



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

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

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

На тему: «Пространственно- временное распределение засух на территории
Европейской части России»

Исполнитель Пономарев Александр Владимирович

Руководитель к.г.н., доцент, Иошпа Александр Рувимович

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«21 » Января 2025г.

Туапсе
2025

Введение	Error! Bookmark not defined.
1 Территориальное и временное распределение засухи на Европейской территории Российской Федерации	6
1.1 Засуха как метеорологическое явление предпосылки его развития	6
1.2 Статистика распределения засухи по регионам РФ	12
2 Предпосылки и динамика развития засух в Краснодарском крае	25
2.1 Типы засух и суховеев на территории Краснодарского края.....	26
2.2 Корреляция режима температуры и засух на территории Адыгеи в летний период.....	32
3 Пути прогнозирования засух с помощью спутниковых связей по показателям индекса аридности (AI) и отклонения осадков от нормы (индексу SPI)	40
Заключение	55
Список использованной литературы.....	57

Введение

Засуха, как опасное природное явление, определяется, прежде всего, метеорологическими факторами, несмотря на многообразие других факторов, вносящих свой вклад в её возникновение. Условия формирования, повторяемость и продолжительность климатически обусловленных засушливых периодов, в особенности в зернопроизводящих районах России, изучались и продолжают изучаться отечественными исследователями.

Засушливый пояс Европейской части России включает в себя огромную по площади территорию лесостепи, степи, сухой степи и полупустыни. Это главная житница страны, основа продовольственной безопасности, независимости и продовольственного благополучия населения. Значительная площадь представлена знаменитым плодородным чернозёмом, позволяющим устойчиво получать высокие урожаи.

Но его отличительной чертой является высокая степень засушливости, хронический дефицит влаги, неустойчивость, изменчивость погоды, частое проявление сильных и катастрофических засух.

Они относятся к категории особо опасных природных явлений, представляющих большую опасность для жизни страны и народа. Дефицит воды в регионе и сильные засухи определяет биопродуктивность и неустойчивость аграрного сектора экономики, часто на него сводят нелёгкий труд миллионов аграриев.

Поэтому к засухам обращено внимание не только профессионалов метеорологов и климатологов, но и многих других специалистов, учёных и практиков, связанных с землёй, сельским и лесным хозяйством, гидроэнергетикой, пожарами, медициной, службами по чрезвычайным ситуациям и катастрофам, всех жителей страны.

Засухи рассматриваются и изучаются с самых разных позиций, методологических подходов, причинно-следственных связей и факторов, всеобщих принципов самоорганизации сложных систем и процессов в природе.

Идёт накопление новых фактов, гипотез, парадигм, которые позволят климатологам создать устойчивое учение о засухах.

Засуха, как опасное природное явление, определяется, прежде всего, метеорологическими факторами, несмотря на многообразие других факторов, вносящих свой вклад в её возникновение. Условия формирования, повторяемость и продолжительность климатически обусловленных засушливых периодов, в особенности в зернопроизводящих районах России, изучались и продолжают изучаться отечественными исследователями

В последние годы, в связи с изучением экстремальной засухи 2010 г., по данной проблеме возросло количество иностранных публикаций. Предпринимаются попытки исследования пространственно-временной изменчивости различных характеристик засушливости по данным дистанционного зондирования. Повышенный интерес обусловлен, прежде всего, негативным влиянием засух на продуктивность сельского хозяйства и неустойчивостью характеристик засушливых периодов в условиях меняющегося климата.

Засуха на Европейской территории России (ЕТР) возникает при преобладающем антициклоническом режиме атмосферной циркуляции. Формирование антициклона здесь чаще всего связано с распространением отрога азорского антициклона на юг ЕТР и вторжением сухих быстро прогреваемых над континентом арктических масс воздуха.

Связь атмосферной засухи с макроциркуляционными процессами, а также метеорологические условия в предшествующие засухе месяцы, ее генезис и динамика в разные периоды наблюдения широкомасштабных засух на территории ЕТР в XX – начале XXI в. изучены автором ранее.

Актуальность исследований связана с регулярными существенными негативными последствиями гидрометеорологических опасных явлений для населения и хозяйства региона. К их числу относятся проблемы долгосрочного предсказания засух, установление закономерностей и особенностей их возникновения, связь антропогенной деятельностью человека,

Объект исследования – засуха как опасное метеорологическое явление

Предмет исследования – причины возникновения опасных явлений погоды и характер их проявления в разных районах Европейской части территории

Цель работы – рассмотреть характер опасных гидрометеорологических явлений и причины их возникновения.

Задачи:

- изучить засухи как метеорологическое явление и предпосылки его развития;
- обобщить материалы по статистике распределения засух по регионам РФ;
- рассмотреть динамику развития засух в Краснодарском крае и фактические случаи их возникновения;
- провести анализ корреляции режима температуры и интенсивности осадков и засух на территории Адыгеи в летний период;
- представить пути прогнозирования засух с помощью спутниковых связей по показателям индекса аридности (AI) и отклонения осадков от нормы (индексу SPI)
- обоснование мероприятий по снижению ущербов от ЧС метеорологического и гидрологического характера.

1 Территориальное и временное распределение засухи на Европейской территории Российской Федерации

1.1 Засуха как метеорологическое явление предпосылки его развития

Засуха – это серьезнейшая угроза экосистемам планеты, последствия которой ощутимы как для окружающей среды, так и для человеческого общества. В условиях глобального изменения климата, характеризующегося повышением средней температуры, частота, интенсивность и продолжительность засух, несомненно, усиливаются, что вызывает острую необходимость в углубленном изучении этого явления (рисунок 1.1).

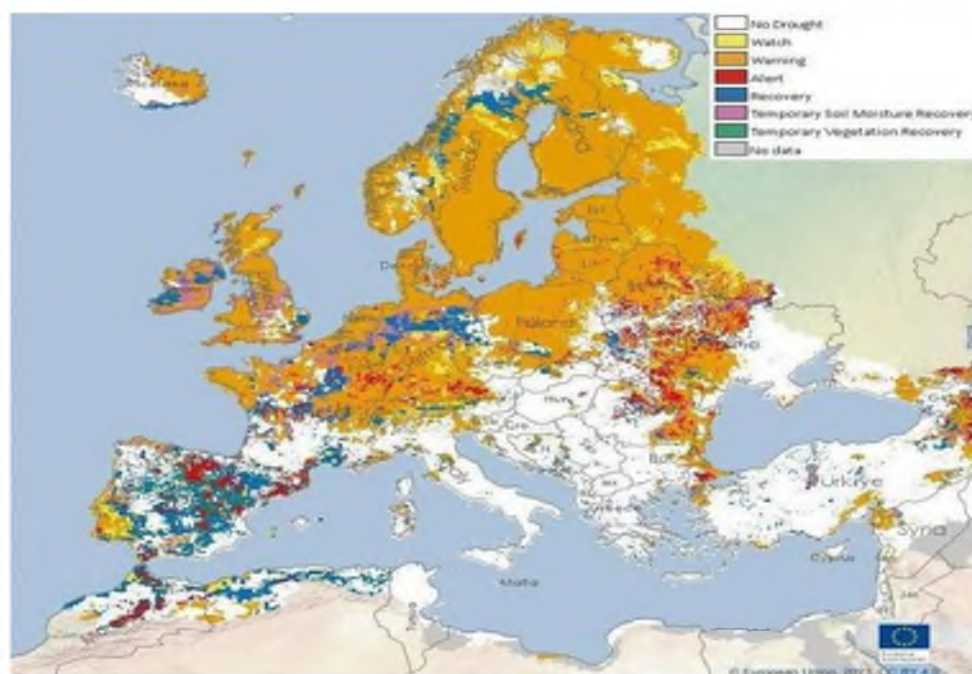


Рисунок 1.1- Территории ЕТР подверженные засухе

Помимо снижения урожайности сельскохозяйственных культур и дефицита пресной воды, засуха провоцирует опустынивание, лесные пожары, снижает биоразнообразие и приводит к экономическим потерям, затрагивая самые разные сферы жизни человека.

