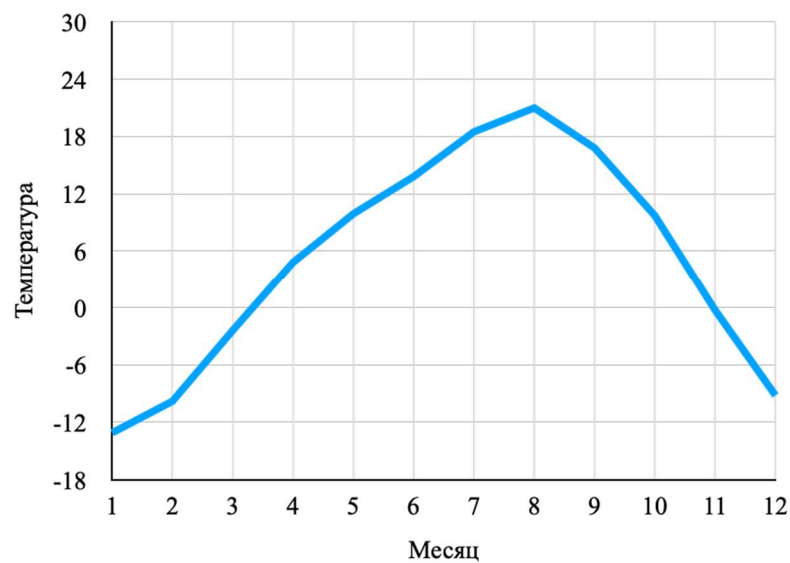


Рисунок 11 среднемесячная температура воздуха с 1881 по 1980 год

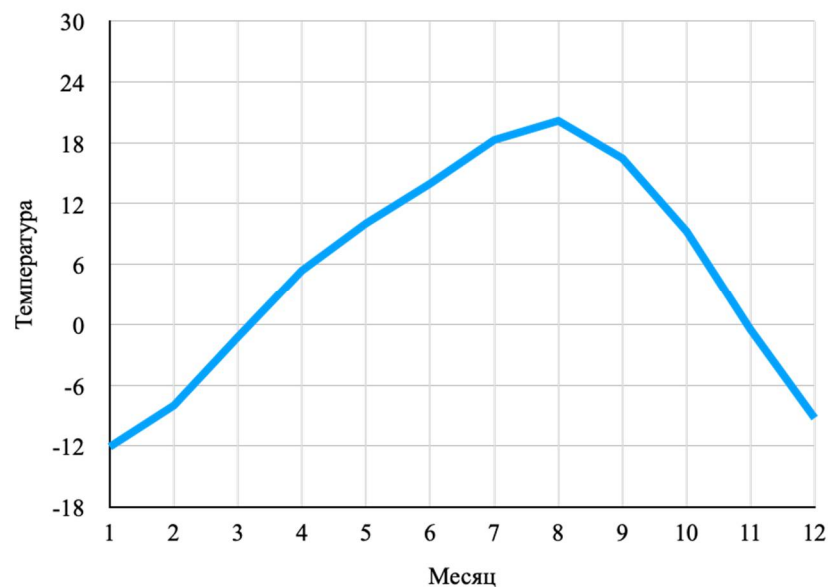


Рисунок 12 - Среднемесячная температура воздуха с 1993 по 2023 год

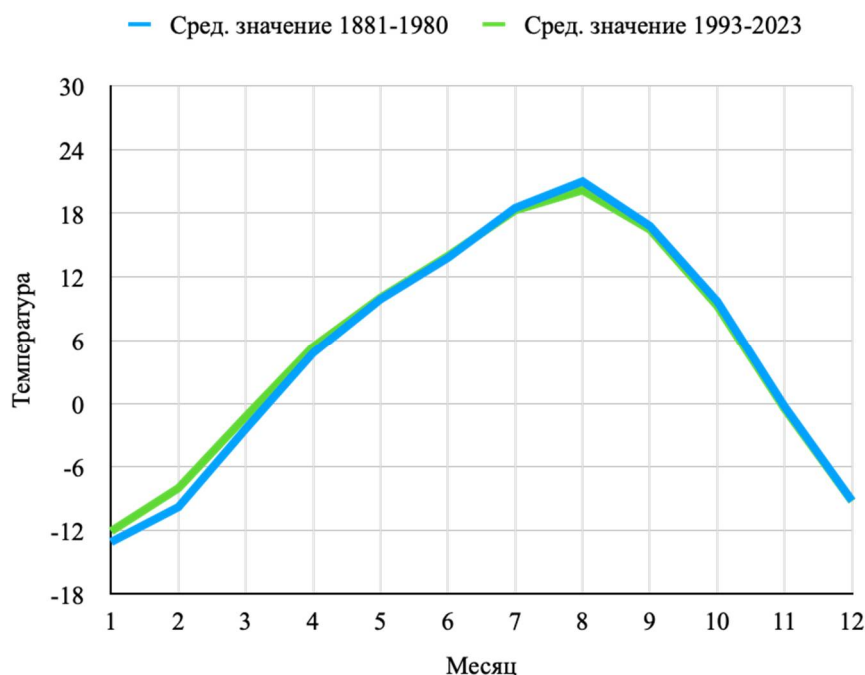


Рисунок 13 - Сравнение показателей за два периода наблюдений

Исходя из представленных данных можно сделать вывод, что за все периоды наблюдений температурный режим не претерпевал серьезных изменений. Так, самым холодным месяцем неизменно остается январь, а самым тёплым – август.

Помимо всего вышеперечисленного, необходимо отметить, что, из-за расположения региона в умеренном поясе, среднегодовая температура Приморского края выше 0°C , что, несомненно, является преимуществом.

После анализа рисунка 12 можно сделать вывод о том, что наиболее благоприятным временем для вегетации, начала выращивания и обработки всей сельскохозяйственной культуры в Приморском крае, является промежуток с апреля по октябрь.

Средняя месячная и годовая температура ($^{\circ}\text{C}$) почвы.

Для измерения температуры почвы на разных глубинах применяют коленчатые термометры, термометр-щуп, вытяжные термометры, максимально-минимальные термометры и электротермометры разной конструкции [4].

Для оценки температурного режима почвы в Приморском крае были взяты данные со станции за 2013–2023 года, города Владивосток (табл.11) [6].

Наблюдения за температурой почвы проводятся благодаря коленчатым термометрам Савинова, глубиной до 20 см. Используются данные за тёплый период времени, с мая по октябрь.

Из таблицы 11 видно, что максимальная температура прогрева почвы фиксировалась в августе каждого года. Максимальное и минимальное значения наблюдались в 2013 году, в августе (21,1°C) и в мае (8,5°C).

Рисунок 14 показывает годовой ход температуры почвы во Владивостоке. Так 2016 год был самым холодным со средним значением 14,4°C. Сильнее всего почва прогрелась в 2017 году, тогда зафиксированная температура составила 15,6°C.

Таблица 11 - Средняя месячная и годовая температура почвы, °C, Владивосток.

Год	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Среднее
2013	8,5	15	18,5	21,1	17	11,2	15,2
2014	10,4	15,6	18,9	20,3	17,3	10	15,4
2015	10,2	14,4	18,5	19,9	17,9	10,7	15,3
2016	9	11,9	15,4	20,9	17,9	11,2	14,4
2017	11	14,7	20	20	17,5	10,4	15,6
2018	10,1	14,1	18,2	19,9	17,1	11,5	15,2
2019	10,7	14,1	16,6	19,6	18,1	12,2	15,2
2020	10,1	14,8	18,6	20,2	17,1	11,1	15,3
2021	10,6	14,8	19,1	20,6	18,7	9	15,5
2022	10,7	14,6	18,9	21	17,3	10,7	15,5
2023	10,5	14,7	18,3	20,8	17,4	10,5	15,4

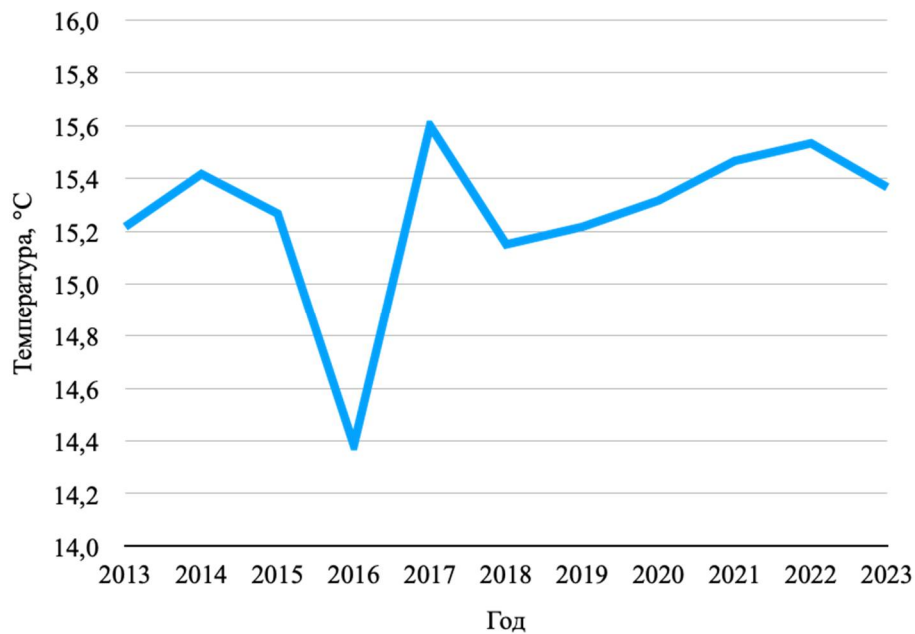


Рисунок 14 - Динамика среднегодовой температуры почвы, Владивосток

2.2 РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ

В течение года количество атмосферных осадков резко меняется, что связано с расположением Приморского края в муссонной области умеренного пояса. Зимой количество невелико, от 40 мм на Приханкайской равнине до 200 мм на побережье Японского моря [1].