Второй оценочный доклад Росгидромета, охватывающий период с 1979 по 2012 год, подтверждает статистически значимое потепление на европейской территории России (ЕТР) как весной ($0,41^{\circ}\text{C}$ за 10 лет), так и летом ($0,59^{\circ}\text{C}$ за

10 лет).

Это свидетельствует о тенденции к усилению засушливых периодов. Важно отметить, что эти данные отражают лишь среднюю картину, в действительности же региональные различия могут быть существенными. Некоторые регионы ЕТР испытывают более значительное потепление, чем другие, что сказывается на уязвимости к засухам.

Например, южные регионы, изначально более засушливые, становятся еще более подверженными экстремальным погодным явлениям. Исследование Поповой и соавторов (2015) устанавливает связь между летним потеплением на ЕТР в конце XX и начале XXI веков и изменениями в крупномасштабной атмосферной циркуляции. (рисунок 1.2)



Рисунок 1.2 - Градации засух в 2024 году

Изменения температуры океанических вод, особенно в таких районах, как Атлантический океан и Северная Атлантика, могут существенно воздействовать на атмосферные процессы и, следовательно, на формирование осадков над ЕТР. Например, потепление вод Атлантики может способствовать

усилению испарения и увеличению влажности воздуха, но также и изменению траекторий циклонов, что в некоторых случаях может привести к уменьшению осадков над определёнными регионами[1, с 24].. * *

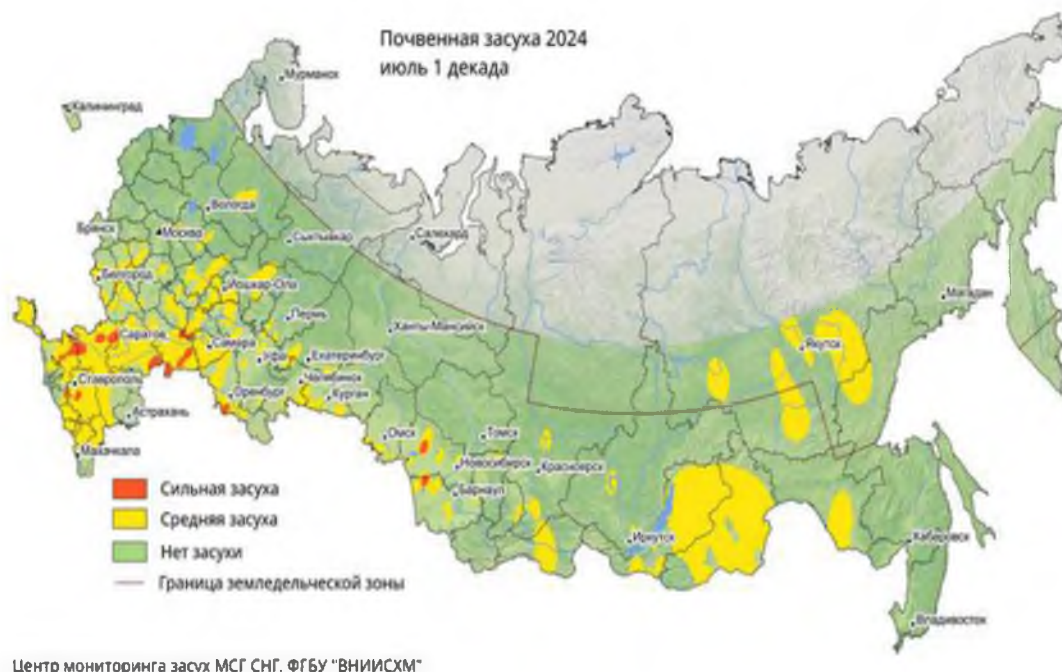


Рисунок 1.3- Почвенная засуха 2024 года

Это говорит о том, что засуха – явление комплексное, обусловленное не только локальными климатическими факторами, но и глобальными атмосферными процессами. Изменение атмосферных потоков, таких как западный перенос и его колебания, может приводить к длительным периодам антициклональной погоды, характеризующейся отсутствием осадков и высокой температурой воздуха.

Эти атмосферные блокировки способны удерживать засушливые условия на одной территории в течение длительного времени. Механизмы формирования засухи невероятно сложны и многофакторны.

Влияние крупномасштабных атмосферных процессов, как уже было упомянуто, играет важную роль. Однако, на возникновение и интенсивность засух также влияют: Аномалии температуры поверхности океана (АТПО) [6, с. 13].

Мохов и Петухов (1997) обнаружили, что за последние десятилетия XX века общее потепление поверхности Земли привело к увеличению времени формирования и продолжительности таких «блокингов» в Северном полушарии.

Для метеостанций, расположенных к югу от 57-й параллели в Восточной части России в период с 1963 по 1994 год и с 1995 по 2014 год были нормализованы с использованием средних значений и стандартных отклонений для каждой станции.

Засухи, как опасное явление в мировом масштабе занимают лишь 9 процентов от общего числа опасных явлений . однако надо полагать в России с ее обводненностью и лесами и того меньше. (рисунок 1.4).

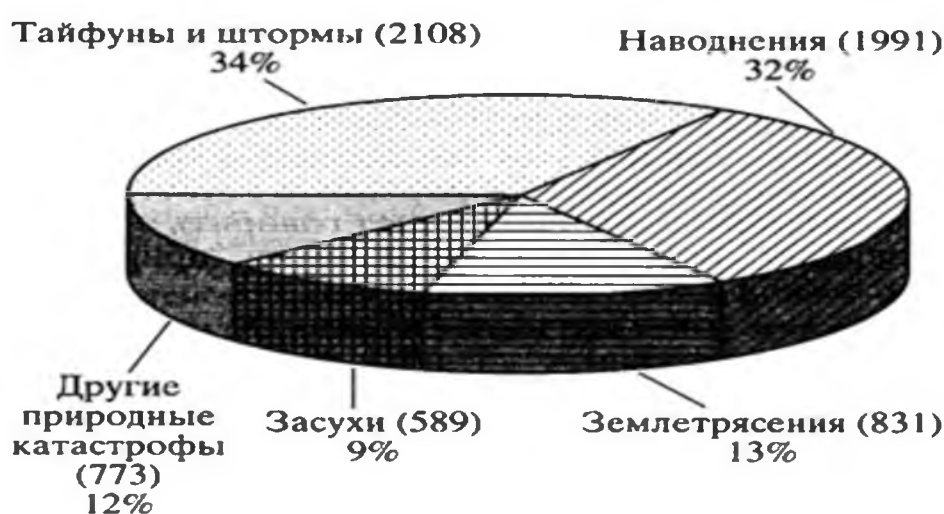


Рисунок 1.4 - Природные катастрофы в мире на рубеже XXI века

Известный ученый Щербенко Е.В и др. в своих научных трудах сделали заключение, что «засуха — это естественное явление, которое возникает из-за атмосферных процессов с длительными периодами без осадков или их существенным уменьшением по сравнению со средним количеством за многие годы»(рисунок 1.5)



Рисунок 1.5 - Природные катастрофы в мире на рубеже XXI века (Осипов, 2001)

Это говорит о том, что засуха – явление комплексное, обусловленное не только локальными климатическими факторами, но и глобальными атмосферными процессами.

Изменение атмосферных потоков, таких как западный перенос и его колебания, может приводить к длительным периодам антициклональной погоды, характеризующейся отсутствием осадков и высокой температурой воздуха[3, с. 21]..

Эти атмосферные блокировки способны удерживать засушливые условия на одной территории в течение длительного времени. Механизмы формирования засухи невероятно сложны и многофакторны.

Влияние крупномасштабных атмосферных процессов, как уже было упомянуто, играет важную роль.

Однако, на возникновение и интенсивность засух также влияют (рисунок 1.6):



Рисунок 1.6- Схема развития засухи

Разрабатываются новые индикаторы засухи, более точно отражающие её комплексное влияние на экосистемы и человеческое общество. Понимание механизмов формирования засухи и развитие эффективных методов прогнозирования крайне важны для разработки мер по адаптации к изменению климата и минимизации негативных последствий засух.

Это включает в себя разработку засухоустойчивых сортов сельскохозяйственных культур, оптимизацию систем орошения, улучшение управления водными ресурсами, а также формирование системы раннего предупреждения о засухах для своевременного принятия мер.

Снежный покров играет важную роль в водном балансе региона. Сокращение его площади и уменьшение толщины снежного слоя приводят к уменьшению запасов влаги в почве, что усиливает последствия засухи. *
Изменение почвенного влага.

Структура почвы, её способность удерживать влагу, также является важным фактором. Деградация почв, вызванная, например, эрозией или

неправильным использованием земель, снижает её влагоемкость и способствует более быстрому наступлению засухи. *

Антропогенное воздействие: вырубка лесов, изменение землепользования, интенсивное орошение и другие виды антропогенной деятельности могут существенно изменять локальный климат и повышать уязвимость к засухам.

Критерии определения опасной засухи, используемые Росгидрометом, основаны на сочетании продолжительности засушливого периода (30 дней и более), высоких температур воздуха (25°C на севере и 30°C на юге ЕТР) и минимального количества осадков (менее 5 мм).

Эти критерии, хотя и являются важными, не охватывают всех аспектов воздействия засухи.

Например, они не учитывают почвенную влагу, которая может быть критическим фактором для развития сельскохозяйственных культур даже при наличии незначительных осадков.

Современные исследования активно используют спутниковые данные, климатические модели высокого разрешения и методы дистанционного зондирования для более точного прогнозирования засух и оценки их воздействия.

1.2 Статистика распределения засухи по регионам РФ

Статистическая достоверность результатов, большинством исследователей, была определена с использованием критерия Стьюдента (t-теста с уровнем значимости 0,95) для временных последовательностей различной продолжительности.

Так по последним данным, уже в первой декаде июля в Северо-Западном федеральном округе преобладала более тёплая погода, чем обычно.

Средняя температура воздуха превышала средние многолетние значения на востоке округа на 3–6 градусов, на западе — на 2–5 градусов, а местами на

западе находилась в пределах нормы. Дожди шли неравномерно, их общее количество за декаду колебалось от 2 до 90 миллиметров. Наибольшее количество осадков было зафиксировано на западе округа. Запас продуктивной влаги в почве на глубине 0–20 сантиметров для сельскохозяйственных культур в основном достаточен. В Архангельской области был обнаружен один очаг засухи средней интенсивности[7, с. 18].

А вот в Центральном федеральном округе в среднем за ряд лет, стояла жаркая погода, средняя температура воздуха за декаду была на 2–6 градусов выше нормы. Сумма осадков в южной половине округа варьировалась от 0 до 37 миллиметров, а в северной — от 2 до 77 миллиметров.

Запасы влаги в пахотном слое почвы в южной половине округа были от достаточных до пониженных (менее 20 миллиметров), а в северной — преимущественно достаточными, местами пониженными (менее 20 миллиметров) по конкретным данным в некоторых участках Ростовской области, уровень влажности достигал настолько низких значений (меньше 10 миллиметров), чему способствовали атмосферные засухи средней и сильной интенсивности, или почвенные засухи (рисунок 1.7)



Рисунок 1.7- Влияние засухи на урожай Ростовской области

Почвенная засуха наблюдалась в Ростовской, Волгоградской областях и Краснодарском крае.



Рисунок 1.8 - - Повторяемость засух на ЕТР

В Южном федеральном округе, средняя температура за истекший период оказалась на 3–6 градусов выше нормы. Влагосодержание пахотного слоя почвы под сельскохозяйственными культурами в основном низкое (менее 20 миллиметров) или очень низкое (менее 10 миллиметров), но на некоторых полях оно достаточное.

Средние показатели за последнее десятилетие в Приволжском федеральном округе превысили температурный режим, превышал норму на 1–6 градусов. Осадков выпадало в основном от 0 до 28 миллиметров, в некоторых районах — от 31 до 61 миллиметра.

Запас продуктивной влаги в пахотном слое почвы в юго-западной части округа варьировался от достаточного до пониженного уровня (менее 20 миллиметров) и низкого уровня (менее 10 миллиметров). В северо-восточной

части влагозапасы в слое почвы 0–20 сантиметров в основном находились на уровне от достаточного до пониженного (менее 20 миллиметров).

В частности, в Северо-Кавказском федеральном округе была на 2–5 градусов выше среднего многолетнего значения. На большей части территории округа осадков практически не было, только в некоторых районах их количество за декаду составляло от 11 до 19 миллиметра[11, с.124].в.

Запас продуктивной влаги в пахотном слое почвы в основном низкий (менее 10 миллиметров), на отдельных полях южной части округа пониженный (менее 20 миллиметров) и достаточный. В Ставропольском крае и Карачаево-Черкессии также наблюдалась почвенная засуха.