Летом, в силу прохождения циклонов и тайфунов, наиболее увлажненными районами являются западное побережье залива Петра Великого, побережье Японского моря, а также северные районы Сихотэ-Алиня (800-900мм) [1].

Атмосферными осадками называют воду в жидком или твердом состоянии, выпадающую из облаков или осаждающаяся из воздуха на поверхности земли или предметах [4].

Количество выпавших осадков измеряется толщиной слоя воды в миллиметрах или сантиметрах, который образовался бы на горизонтальной поверхности при условии, что выпавшие осадки не просачивались в почву, не стекали и не испарялись [4].

Основным источником почвенной влаги и, как следствие, сельскохозяйственных культур является вода, поступающая из осадков. В случае

недостаточного увлажнения существует угроза пересыхания пахотного горизонта почвы, ухудшения состояния растений и, как результат, снижения или даже гибели урожая [4].

Количество осадков и продолжительность их выпадения значительно изменяются в пространстве, поэтому их измерение необходимо для расчетов по выработке норм орошения и для решения ряда других практических вопросов [4].

Для анализа режима увлажнения были использованы данные из Научно-прикладного справочника по климату СССР за период 1891–1980 года и данные со станции за период 1993–2023 года, города Владивосток (табл.12.).

Таблица 12 - Среднее месячное и годовое количество осадков, мм, город Владивосток

Месяц	1891–1980	1993–2023
I	15	16
II	18	18
III	28	31
IV	46	45
V	70	97
VI	91	111
VII	100	156
VIII	146	187
IX	123	99
X	65	64
XI	45	43
XII	23	20
Год	770	880

Рассмотрев рисунок 15, можно прийти к заключению, что по сравнению с периодом наблюдений за 1891–1980 года, количество среднемесячных атмосферных осадков, регистрируемых за период 1993–2023 годов, увеличилось.

На рисунке 16 представлено сравнение среднегодовых сумм осадков, здесь также можно отметить, что количество наблюдаемых осадков увеличилось с 770 мм до 880мм.

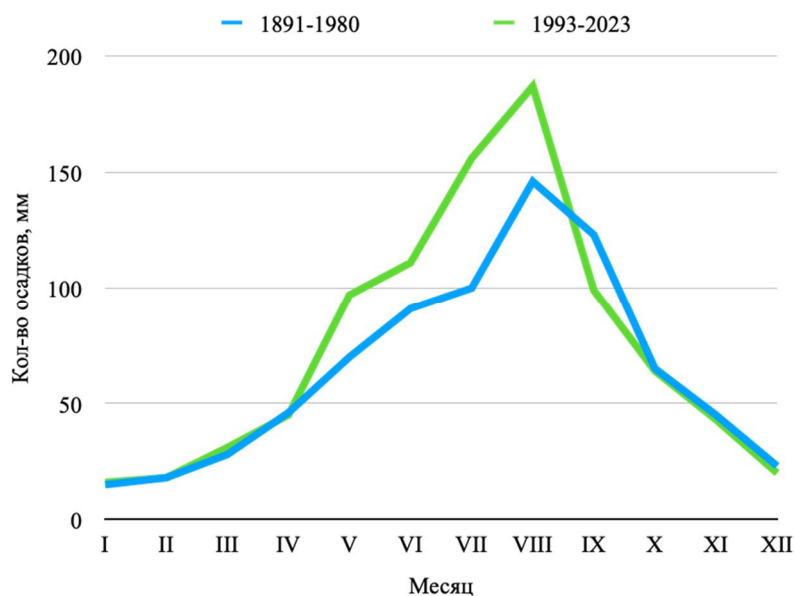


Рисунок 15 - Сравнение количества среднемесячных осадков

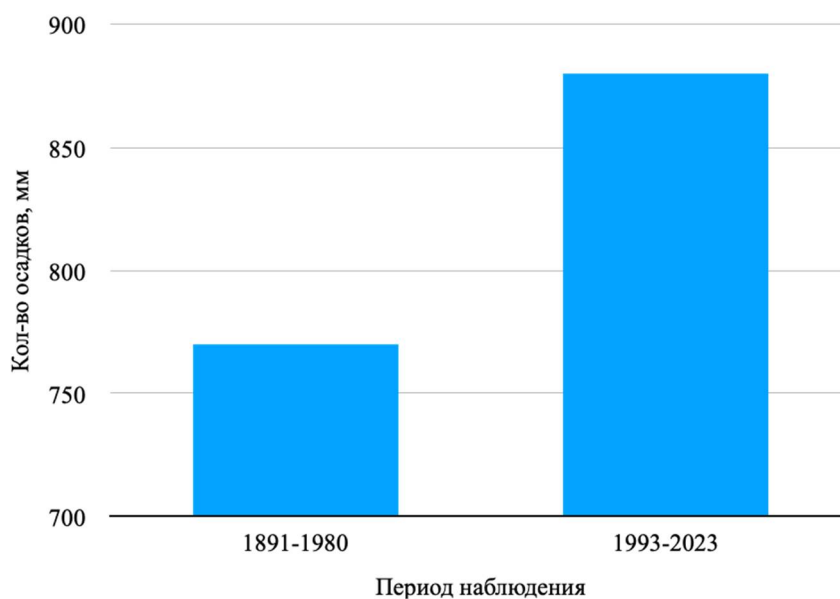


Рисунок 16 - Сравнение количества среднегодовых осадков

В период с 1891 по 1980 год наибольшее количество осадков наблюдалось в августе (146 мм), а наименьшее в январе (15 мм), среднегодовой показатель – 770 мм. В период с 1993 по 2023 наибольшее количество осадков также было в августе (187 мм), наименьшее в январе (16 мм). Среднегодовое количество – 880 мм.

Снежный покров.

В зимний период на метеостанциях производятся наблюдения за снежным покровом, включая его степень покрытия, характер залегания, высоту, плотность, наличие ледяной корки и состояние почвы под ним. Высота снежного покрова измеряется в сантиметрах, а плотность определяется как отношение массы снега (г) к его объему (см³). Эти данные используются для вычисления запасов воды в снеге, что важно для сельского хозяйства [4].

Снежный покров необходим для сельского хозяйства, так как он защищает озимые культуры от вымерзания, способствует накоплению влаги в почве, что важно для весеннего сева, и предотвращает эрозию почвы [4].

В таблице 13 представлена информация о средней высоте снежного периода в холодные месяцы года. Наиболее заснеженным месяцем за 30 лет наблюдения является январь, со средним показателем высоты снежного покрова 4,5 сантиметра за весь период наблюдения. Наименьшее количество снега было зафиксировано в апреле (0,4 см).

Таблица 13 - Средняя месячная высота снежного покрова, см, Владивосток.

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Среднее
1993	0,4	1,8	0,1	-	-	1,8	4,2	1,7
1994	3,8	2	4,3	-	-	0,3	1,3	2,3
1995	2	0,3	0,3	0,4	-	0,3	0,9	0,7
1996	0,7	0,1	3	0,4	-	0,3	2,1	1,1
1997	1,1	0,1	0,2	-	-	0,3	0,4	0,4
1998	0,8	0,6	-	-	-	0,7	9,3	2,9
1999	7,5	0,8	3,1	0,4	-	0,1	0,1	2,0
2000	8,5	4,8	0,6	0,1	-	2,1	7,1	3,9
2001	13,5	14,4	4,8	-	-	-	0,5	8,3
2002	10,1	8,7	-	0,2	0,4	0,6	0,5	3,4

2003	1,8	2,3	-	-	-	-	1,1	1,7
2004	0,4	10,2	0,7	0,2	-	1,8	9,1	3,7
2005	11	12,9	6,5	0,1	-	0,3	1,8	5,4
2006	2,8	4,5	6,3	2,1	0,1	-	0,2	2,7
2007	1,4	10,2	22,5	0,4	1,5	0,3	3,1	5,6
2008	9,5	1,3	1,9	0,2	-	0,3	0,5	2,3
2009	1,5	2,5	1,1	-	0,1	3,1	24,6	5,5
2010	23,8	13,4	6,7	0,6	-	0,3	2,2	7,8
2011	0,4	0,3	0,4	0,8	-	0,3	-	0,4
2012	0,2	0,4	0,6	0,2	0,2	0,9	4,2	1,0
2013	5,8	3,2	1,2	0,2	-	0,7	0,7	2,0
2014	1	0,1	-	-	-	-	8,1	3,1
2015	6,7	2	7,4	-	-	1	0,5	3,5
2016	0,8	1,4	0,1	-	0,6	2,8	2,3	1,3
2017	1,2	2,1	1,1	-	-	1,2	1,3	1,4
2018	1,6	0,5	4,8	0,3	-	0,2	0,3	1,3
2019	-	0,1	0,2	0,1	-	1,4	2,2	0,8
2020	5,2	3,3	4,8	0,4	-	2,3	5,1	3,5
2021	8,7	7,9	1,4	-	-	0,4	1,5	4,0
2022	2	1,3	2,3	0,2	-	0,2	4,1	1,7
2023	2,1	1,5	6,3	-	-	-	-	3,3
Среднее за 30 лет	4,5	3,7	3,4	0,4	0,5	0,9	3,4	2,9

Рисунок 17 представляет динамику высоты снежного покрова. Изучив его, можно сделать вывод о том, что за 30 лет наблюдений, наибольшее количество твердых осадков было зарегистрировано в 2001 году (8,3 см)