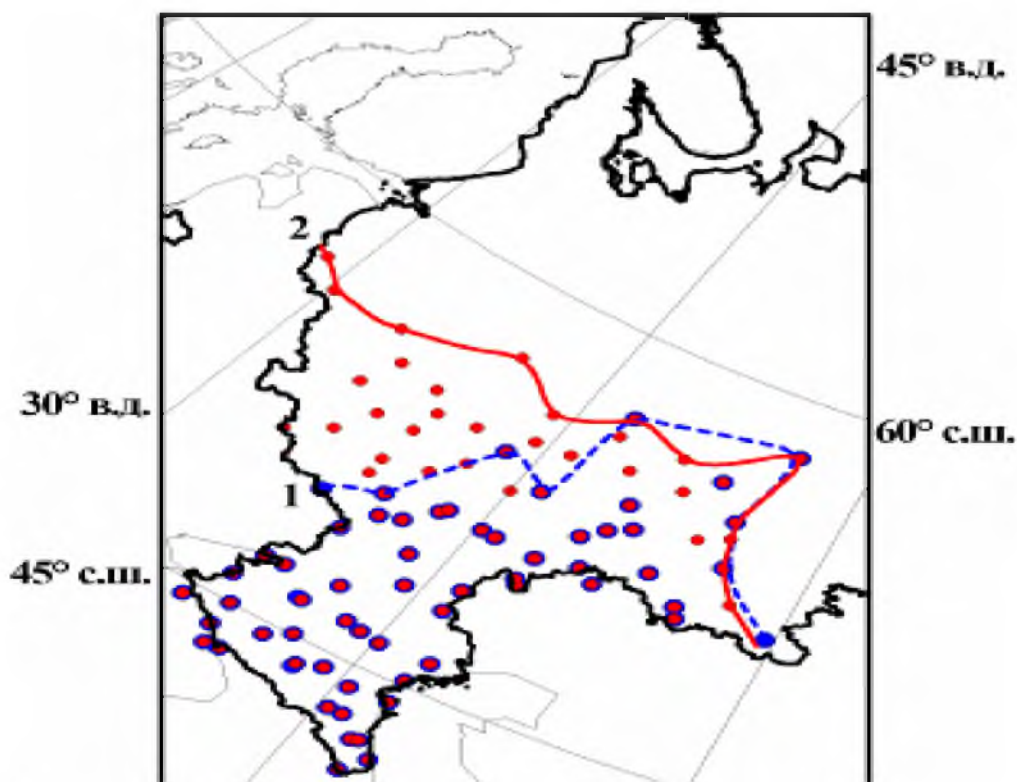


Рисунок 1.9 – Расположение метеостанций, с наблюдениями высоких температур с 1963-1994 гг. (синими кружками) и 1995-2014 гг. (красными кружками) с условной северной границей (1) и (2)

Юг и юго-восток Европейской части России (ЕЧР) подвержены опасным атмосферным засухам (ОАЗ), которые чаще всего начинаются в конце июня – начале июля. Анализ данных за период с 1963 по 1994 год показал

значительную географическую вариативность частоты ОАЗ.

За этот период частота ОАЗ в широколиственно-лесной и лесостепной зоне увеличилась на 10 случаев за столетие, а в степной зоне – на 20-30 случаев. Наибольший рост (30-40 случаев за столетие) был зафиксирован на юго-востоке ЕЧР. Это обусловлено совокупным влиянием повышения летних температур и статистически значимого сокращения количества дней с осадками. Роль повышения температуры воздуха многогранна.

В широколиственно-лесных и лесостепных зонах она составляла от 3 до 6 случаев за столетие, тогда как в степной зоне – от 6 до 60 случаев, достигая наивысших значений (40-80 случаев за столетие) в полупустынной зоне Прикаспийской низменности.

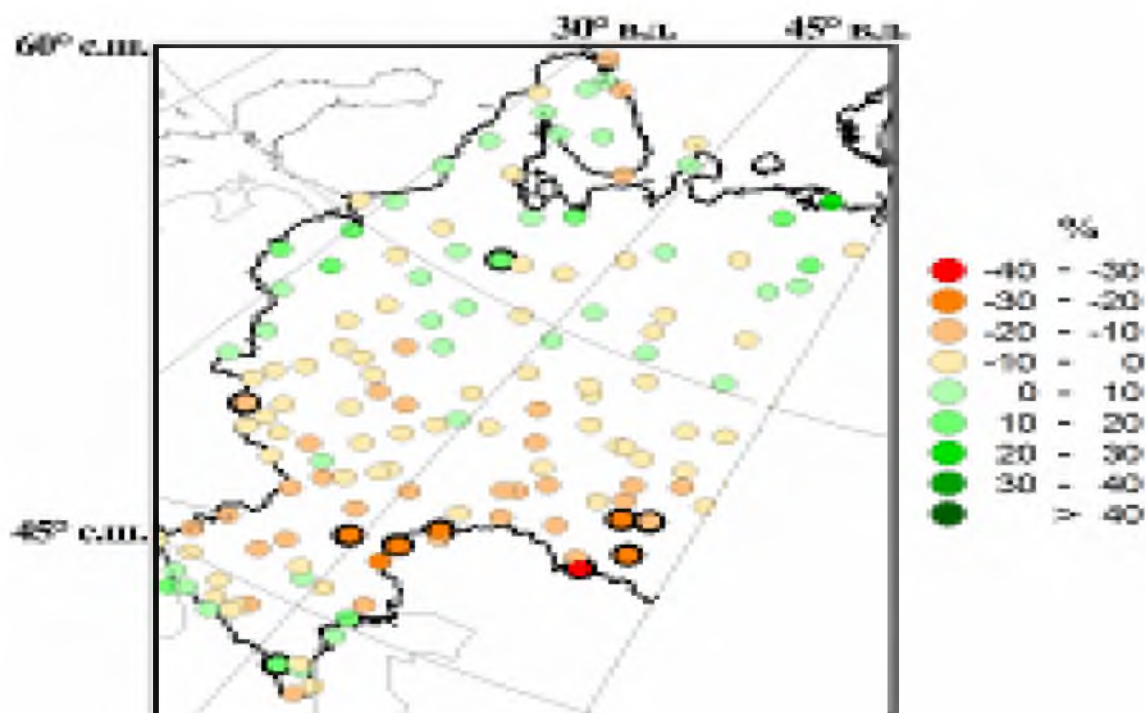


Рисунок 1.10 – % перехода от эффективных осадков на метеостанциях ЕТР в мае (а) и в среднем за лето (б) в период 1995-2014 гг. по сравнению с 1963-1994 гг.

Эти данные свидетельствуют о прямой зависимости частоты засух от климатической зоны и уровня испаряемости. Чем южнее и суше регион, тем выше вероятность возникновения и большей интенсивности засухи. Важно отметить, что определение «опасная атмосферная засуха» предполагает

комплексный анализ метеорологических параметров.

Это не просто длительный период без осадков, а сочетание недостатка влаги в почве, высоких температур воздуха, низкой относительной влажности, сильных ветров, что в совокупности негативно сказывается на сельском хозяйстве и экосистемах. Критерии оценки ОАЗ могут варьироваться в зависимости от используемых методик и учитываемых факторов (например, глубина промерзания почвы, запасы влаги в различных горизонтах почвенного профиля, интенсивность испарения).

Увеличение количества дней с эффективными осадками (то есть осадками, которые действительно проникают в почву и доступны растениям) и уменьшение количества дней без осадков, безусловно, снижают вероятность засухи[13, с. 124]..