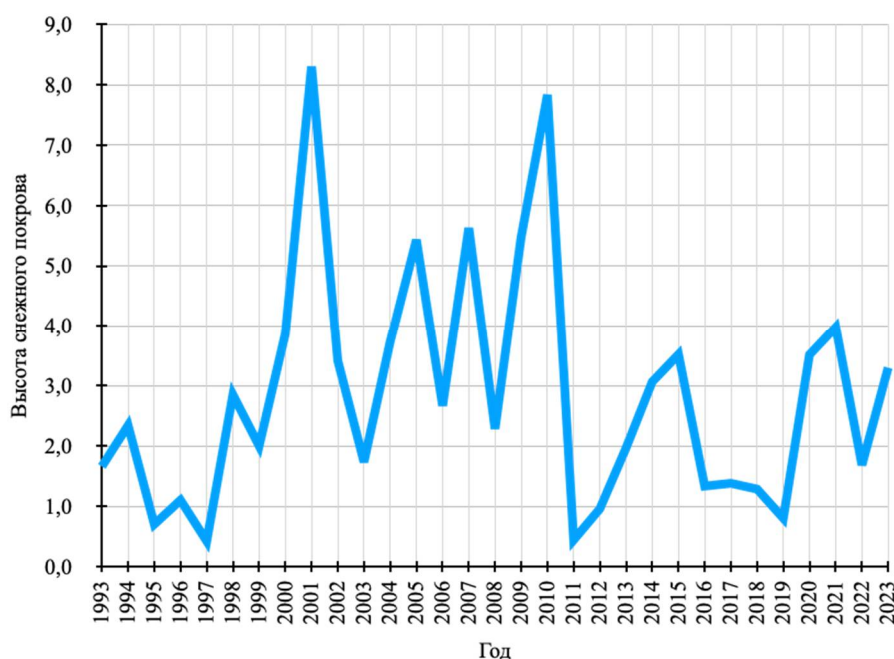


Рисунок 17 - Динамика средней месячной высоты снежного покрова.

Рассматриваемые 1997 и 2011 года обладают наименьшей средней высотой снежного покрова, которая составила всего 0,4 см.

Относительная влажность

Под влажностью воздуха понимают величину, характеризующую содержание водяных паров в атмосфере. Жизнедеятельность растений и животных напрямую зависит от влажности воздуха, следовательно измерение водяного пара так необходимо для сельского хозяйства [4].

Влажность воздуха обуславливает интенсивность транспирации растений и испарения с почвы, оказывает влияние на биохимические процессы, происходящие в растениях. Одинаково отрицательно на растениях отражается резкое повышение и понижение влажности воздуха. При пониженном значении водяного пара растение может начать преждевременно увядать. Высокие значения влажности воздуха могут привести к замедлению развития растения, образованию грибковых и бактериальных заболеваний, а также быть причиной появления вредителей [4].

Влажность воздуха измеряют несколькими методами, наиболее популярные – психрометрический и гигрометрический методы [4].

В психрометрическом методе используются два термометра, один из которых охлаждается. На этом принципе работают стационарный и аспирационный психрометры [4].

Гигрометрический метод основан на изменении длины гигроскопических материалов в зависимости от влажности воздуха. На данном методе основываются волосной гигрометр и гигрограф [4].

Ниже приведены данные относительной влажности воздуха за два периода наблюдения, с 1936 по 1980 года и с 1993 по 2023 года, города Владивосток (табл.12).

Таблица 14 - Относительна влажность, % за периоды с 1936 по 1980 года и с 1993 по 2023 года, город Владивосток

Месяц	1936–1980	1993–2023
I	61	58
II	61	57
III	63	61
IV	69	66
V	75	78
VI	86	89
VII	89	92
VIII	84	87
IX	87	78
X	76	66
XI	67	62
XII	61	60
Среднее	71	71

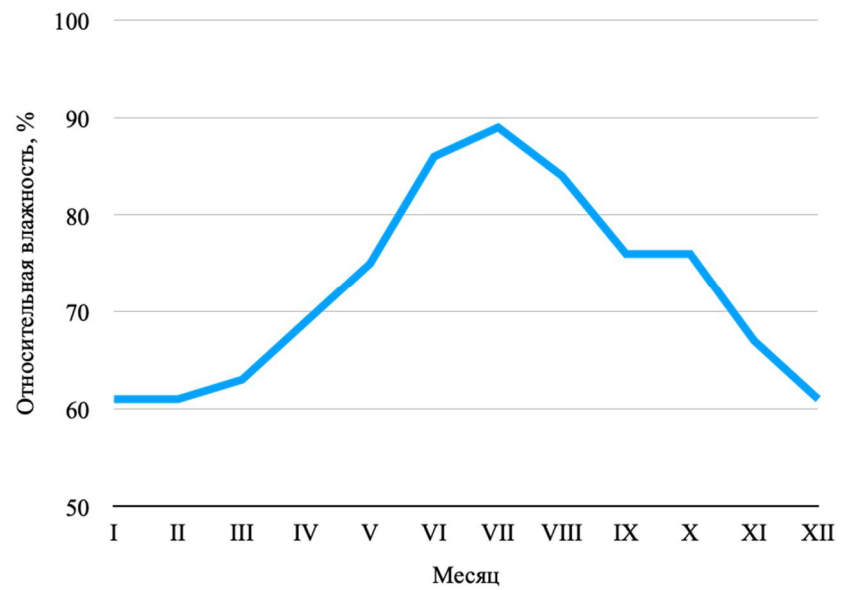


Рисунок 18 - Среднемесячная динамика относительной влажности за 1936–1980 год

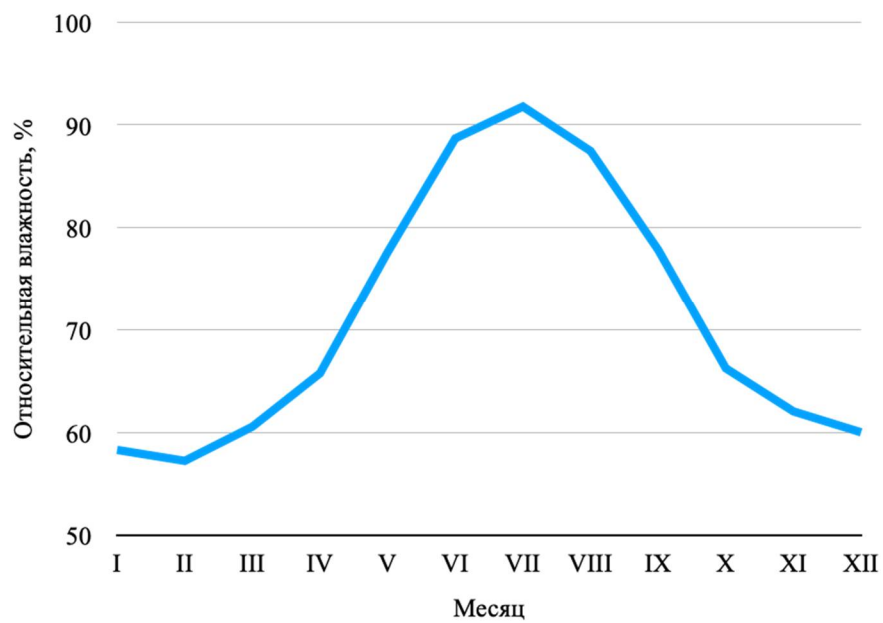


Рисунок 19 - Среднемесячная динамика относительной влажности за 1993–2023 год

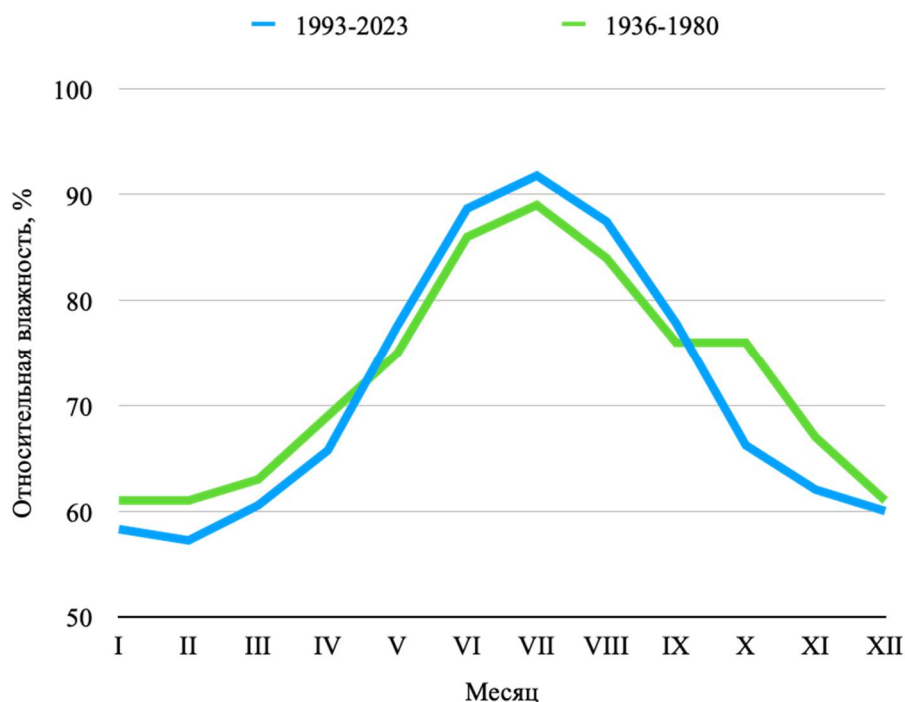


Рисунок 20 - Сравнение среднемесячных показателей относительной влажности за два периода наблюдений

Изучая рисунок 19, можно заметить, что наибольшее значение относительной влаги наблюдалось в теплый период года, с мая по сентябрь, так самым увлажненным месяцем был июль (89%). Самыми сухими месяцами были январь, февраль и декабрь со значением 61%.

В период наблюдения с 1993 по 2023 среднегодовое значение относительной влажности воздуха не изменилось, что понятно из таблицы 12. Однако, невозможно не отметить уменьшение количества влаги в холодные месяцы и увеличение в теплые. Теперь самое низкое значение 58% в январе и 92% в июле.

Благодаря рисунку 18 становится ясно, что общая динамика относительной влажности не претерпевает сильных изменений. Тем не менее, в холодные месяцы периода за 1993–2023 года, количество относительной влажности меньше, что компенсируется повышенным, относительно периода наблюдений за 1936–1980, значением в теплые месяцы.

Глава 3. РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

3.1 ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕСУРСЫ

Успешное выращивание любой сельскохозяйственной культуры обусловлено учетом тепла и количества света в период вегетации, показателей температуры и влаги, а также опасных явлений.

Используя анализ этих условий, можно разработать меры, способствующие успешному росту и развитию растений, и определить, насколько климат подходит для определенной культуры.

Тепло – необходимый фактор жизни. Скорость развития растений и продолжительность вегетационного периода определяется температурой воздуха и почвы. Помимо этого, было установлено, что с повышением температуры биохимические и биофизические реакции в организме растения протекают быстрее (но не выше 35°C - 40°C) [7].

Рассчитывая условия оптимального роста и развития растений необходимо учитывать их термопереодизм, который определяет сочетание дневных и ночных температур. Кроме того, разные растения имеют разную потребность в тепле, а сами источники тепла меняются в пространстве и времени, именно поэтому в агроклиматологии предпочитают тепловой расчет [7].

Географическое распределение растений и их биологических особенностей зависит от температурных условий Земли. В сравнении с наблюдаемым диапазоном температур, благоприятная для существования биологических объектов среда невелика. Фотосинтез, дыхание, транспирация и обмен веществ, а также рост и развитие растений возможны в пределах температур от 0°C до 50°C.

В процессе эволюции растения сформировали различные потребности в тепле для каждого этапа роста (от семени к семени). Из этого следует, что для каждого этапа развития существуют определенные температурные пределы, а именно минимум, максимум и оптимум, в пределах которых меняется интенсивность биохимических и физиологических реакций

Потребность растений в тепле выражается суммой температур за вегетационный период определенной культуры, от начала роста до созревания, в пределах ее ареала. Тепловые ресурсы – это количество тепла, доступное на территории, где выращиваются сельскохозяйственные культуры. Источники тепла вегетационного периода чаще всего оценивают по сумме активных температур воздуха выше 10°C.

Формула подсчета активных температур за период выглядит следующим образом (1):

$$\Sigma t = \bar{t} * n \quad (1)$$

где Σt – Сумма активных температур за период; $\bar{t}$ – Средняя суточная температура воздуха за рассматриваемый период; n – Число дней в периоде.

Суммой активных температура принято считать количество тепла, представляющее сумму среднесуточных температур воздуха за определенный период времени, когда эта сумма превышает биологический минимум температуры (табл.15.),

Таблица 15 - Сумма активных температур за 2013–2023 года

	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Сумма, °C
2013	-	130,3	422,9	594,1	649,6	459,3	189,2	2481,4
2014	104,5	210,4	463,4	630,3	649,9	524,8	157,3	2740,6
2015	43,6	230,5	453,1	591,1	647,5	549,1	189,7	2686,6
2016	-	228,7	400,9	578,8	684,9	532,4	122,7	2547,4
2017	38,4	238,8	382,1	628,5	608	509,9	115,4	2517,1
2018	64	218	366	574,2	617,4	493	270,1	2602,7
2019	-	290,5	390,8	532,4	608,8	519,8	182,4	2521,7
2020	-	194,9	440,8	571,1	629,3	480,1	194,2	2510,4
2021	33,2	247,6	447,9	659,8	654,3	530,1	213	2785,9
2022	-	274,5	384,6	568,1	656,8	505,4	152	2541,4
2023	-	312,2	499,4	632,8	649,2	554,1	270,3	2918

На рисунке 21 видно, что вегетационный период 2013 года начался 15 мая и закончился 2 октября. Сумма активных температур составила 2481,4 °С.

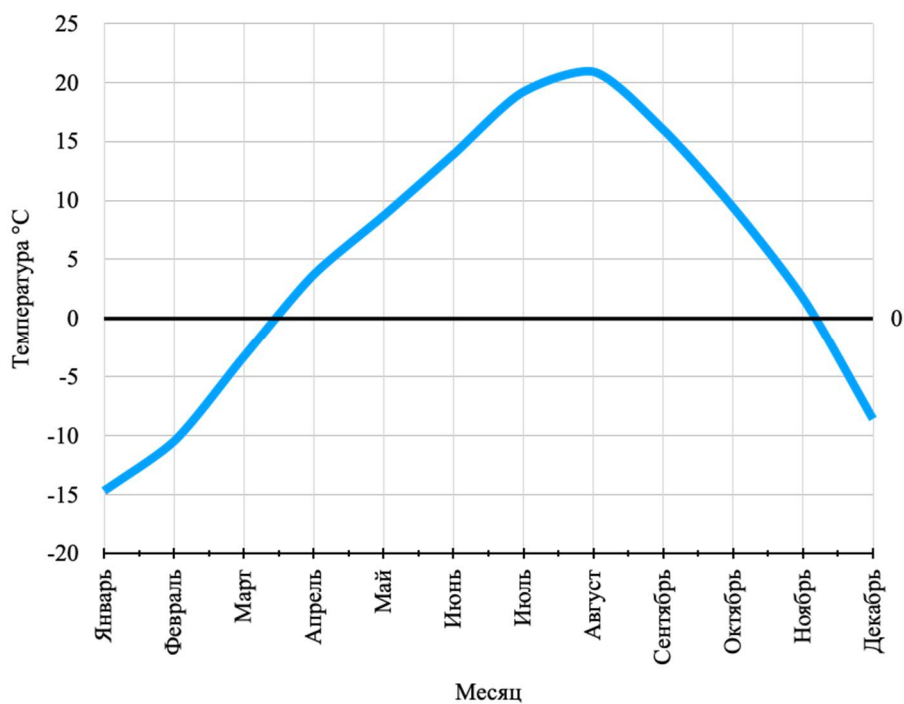


Рисунок 21 - Годовой ход температуры воздуха за 2013 год.

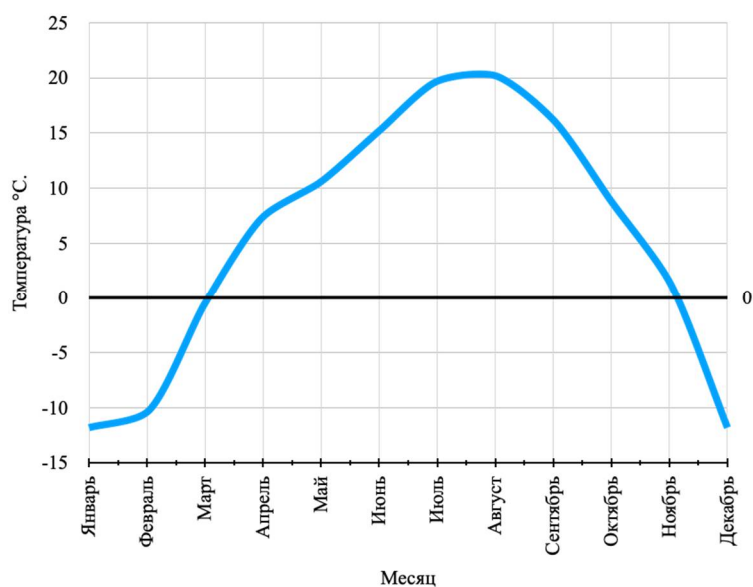


Рисунок 22 - Годовой ход температуры воздуха за 2014 год.

Из рисунка 22 ясно, что в 2014 году вегетационный период начался в первых числах мая и закончился 28 сентября. По сравнению с 2013 годом сумма активных температур увеличилась на 259,2 $^{\circ}$ C и составила 2740,6 $^{\circ}$ C

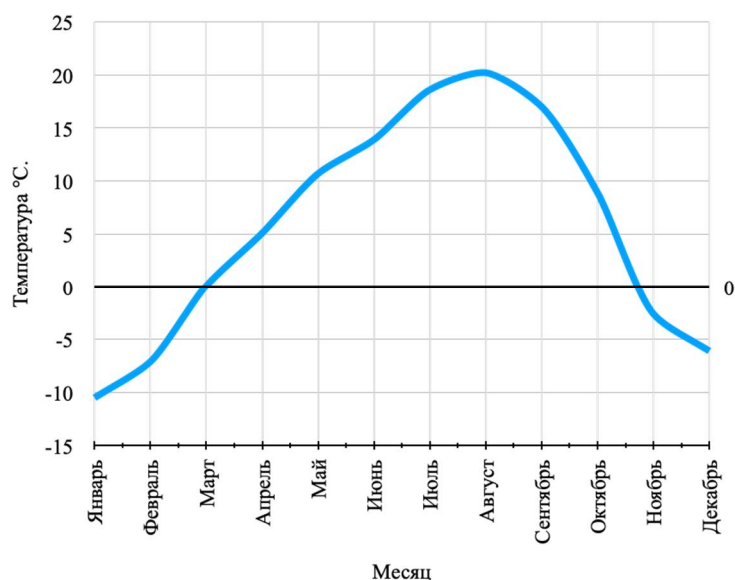


Рисунок 23 - Годовой ход температуры воздуха за 2015 год.