Таблица 1.1 -Классификация засух на основе индекса засушливости ГТК и индекса суровости засухи Палмера

Тип засухи	Индекс Педея	Нормированная аномалия ГТК	Индекс Палмера
Слабая	$1 \leq S < 2$	$-1.25 < ГТК_{norm} \leq -1$	$-2 < PDSI \leq -1$
Умеренная	$2 \leq S < 3$	$1.5 < ГТК_{norm} \leq -1.25$	$-3 < PDSI \leq -2$
Сильная	$3 \leq S < 4$	$-1.75 < ГТК_{norm} \leq -1.5$	$-4 < PDSI \leq -3$
Эстремальная	$S \geq 4$	$ГТК_{norm} \leq -1.75$	$PDSI \leq -4$

Однако, увеличение продолжительности периодов без осадков, даже при наличии небольшого количества осадков в другие дни, резко повышает риск развития ОАЗ, поскольку накопленного недостатка влаги может оказаться достаточно для критического снижения продуктивности растений.

Значительное изменение климата в период с 1995 по 2014 год, характеризующееся ростом средней летней температуры южнее 57° с.ш., привело к неминуемому увеличению частоты ОАЗ.

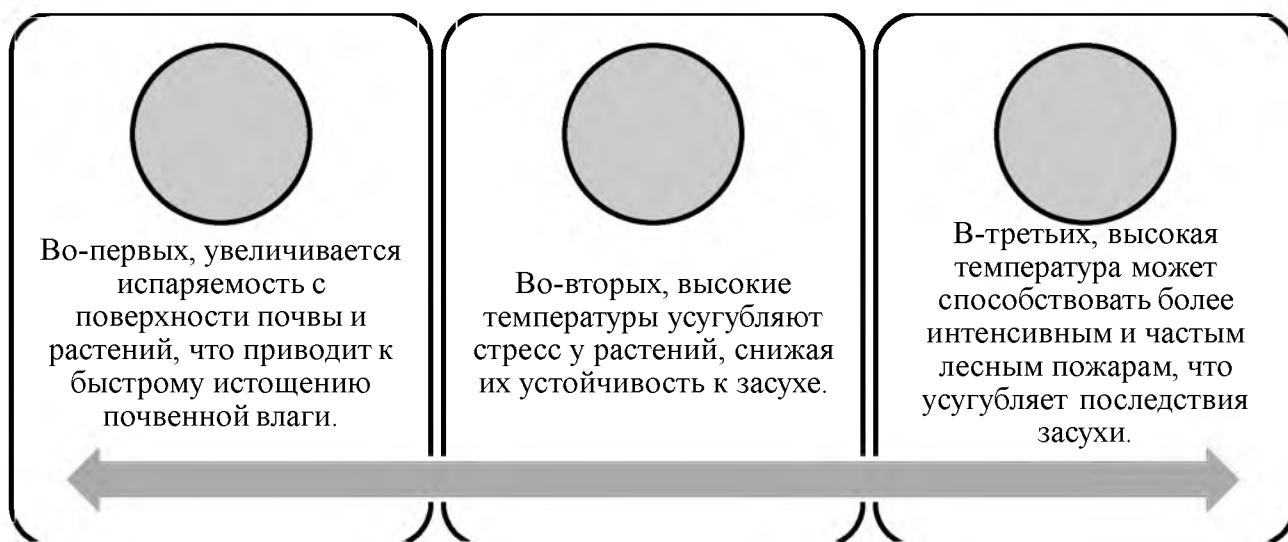


Рисунок 1.11- метеорологические предпосылки развития я засух

Сокращение количества дней с осадками, в свою очередь, напрямую уменьшает поступление воды в почву, что критически важно для роста растений.

Более того, изменение характера осадков – усиление интенсивности ливней с последующими периодами засухи, также способствует усугублению ситуации, так как большая часть осадков стекает, не успевая пропитать почву. На частоту и интенсивность засух влияют и глобальные климатические явления, такие как Эль-Ниньо/Южная осцилляция и квазидвухлетняя осцилляция (QBO) в тропической стратосфере.

Например, различные фазы QBO оказывают заметное влияние на атмосферную циркуляцию в ЕЧР, что влияет на характер распределения осадков и, как следствие, на вероятность возникновения ОАЗ.

Исследования показали существенную корреляцию между фазами QBO и урожайностью зерновых культур на юге ЕЧР, опосредованно через влияние на частоту сильных засух. Прогнозирование ОАЗ является сложной задачей, требующей комплексного подхода, учитывающего как мезомасштабные, так и крупномасштабные климатические процессы.

Для повышения точности прогнозов необходимы более детальные исследования взаимодействия различных климатических факторов и их

влияния на региональный водный баланс.



Рисунок 1.12 - Карта сильнейшей засухи на ЕЧР 2021 года

Изучение изменений в масштабах сильных засух на территории Европейской части России (ЕТР) в период с мая по август 1936–2010 годов позволяет выявить важные тенденции, которые могут быть полезны для понимания климатических изменений и их последствий.

Началом сильнейшей засухи мы полагаем 1936 год, когда крупномасштабная сильная засуха охватывала 19% территории ЕТР. В последующие годы ситуация варьировалась: в 1938 году этот показатель увеличился до 22%, а в 1939 году снизился до 18%.

Однако в 1972 году произошел резкий скачок до 38%, что говорит о значительных климатических изменениях в тот период. В 2010 году засуха вновь затронула 25% территории, демонстрируя, что проблема остается актуальной и в современности.

Анализ площади сильной засухи, рассчитанной по индексу Педя, также показывает интересные изменения. В 1936 году этот индекс составил 23%, в 1938 году – 15%, в 1972 году – 36%, в 1981 году – 13% и, наконец, в 2010 году достиг рекордных 50%. Эти данные подчеркивают, что 2010 год стал особенно критичным для региона, так как половина территории оказалась под воздействием сильной засухи(рисунок 2.11).



Рисунок 1.13 – Пример почвенной засухи в 2010 году

Согласно наблюдениям, в 2010 году сильная засуха проявилась в Центральном федеральном округе только в июле, охватив 20% территории, но уже в августе ситуация ухудшилась, и засуха распространилась на 57% округа

Интересно отметить, что в этом году экстремальная засуха в период с мая по август не наблюдалась, что может свидетельствовать о том, что климатические условия в этом сезоне были более стабильными по сравнению с предыдущими годами. Долгосрочные наблюдения показывают, что продолжительная обширная экстремальная засуха фиксировалась в течение четырех месяцев в 1936, 1939 и 2010 годах, а также в течение трех месяцев в 1975 году[17, с. 24]..

Важно отметить, что в 1936, 1939, 1940, 1972, 1975 и 2010 годах

площадь, охваченная сильной засухой, постепенно увеличивалась с мая по август. Однако в 1937, 1950 и 1975 годах наибольшая площадь была затронута засухой именно в мае, что указывает на определенные аномалии в климатических условиях.



Рисунок 1.14 – Вид подсолнечника охваченный засухой 1975 года

В 2010 году сильная и экстремальная обширная засуха началась в мае в центральной части Приволжского федерального округа, охватив 16% и 4% территории соответственно. В течение июня и августа ситуация ухудшалась: в июне сильная засуха распространилась на юг и юго-восток, затронув 40% всей площади округа. В июле этот показатель увеличился до 60%, а в августе достиг 64%. Экстремальная засуха наблюдалась в июне на 8% территории, в июле – на 48%, в августе – на 40%.

Таким образом, в 2010 году сильная и экстремальная обширная засуха фиксировалась на протяжении всех четырех месяцев, что подчеркивает серьезность климатической ситуации в данном регионе. Важно отметить, что засуха не только влияет на сельское хозяйство, но и на экосистемы, водные ресурсы и здоровье населения.

В условиях засухи наблюдается снижение урожайности, что может привести к продовольственным кризисам. Кроме того, засуха способствует увеличению риска лесных пожаров, ухудшает качество воды и создает условия

для распространения заболеваний, связанных с дефицитом воды. Климатические изменения, такие как глобальное потепление, также могут оказывать влияние на частоту и интенсивность засух.

На Европейской территории России в годовом ходе суховеи чаще всего можно ожидать в пределах от конца июля до начала сентября, а в суточном ходе чаще всего суховеи наблюдаются в послеобеденное время.

Продолжительность суховеев для Европейской территории России не превышает 4 дней, в аномальные годы это может быть и до 8 дней.

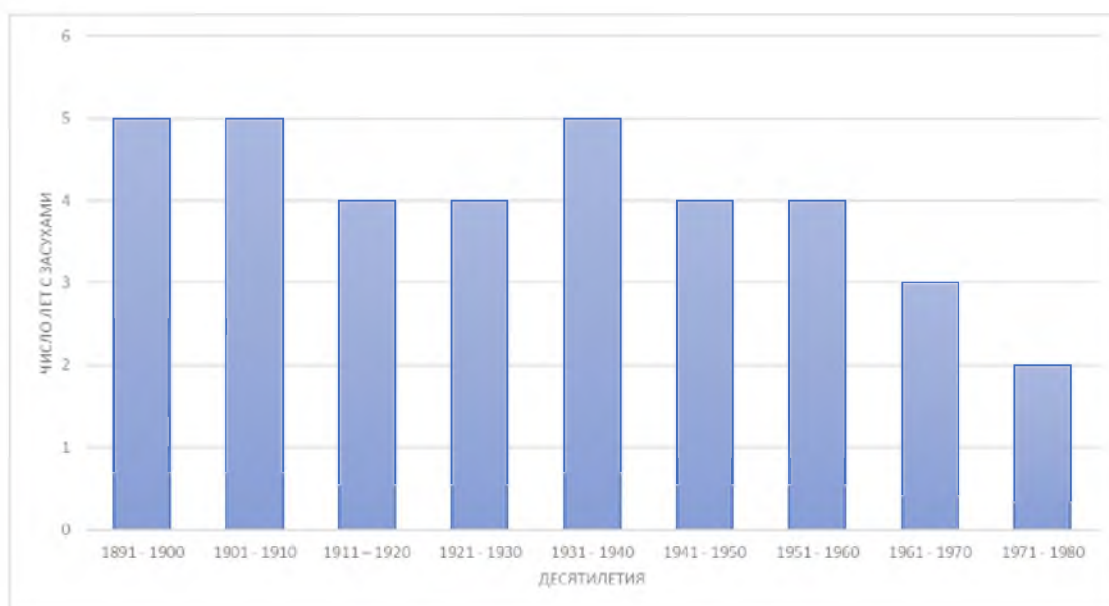


Рисунок 1.15- Динамика засух на ЕТР России за период с 1891 по 1980 г.

Исходя из исследований Елены Сергеевны Улановой, урожай зерновых существенно снижался в начале 50-х и конца 80-х годов прошлого века.

В эти отрезки времени отмечались одна серьезная засуха и два крайне сухих периода.

Анализ периодичности подобных явлений осложняется множеством влияющих факторов, но стоит подчеркнуть усиление засушливых условий в начале каждого десятилетия 20 века.

Вторая половина XX столетия характеризуется сменой сильных засух на средние и локальные (в пределах 5-6 административных районов).

Тем не менее, исключительным случаем стал рекордный урожай зерновых в России в 2001 году, что подчеркивает отсутствие четкой периодичности засухи во времени.

Исследования Е.С. Улановой выявили вероятность средних и сильных засух для ключевых регионов страны — основных зон возделывания зерновых культур (таблица 1.2).

Данные охватывают период с 1891 по 1985 год, демонстрируя динамику атмосферной сухости в стране.

Таблица 1.2 - Вероятность сильных и средних засух на территории России (1891-1985 гг.).

Территория	Число засух			Вероятность засух, %		
	средних	сильных	всего	средних	сильных	всего
Центрально-Черноземные обл.	11	11	22	12	12	24
Волго-Вятский и Центральный районы (южная половина)	10	7	17	10	7	17
Северный Кавказ	14	14	28	15	15	30
Нижнее Поволжье	16	22	38	17	23	40
Среднее Поволжье	18	16	34	19	17	36
Южный Урал	18	22	40	19	23	42
Средний Урал	11	8	19	12	8	20
Западная Сибирь (степные районы)	16	9	25	17	9	26

На большей части территории западной половины округа наблюдалась атмосферная засуха средней и сильной интенсивности, а в восточной половине — только в отдельных районах. В Саратовской, Ульяновской и Оренбургской областях сохранялась почвенная засуха.

За Уралом, где среднемесячная температура повысилась на 1–4 градуса выше средних многолетних значений.

В Свердловской и Челябинской областях было сухо, а количество осадков в Курганской и Тюменской областях колебалось от 0 до 21 миллиметра, в некоторых местах Тюменской области достигая 32–65

миллиметров. Влажность почвы в слое 0–20 сантиметров в основном была достаточной, но на некоторых полях снизилась до уровня менее 20 миллиметров.

Рисунок 1.16 наглядно демонстрирует зональность территории Восточной – Европейской равнины числу дней и продолжительность суховеев.

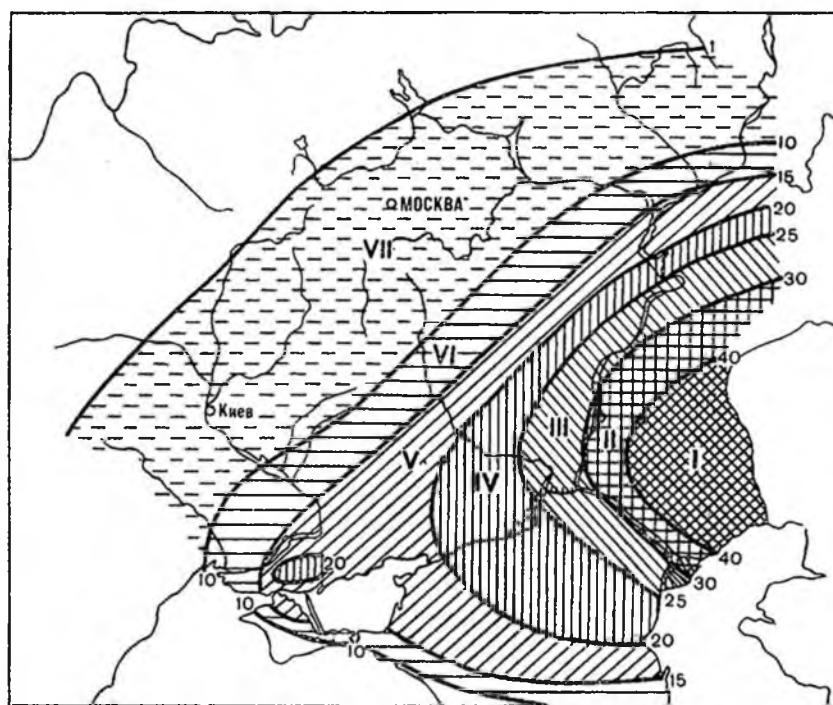


Рисунок 1.16- Степень подверженности суховеям Русской равнины (Грингоф, 2011 г.)