Проанализировав рисунок 23, можно заключить, что вегетационный период в 2015 году начался 29 апреля и закончился 28 сентября. Сумма активных температур 2686,6 $^{\circ}$ C.

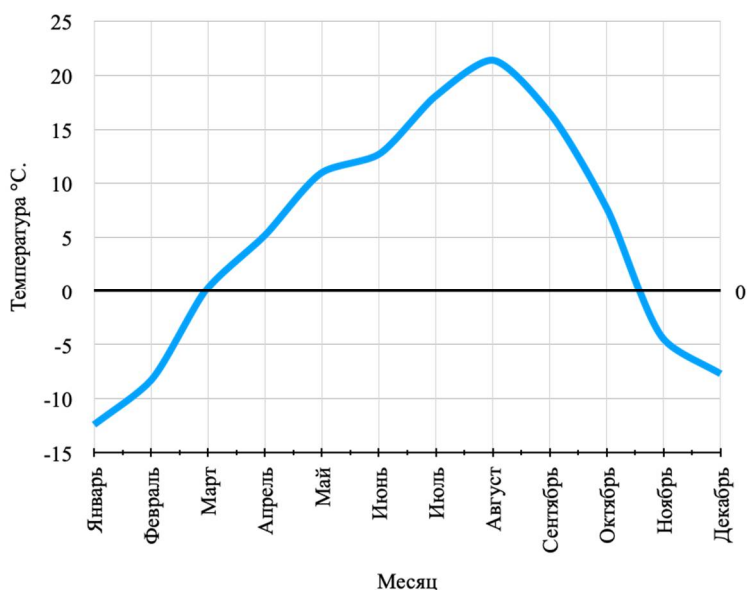


Рисунок 24 - Годовой ход температуры воздуха за 2016 год.

Изучив рисунок 24, можно прийти к выводу, что начало вегетационного периода в 2016 году пришлось на 25 апреля, а конец на 27 сентября. Сумма активных температур в этом году составила 2547,4 °С.

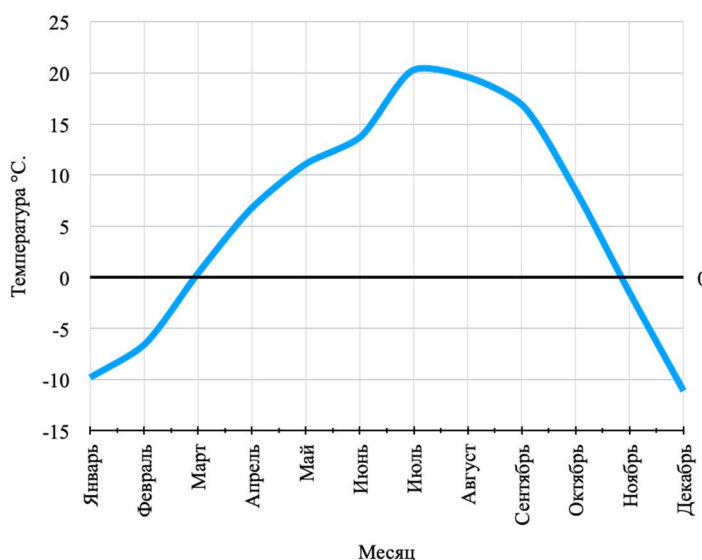


Рисунок 25 - Годовой ход температуры воздуха в 2017 году.

Ознакомившись с рисунком 25, можно сделать заключение, о том, что в 2017 году вегетационный период начался в мае, а именно 25-го числа. Конец периода был зафиксирован 27 сентября. Сумма активных температур 2517,1 °С.

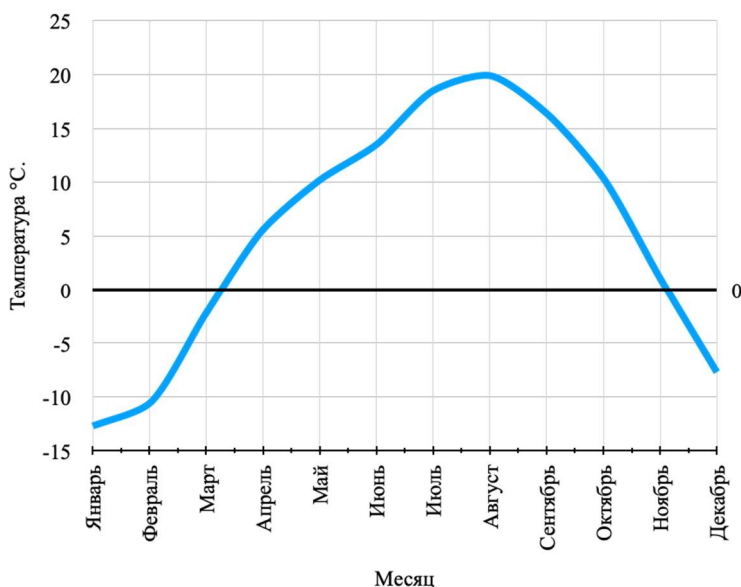


Рисунок 26 - Годовой ход температуры воздуха в 2018 году.

Рисунок 26 показывает, что в 2018 году вегетационный период начался 1 мая, а закончился 1 октября. Сумма активных температур 2602,7 °С.

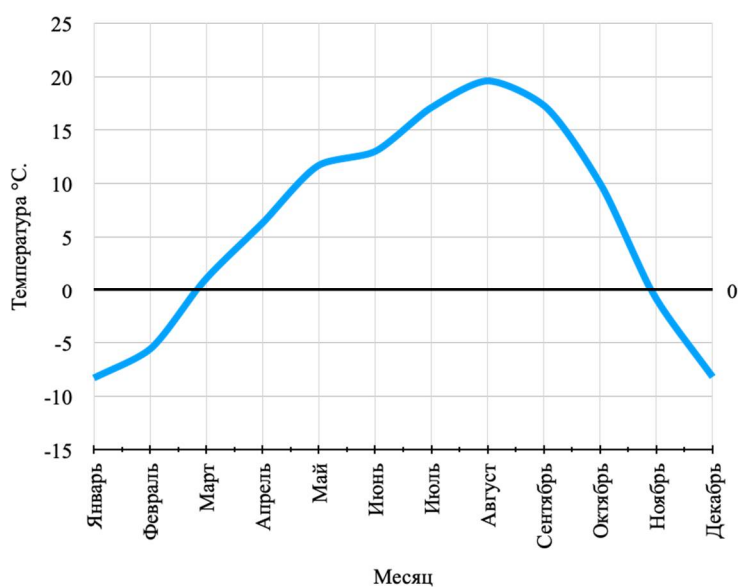


Рисунок 27 - Годовой ход температуры воздуха в 2019 году.

Ознакомившись с рисунком 27, можно отметить, что, по сравнению с 2018 годом, в 2019 году вегетационный период начался раньше, а именно 15 апреля. 1 октября температура упала ниже 10 °С. Сумма активных температур 2521,7 °С.

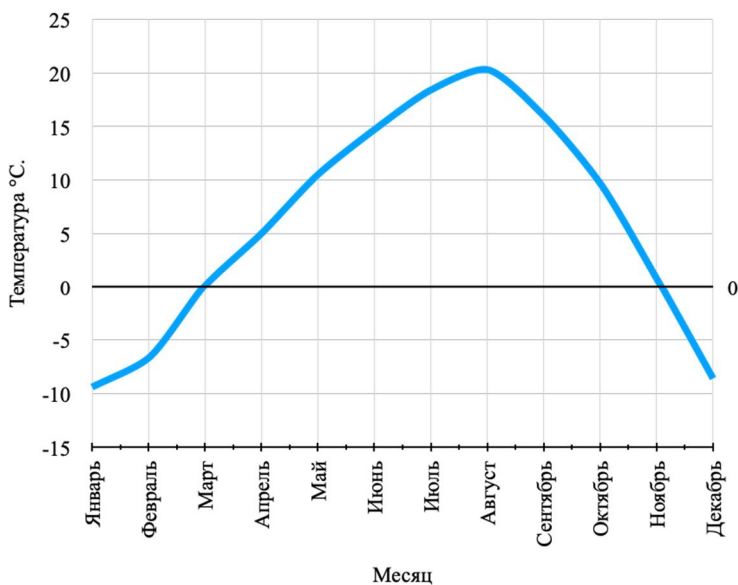


Рисунок 28 - Годовой ход температуры в 2020 году.

В 2020 году вегетационный период начался 30 апреля. Конец был зафиксирован в первых числах октября. Сумма активных температур составила 2510,4 °С.

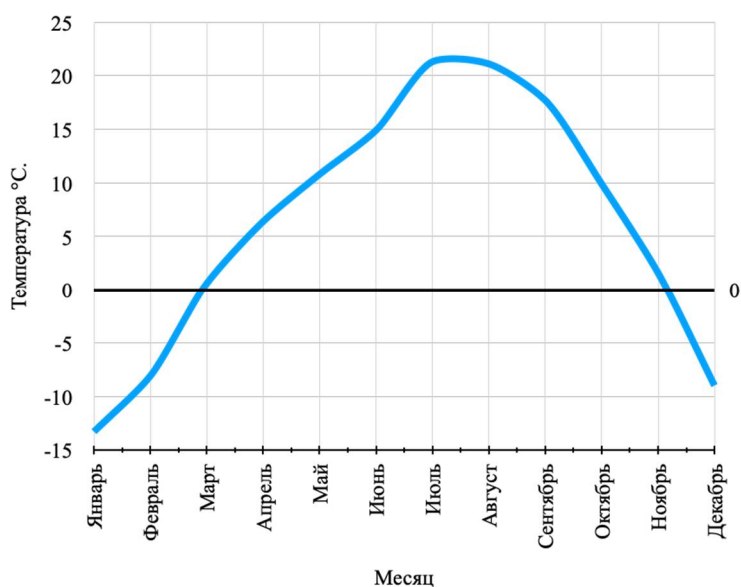


Рисунок 29 - Годовой ход температуры воздуха в 2021 году.