I – Прикаспийский, II – Заволжский, III – Приволжский, IV – Кубанский,

V – Придонский, VI – Приднепровский, VII – Западный

Обобщая статистический материал следует сделать вывод, что увеличение температуры, изменение режима осадков и другие факторы могут привести к тому, что засухи будут происходить чаще и будут более продолжительными.

Это подчеркивает необходимость разработки эффективных стратегий адаптации к изменению климата, включая улучшение управления водными ресурсами, внедрение устойчивых методов сельского хозяйства и повышение

осведомленности населения о последствиях климатических изменений.

Разработка новых методов прогнозирования, включающих высокоразрешающие климатические модели и усовершенствованные методы обработки спутниковых данных, является приоритетным направлением в борьбе с последствиями засух.

Это позволит своевременно принимать меры по адаптации сельского хозяйства и обеспечению водных ресурсов в засушливых регионах ЕЧР. Кроме того, необходимы меры по сохранению лесов и улучшению состояния почв, что способствует повышению устойчивости экосистем к засухам.

В заключение, анализ изменений в масштабах сильных засух на территории ЕТР в период с 1936 по 2010 годы показывает, что проблема засухи остается актуальной и требует внимания как со стороны ученых, так и со стороны государственных структур. Необходимо продолжать мониторинг климатических изменений и разрабатывать стратегии по смягчению их последствий, чтобы обеспечить устойчивое развитие региона и защиту его природных ресурсов.

2.1 Типы засух и суховеев на территории Краснодарского края

Многолетние исследования ученых утверждают, что чаще всего засухи и суховеи возникают в силу ряда обстоятельств им сопутствующих, которые объединены в следующие:

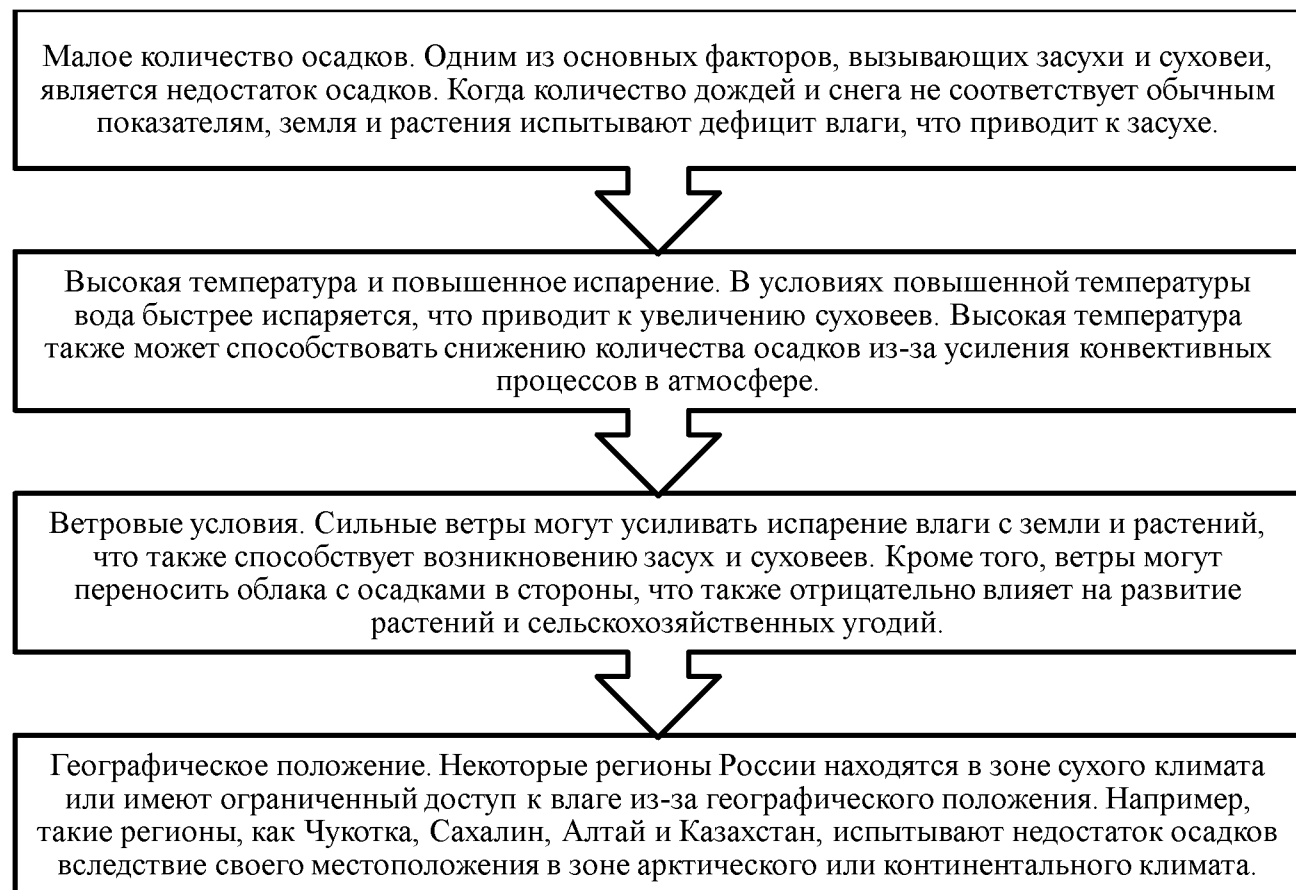


Рисунок 2.1 - Основные показатели вызывающие эти явления

Эти факторы вместе или по отдельности могут привести к возникновению засух и суховеев. Понимание этих факторов позволяет разработать более эффективные меры для борьбы с возникновением и последствиями этих климатических явлений.

Глобальное потепление приводит к изменению климатических условий на планете, что в свою очередь влияет на водный баланс и образование засух. Интенсивные и продолжительные засухи становятся все более

распространенными, что может привести к серьезным последствиям для биологических систем и сельского хозяйства.

Повышение температуры и увеличение испарения воды из почвы являются прямыми следствиями глобального потепления. Вместе с тем, увеличивается риск возникновения лесных и торфяных пожаров, что может способствовать формированию суховеев.

Отсутствие адекватного количества осадков и повышенная испаряемость воды стимулируют процессы эвапотранспирации и приводят к обезвоживанию растений и повышению риска возникновения засух.

Таблица 2.1 - Причинно-следственные связи формирования засух

Причины	Последствия
Увеличение температуры	Сокращение урожайности сельскохозяйственных культур
Недостаток осадков	Снижение уровня водоносных слоев и устойчивых недревесных растений
Изменение климатических условий	Увеличение площади поврежденных лесных угодий

Результатом глобального потепления является увеличение частоты и интенсивности засух и суховеев в различных регионах России. Эти явления оказывают негативное воздействие на экономику, экологию и жизнь людей в целом. Для смягчения последствий засух и суховеев необходимо проводить мероприятия по борьбе с глобальным потеплением, а также использовать эффективные методы адаптации к изменяющимся климатическим условиям.