Вегетационный период в 2021 году начался в конце апреля. Его конец выпал на начало октября. Сумма активных температур 2785,9°С.

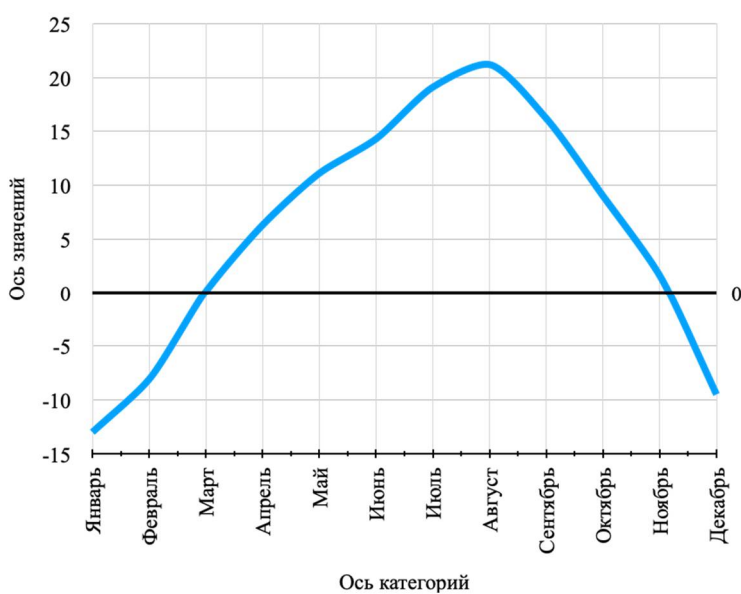


Рисунок 30 - Годовой ход температуры воздуха в 2022 году.

20 апреля температура воздуха превысила отметку 10°C , что означает начало вегетационного периода. 25 сентября температура опустилась ниже необходимого значения, конец вегетации. Сумма активных температур $2541,4^{\circ}\text{C}$.

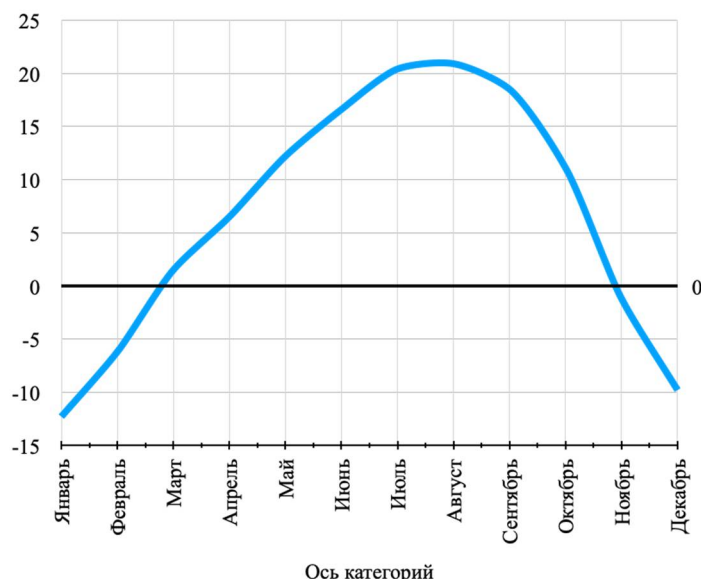


Рисунок 31 - Годовой ход температуры в 2023 году.

По сравнению с 2022 годом, в 2023 году вегетационный период начался раньше, 15 апреля. Конец периода был зафиксирован в первых числах октября. Сумма активных температур составила 2918°C .

Проанализировав приведённые выше данные, можно заключить, что Приморский край имеет ярко выраженный вегетационный период, с началом в последних числах апреля и концом в первых числах октября. Это связано с муссонным климатом региона, в начале года воздух над материком быстро прогревается, и уже в середине весны можно начинать подсчет активной температуры.

Ближе к концу года холодные воздушные массы устремляются к еще не остывшему океану, температура резко падает. В середине осени значения выше 10°C больше не наблюдаются и вегетационный период считается окончившимся.

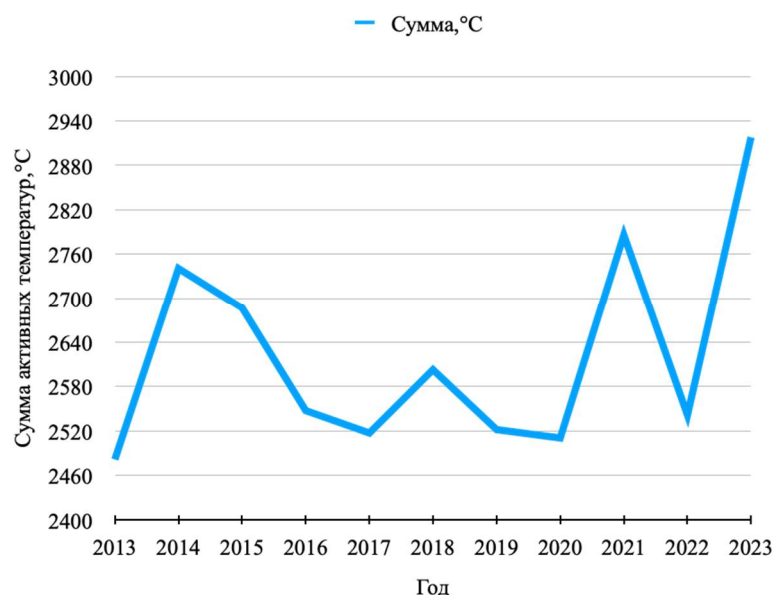


Рисунок 32 - Динамика среднегодовых сумм активной температуры.

Среднегодовое значение сумм активных температур приблизительно одинаковое, не меньше 2400°C и не больше 3000°C. Наименьшая сумма наблюдалась в 2013 году (2481,4°C). Самым теплым годом стал 2023, тогда было зафиксировано значение в 2918°C.

3.2 РЕСУРСЫ УВЛАЖНЕНИЯ

Известно, что вода играет ключевую роль в жизнедеятельности всех организмов. Она участвует в питании растений, растворяя полезные вещества, содержащиеся в почве и доставляя их в ткани. Помимо этого, вода отвечает за терморегуляцию растений, защищая от резких перепадов температур благодаря высокой теплоемкости [8,10].

В добавок ко всему вышеперечисленному, можно отметить другой немаловажный фактор, которым обладает вода – хорошая амортизация при механических воздействиях на растение [9].

При наличии достаточного увлажнения почвы растения создают постоянный поток влаги, который начинается с корневых волосков, распространяется по всему растению и заканчивается на листьях. Значительное количество

испаренной влаги должно компенсироваться равным количеством влаги, поглощенной корневой системой [9].

Если же запасы почвенной влаги невелики живые структуры могут перейти в состояние анабиоза, при котором обмен веществ существенно замедляется. Подобная реакция позволяет растениям пережить неблагоприятные погодные условия, например засуху или холодную зиму [9].

В течение года запасы влаги в почве непрерывно меняются. К концу осени количество выпадающих осадков заметно увеличивается, как и влагонасыщенность земли. Зимой, когда верхние слои почвы начинают промерзать, у нижней границы мерзлого слоя происходит обезвоживание почвы в процессе ледообразования. Весной объемы поглощения талых вод в основном зависит от их количества, общего насыщения почвы влагой за осенний период и от характера таяния снега [10].

Учет весеннего влагозапаса крайне необходим в регионах с засушливым климатом, так как летние осадки не снабжают растения необходимым количеством влаги. Зная величину продуктивной влаги к началу весны, можно заблаговременно спланировать высадку растений и подготовиться к проведению необходимых агротехнических мероприятий [10].

В таблице 16 представлена средняя высота снежного покрова в последнюю декаду февраля и запасы воды в снеге за 1993–2023 года. Данные были получены со станции Тимирязевский.

Таблица 16 - Средняя высота снежного покрова, см, средние запасы воды, мм,
Тимирязевский

Год	Средняя высота снежного покрова, см	Запасы воды, мм
1993	12	23
1994	15	32
1995	-	-
1996	7	16
1997	14	35
1998	-	-
1999	-	-
2000	26	51
2001	16	35
2002	10	21
2003	-	-
2004	14	31
2005	36	64
2006	9	18
2007	17	38
2008	10	23
2009	14	26
2010	31	46
2011	15	46
2012	3	-
2013	18	45
2014	-	-
2015	19	31
2016	4	15
2017	4	5
2018	-	-
2019	-	-
2020	5	10
2021	16	48
2022	5	11
2023	15	23
Среднее за год	14	30

Как мы видим из таблицы 16, высота снежного покрова и, соответственно, запасы воды в нем отличны в каждом году. В 1995, 1998, 1999, 2012, 2014, 2018 и 2019 годах осадки в твердом виде отсутствовали, либо же их было недостаточно для определения количества водных запасов.

В 2005 году наблюдался наибольший запас воды – 64 мм. Наименьший – в 2022 году (11 мм). Среднее значение за 30 лет составило 30 мм.

Почвы Приморского края отличаются высокой влагоемкостью, что является отрицательным фактором. Большие объемы летних осадков часто приводят к переувлажнению, поэтому поглощение талых вод может привести к ухудшению условий жизнедеятельности растений.

Для успешного выращивания сельскохозяйственных культур нельзя забывать о таких опасных явлениях как засухи, суховеи и иные засушливые явления, которые могут нанести огромный ущерб будущему урожаю.

Засушливость считается условиями, при которых растения испытывают дефицит влаги из-за несовпадения потребности растений во влаге с ее доступностью в почве. Для определения уровня засухи рассматривается общий недостаток влаги, который в свою очередь определяет уровень удовлетворения потребностей растений. При недостаточном количестве агротехнических мероприятий засушливые условия могут привести к пересыханию и гибели растений, тогда как объёмные работы агротехники предотвращают потерю посевов. Это свидетельствует о том, что для полной оценки условий формирования урожая необходимо учитывать не только засушливость погоды, но и меры, принимаемые для сохранения и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур [10].

Гидротермический коэффициент Г. Т. Селяникова

При оценке влагообеспеченности растений необходимо знать об их потребности во влаге и ее наличии в почве. В процессе своего развития растение потребляет большое количество воды, которая расходуется на транспирацию, формирование растительных тканей и сохранение тургора [8].

Для анализа условий увлажнения используют количество осадков за вегетационный период и их распределение во времени. Среднее многолетнее количество осадков демонстрирует лишь 50%-ную обеспеченность территории осадками. В действительности количество выпадающих осадков может меняться в течение года. Поэтому, чтобы правильно судить о влагообеспеченности культур, необходим расчет осадков различной обеспеченности [8].

Роль осадков в снабжении растений влагой зависит не только от их количества, но и от расхода испарения. Именно поэтому для оценки условий увлажнения территории используют отношение количества осадков к испаряемости или гидротермический коэффициент Селянинова. Он имеет вид:

$$\text{ГТК} = \frac{\Sigma r}{0.1 * \Sigma t_{\geq 10}} \quad (2)$$

Σr – сумма осадков за вегетационный период, мм

$\Sigma t_{\geq 10}$ – сумма температур выше 10°C.

Показатель ГТК позволяет определить степень увлажнения в регионе за период вегетации. При значении ГТК>1 условия увлажнения в данной местности считаются удовлетворительными.

Таблица 17 - градация ГТК

Засуха	ГТК	Уменьшение урожая, %
Слабая	0,6-1,0	25
Средняя	0,5-0,6	25-50
Сильная	0,4-0,5	>50
Очень сильная	<0,4	>50

Весенне-летние засухи представляют наибольшую угрозу для зернового хозяйства. Подобные неблагоприятные погодные условия охватывают основные зерновые районы страны.

По снижению запасов продуктивной влаги в пахотном слое можно определить дату начала и продолжительность действия засухи на растения.

Падение запасов влаги до значения 10–19 мм означают начало засушливого периода, а при запасах меньше 10 мм начинается засуха [4].

Для расчёта влагообеспеченности Приморского края ниже приведены данные за вегетационный период за 2013–2023 года.

Таблица 18 - количество осадков за вегетационный период и их сумма, сумма активной температуры с 2013 по 2023 год.

Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Сумма осадков, мм	Сумма актив. темп., °C
2013	34	120	68	360	163	58	62	865	2481,4
2014	10	123	72	201	48	142	39	635	2740,6
2015	42	57	118	113	246	27	97	700	2686,6
2016	77	133	251	87	306	101	122	1077	2547,4
2017	31	98	48	215	88	91	48	619	2517,1
2018	41	112	52	125	247	159	129	865	2602,7
2019	11	166	84	131	534	43	81	1050	2521,7
2020	26	73	287	30	198	138	37	789	2510,4
2021	36	62	102	24	30	120	55	429	2785,9
2022	21	67	189	202	99	157	38	773	2541,4
2023	85	44	310	179	558	12	6	1194	2918

Таблица 19 - гидротермический коэффициент и условия увлажнения каждого года с 2013 по 2023 год.

Год	ГТК	Условия увлажнения
2013	3,5	Избыточно влажные
2014	2,3	Избыточно влажные
2015	2,6	Избыточно влажные
2016	4,2	Избыточно влажные
2017	2,5	Избыточно влажные
2018	3,3	Избыточно влажные
2019	4,2	Избыточно влажные
2020	3,1	Избыточно влажные
2021	1,5	Удовлетворительные
2022	3,0	Избыточно влажные
2023	4,1	Избыточно влажные

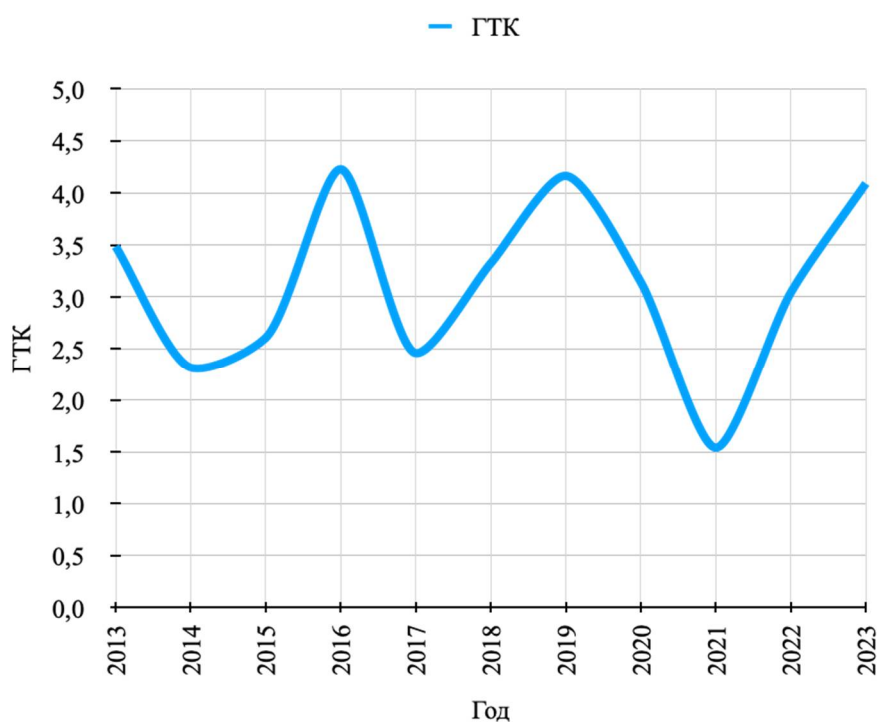


Рисунок 33 - Годовые показатели ГТК за 2013–2023 года

Проанализировав данные таблицы 17 и изучив рисунок 32, можно прийти к выводу, что в вегетационный период почва Приморского края

переувлажнена. Это связано с муссонным климатом данной местности, где летом нередко ливни.

Ни один из годов, в которые велись наблюдения, нельзя назвать засушливым, однако стоит отметить 2021 год, когда ГТК составлял 1,5. Именно этот год имел удовлетворительные условия увлажнения.

Самыми переувлажненными стали 2016 и 2019 года, тогда значение ГТК составило 4,2. Подобный переизбыток влаги также опасен, как и засуха. Чрезмерное количество воды в почве может привести к грибковым заболеваниям и гибели растения.

3.3. АНАЛИЗ ФОТОАКТИВНОЙ РАДИАЦИИ

Солнце является источником энергии всех метаболических процессов на Земле. Свет представляет собой электромагнитное излучение, которое в свою очередь распределяется по длинам волн (спектр электромагнитного излучения) [9].

Без света невозможен фотосинтез, растение не может формировать органы и производить урожай. Помимо всего прочего, количество солнечного света влияет на такие важные свойства растений, как зимостойкость и засухоустойчивость, стойкость к полеганию и т. д. [8].

Коротковолновая радиация имеет наибольшее значение для физиологических процессов, которые определяют жизнедеятельность растений. По биологическому воздействию ее подразделяют на ультрафиолетовую, фотосинтетически активную и ближнюю инфракрасную радиацию [9].

К концу дня, когда высота Солнца над горизонтом уменьшается, количество ультрафиолетовой радиации, достигающей поверхность земли, снижается. Так, например, на равнинной местности уровень радиации не так высок, как в горах, где этот показатель выше в 2–3 раза [9].

Таблица 20 - Биологическое значение различных участков спектра [9].

Вид радиации	Область спектра, мкм	Процент солнечной радиации	Эффект действия радиации на растение		
			Тепловой	Фотосинтез	Рост и развитие
Ультрафиолетовая	0,29...0,38	0...4	Несущественный	Несущественный	Существенный
ФАР	0,38...0,71	21...46	Существенный	Существенный	Существенный
Ближняя инфракрасная	0,71...4,00	50...79	Существенный	Несущественный	Существенный
Дальняя инфракрасная	> 4,00	–	Существенный	Несущественный	Существенный

Несмотря на то, что свет является основополагающим фактором жизнедеятельности всех организмов, длительное ультрафиолетовое излучение может привести к ожогам кожи у людей и животных и стать причиной разрушения белков. Основное последствие долгого пребывания под солнцем растения – это замедление процесса роста. В доказательство этому были проведены наблюдения, в ходе которых было выявлено, что в теплицах растения стремятся вверх быстрее по сравнению с растениями, произрастающими на открытой местности. Это связано с тем, что материал парника не пропускает большее количество ультрафиолетовой радиации [9].

Ближняя инфракрасная радиация, которая поглощается водой листьев и стеблей растений, значительно влияет на их тепловой баланс и способствует росту и развитию. В отличие от этого, дальняя инфракрасная радиация влияет преимущественно как источник тепла для растений, не оказывая существенного воздействия на их рост и развитие. В условиях высокогорий инфракрасная энергия увеличивается, что в значительной степени компенсирует дефицит тепла для растений, вызванный увеличением абсолютной высоты над уровнем моря [9].

Все ключевые физиологические процессы, такие как прорастание семян, синтез пигментов и фотосинтез, по большей части зависят от световой части солнечного спектра [7].

Основным процессом, на который напрямую влияет солнечная радиация, является фотосинтез растений. Известно, что урожайность сельскохозяйственных растений высока, если их потребности полностью удовлетворяются на протяжении всего вегетационного периода [8].

Часть спектра солнечного света, что участвует в фотосинтезе называется фотосинтетически активная радиация (ФАР). Величина ФАР ограничивается пределами длин волн 0,38–0,71 мкм [7].

Видимая часть спектра делится на красно-оранжевые, сине-фиолетовые и зеленые лучи. Последние обладают минимальной фотосинтетической активностью, тогда как при поглощении первых двух, фотосинтез протекает с наибольшей скоростью [7].

Органическое вещество растений, являющееся результатом фотосинтеза, составляет 90–95% всей сухой массы урожая. Из этого следует, что при создании урожая, фотосинтез, возникающий в процессе поглощения ФАР, играет наиболее важную роль [7].

Величину ФАР можно рассчитать по следующей формуле:

$$\Sigma Q_{\text{фар}} = 0,43\Sigma S' + 0,57\Sigma D \quad (3)$$

где $\Sigma Q_{\text{фар}}$ – суммарная фотосинтетически активная радиация (Дж/м²), $\Sigma S'$ – сумма прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность (Дж/м²), ΣD – сумма рассеянной солнечной радиации (Дж/м²) [9].

Для приближенного расчета ФАР используют данные о суммарной радиации с коэффициентом 0,52:

$$Q_{\text{фар}} = 0,52\Sigma Q \quad (4)$$

Ниже приведены данные о суммарной солнечной радиации Q и фотосинтетически активной радиации $Q_{\text{фар}}$ по Приморскому краю.

Исходя из данных таблицы 21, можно сделать вывод, что наибольшее количество фотосинтетически активной радиации на станции Новосельское наблюдалось в тёплое время года, а именно с мая по август.

Таблица 21 - Месячные и годовые суммы суммарной солнечной радиации и ФАР при ясной погоде МДж/м², Новосельское.

Месяц	Новосельское	ФАР
I	276	143,52
II	379	197,08
III	604	314,08
IV	746	387,92
V	896	465,92
VI	923	479,96
VII	909	472,68
VIII	778	404,56
IX	608	316,16
X	459	238,68
XI	297	154,44
XII	240	124,8
Год	7115	3699,8

Максимальное значение было зарегистрировано в июне (479,96 МДж/м²). Общее количество $Q_{\text{фар}}$ за год составило 3699,8 МДж/м².

По сравнению со станцией Новосельское, высокие значения ФАР на станции Рудная Пристань наблюдались с апреля по июль. Максимальный показатель также был зафиксирован в июне (488,28 МДж/м²). Годовое количество $Q_{\text{фар}}$ – 3739,84 МДж/м².

Таблица 22 - Месячные и годовые суммы суммарной солнечной радиации и ФАР при ясной погоде МДж/м², Рудная Пристань.

Месяц	Рудная Пристань	ФАР
I	274	142,48
II	376	195,52
III	594	308,88
IV	772	401,44
V	917	476,84
VI	939	488,28
VII	915	475,8
VIII	769	399,88
IX	622	323,44
X	468	243,36
XI	306	159,12
XII	240	124,8
Год	7192	3739,84

Таблица 23 - Месячные и годовые суммы суммарной солнечной радиации и ФАР при ясной погоде МДж/м², Тимирязевский.

Месяц	Тимирязевский	ФАР
I	263	136,76
II	366	190,32
III	581	302,12
IV	737	383,24
V	893	464,36
VI	912	474,24
VII	898	466,96
VIII	780	405,6
IX	611	317,72
X	460	239,2
XI	301	156,52
XII	226	117,52
Год	7028	3654,56

По таблице 23 видно, что на станции Тимирязевский большие показатели ФАР наблюдались с мая по август. В июле отмечалось наибольшее значение – 474,24 МДж/м². Общая сумма ФАР за год составила 3654,56 МДж/м².

Таблица 24 - Месячные и годовые суммы суммарной солнечной радиации и ФАР при ясной погоде МДж/м², Сад-Город.

Месяц	Сад-Город	ФАР
I	284	147,68
II	384	199,68
III	601	312,52
IV	744	386,88
V	892	463,84
VI	920	478,4
VII	894	464,88
VIII	778	404,56
IX	628	326,56
X	483	251,16
XI	311	161,72
XII	247	128,44
Год	7166	3726,32

На станции Сад-Город высокие показатели ФАР можно было наблюдать с мая по август. Так максимальное значение 478,7 МДж/м² пришлось на июнь, а суммарное количество составило 3726,32 МДж/м².

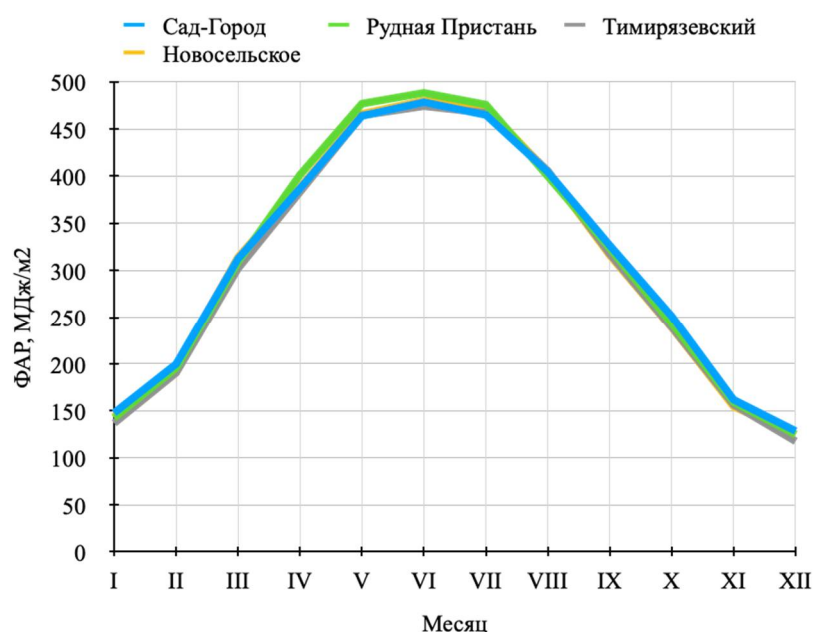


Рисунок 34 - Ежемесячные показатели ФАР по четырем станциям

Проанализировав представленные выше данные, можно прийти к выводу, что на всех четырех пунктах наблюдения ежемесячные показатели суммарной солнечной радиации и ФАР не имеют существенных различий.

Однако стоит обратить внимание на станцию Рудная Пристань, как видно из рисунка 34 именно здесь наблюдалось наибольшее количество ФАР за теплое время года по сравнению с остальными станциями. Так максимум составил 488,28 МДж/м² в июле.

Помимо высокого значения за летний период, годовая сумма фотосинтетически активной температуры на станции Рудная Пристань также больше сумм остальных станций (3739,84 МДж/м²).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, можно с уверенностью заявить, что все поставленные цели и задачи были успешно выполнены. В процессе исследования была дана оценка состояния агроклиматических условий Приморского края, в которую входит учет всех плюсов и минусов данного региона.

Проанализировав все предоставленные данные, мы имеем возможность выделить следующие факторы, непосредственно определяющие деятельность сельскохозяйственных предприятий:

1. Приморский край расположен в гористой местности в зоне муссонного климата. Летом погода отличается большим количеством ливневых дождей, а зимой – холодной температурой с малым количеством осадков. Помимо этого, с ходом сезонов изменяется направление ветра.
2. Идеальный для сельскохозяйственной отрасли сезон начинается в мае и заканчивается в октябре. В это время года наблюдаются необходимые для вегетации температуры и оптимальный радиационный режим
3. Выявленный, благодаря гидротермическому коэффициенту Г. Т. Селяникова, показатель увлажнения указывает на переизбыток влаги в почве, что является пагубным фактором для сельскохозяйственных культур.

Исходя из анализа метеорологических данных и расчётов агроклиматических показателей, можно заключить, что Приморский край имеет огромный потенциал для развития сельскохозяйственной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Г. С. Самойлова, М. Д. Горяченко и др. ПРИМОРСКИЙ КРАЙ – Большая Российская Энциклопедия;
2. ПГПБ им. А. М. Горького, электронный справочник «Территория: Приморский край» - <http://old.pgpb.ru/cd/terra/kray/prim03.htm>;
3. Дальневосточный Геологический Институт Дальневосточного Отделения Российской Академии Наук, Циркуляция Атмосферы - <http://www.fegi.ru/primorye/geogr/climate3.htm>;
4. Лосев А. П. Практикум по агрометеорологическому обеспечению растениеводства. – СБП; Гидрометеиздат, 1994;
5. Научно-прикладной справочник по климату СССР, серия 3, многолетние данные, части 1–6, выпуск 26, Приморский край;
6. <http://www.pogodaiklimat.ru>;
7. Н. И. СЕНИЦИНА, И. А. ГОЛЬЦБЕРГ, Э. А. СТРУННИКОВ. Агроклиматология, Гидрометеиздат, 1973;
8. Серякова Л.П. Агрометеорология, учебное пособие, Ленинград, 1978;
9. И. Г. Грингоф, А. Д. Клещенко Основы сельскохозяйственной метеорологии, Том I Потребность сельскохозяйственных культур в агроклиматологических условиях и пасные для сельскохозяйственного производства погодные условия, Обнинск, 2011;
10. Методы агрометеорологических прогнозов [учебное пособие], Уланова Е. С., Ленинград: Гидрометеиздат, 1 января 1959 г.;
11. <http://meteo.ru/data>