Для Краснодарского края на первом месте по размерам экономических убытков стоят экстремальные засухи.

Суховой – это не просто жаркий ветер, а сложное метеорологическое явление, характеризующееся сочетанием нескольких факторов: низкой относительной влажностью воздуха, высокой температурой приземного слоя атмосферы и ветром, скорость которого часто превышает 5 м/с, а иногда достигает штормовых значений. Важно отметить, что сухой – это не только

летнее явление[12, с. 74].

Хотя именно летом его проявления наиболее часты и интенсивны, суховейные условия могут наблюдаться и весной, и осенью, особенно в степных и лесостепных зонах, при относительно невысоких температурах воздуха. В таких случаях решающим фактором становится низкая влажность, вызывающая быстрое иссушение почвы и негативно влияющая на сельское хозяйство.

Географическое распределение суховеев также неоднородно. На равнинных территориях России, например, число дней с суховеями может достигать 60-80 в год, а в северо-восточных регионах – даже до 90. Из этого количества 5-10 дней обычно характеризуются интенсивностью, способной нанести значительный ущерб сельскому хозяйству и окружающей среде. Пик суховейной активности приходится на июль

. В то же время, на Черноморском побережье Кавказа суховеи встречаются гораздо реже (10-15 дней за лето в северной части) и, как правило, обладают слабой интенсивностью.

В горных районах, из-за особенностей рельефа и циркуляции воздуха, суховеи практически не наблюдаются. Суховеи тесно связаны с засухами, которые, в зависимости от времени года, разделяют на три основных типа: весенние, летние и осенние.

Каждый тип имеет свои особенности и последствия. ****Весенняя засуха**** характеризуется прежде всего крайне низкой относительной влажностью воздуха. Это приводит к быстрому иссушению верхнего слоя почвы, что особенно критично для яровых культур.

Недостаток влаги замедляет прорастание семян, ослабляет всходы, уменьшает количество колосков в колосе (у злаковых культур) и число побегов у озимых в период кущения. Ранневесенние суховеи также могут повреждать почки на плодовых деревьях и кустарниках, снижая будущий урожай.

Помимо непосредственного иссушения, низкая влажность способствует развитию заболеваний растений, ослабляя их иммунитет и делая их более

уязвимыми к вредителям. ****Летняя засуха****, наиболее опасный тип, возникает на фоне уже высокой температуры воздуха и низкой влажности.

Сочетание этих факторов приводит к катастрофическим последствиям. Почва сильно пересыхает, резко снижается прирост вегетативной массы растений, листья засыхают, фотосинтез подавляется, что приводит к недобору урожая. Зерно становится щуплым, прирост клубней и корнеплодов прекращается, а в садах наблюдается сильное опадание завязи и плодов. Летние суховеи часто сопровождаются лесными пожарами, так как сухая растительность легко воспламеняется.

Высокая температура воздуха также негативно влияет на животных, вызывая тепловые удары и снижение продуктивности скота. Нехватка воды в водоемах может привести к гибели рыбы и других водных организмов. ****Осенняя засуха**** менее разрушительна, чем летняя, но все же может нанести значительный ущерб. Она прежде всего влияет на подготовку растений к зиме.

Недостаток влаги ослабляет растения, делая их более восприимчивыми к зимним морозам. Это особенно критично для озимых культур, которые должны накопить достаточное количество питательных веществ и влаги для успешной перезимовки.

Помимо сельского хозяйства, осенняя засуха может негативно влиять на состояние лесов, увеличивая риск возникновения лесных пожаров в последующем году.

Прогнозирование суховеев и засух – сложная задача, требующая использования современных методов метеорологического мониторинга, включая спутниковые наблюдения, данные метеорологических станций и математического моделирования.

Развитие раннего предупреждения о суховеях и засухах является важной задачей для обеспечения устойчивости сельского хозяйства и защиты окружающей среды.

Применение агротехнических мер, таких как правильный выбор сортов растений, орошение, противоэрозионные мероприятия, играет ключевую роль в

минимизации негативного воздействия суховеев и засух. Кроме того, лесополосы, рациональное землепользование и другие методы управления ландшафтом способствуют снижению рисков, связанных с этими опасными явлениями.

Глобальное изменение климата, предсказываемое усиление экстремальных погодных явлений, делает проблему борьбы с суховеями и засухами еще более актуальной.

Установлена градация, что при охвате засухой от 1 до 10% площади засуха носит локальный характер и не представляет серьезной угрозы. Засухи, охватившие 11 – 20 % территории, отнесены к обширным засухам и от 21 – 30 % - к весьма обширным. При площади охвата свыше 50 % засуха считается катастрофической.

Засухоустойчивость сельскохозяйственных растений повышается в результате предпосевного закаливания. Адаптация к обезвоживанию происходит в семенах, которые перед посевом после однократного намачивания вновь высушиваются. Приводим описание наиболее сильных засух, отмечавшихся за последние 55 лет.

В мае-июне, 1979г отмечалась продолжительная засуха от 35 до-60, а в крайних северных и северо –восточных районах 75-85 дней. Период характеризовался большой сухостью воздуха, в течение 35-50 дней относительная влажность воздуха понижалась до 30% и менее. Максимальная температура воздуха составляла 30-36°. Запасы продуктивной влаги снизились до плохих (менее 35мм).

Со второй декады июля 2010г началась и сохранялась 35-60 дней до середины августа. предпосылкой которого в первую очередь неимоверная установившаяся до+30°, с максимумом в отдельные дни до 39-40,5°.

Количество продуктивных осадков и количество дней с бездождным периодом могут иметь незначительное влияние. Поэтому в работе даются полные характеристики вегетационных периодов за последние несколько лет.

Гибель культур и потери урожая можно снизить путем своевременного

метеобеспечения сельского хозяйства прогнозами и рекомендациями (в виде справок и спецдокладов) по уходу за посевами в данный период вегетации. Потерь также можно избежать или уменьшить их путем правильного и своевременного внесения под посевы удобрений и подкормок, соблюдая агротехнические приемы сева и дальнейшего ухода за культурами.

В течение весенне-летнего периода отмечался значительный недобор осадков. В большинстве районов края сумма осадков за май-август колебалась от 40 до 150мм, 20-65% нормы [11,с.31].

В юго-восточной части края количество выпавших осадков было близким к норме или несколько ниже. Засуха отличалась необычно продолжительным периодом с высокими температурами воздуха. За период май-август максимальная температура воздуха превышала 30° в течение 75-91 дня, на юго-востоке и на побережье – 30-58 дней. Абсолютный максимум температуры воздуха повышался до 38-40°.

Наиболее информативным показателем степени засушливости [11, с.73] является гидротермический коэффициент Г.Т.Селянинова (ГТК), представляющий собой отношение сумм осадков к сумме температур, уменьшенной в 10 раз и отражающей испаряемость. Сильную засуху характеризует ГТК – 0,6 и ниже, очень сильную – 0,3 и ниже.

В текущем году ГТК за период май-август в большинстве районов края был в пределах 0,36-0,58, в Приазовье и на севере Черноморского побережья – 0,14-0,26.

По критериям, принятым в Росгидромете, атмосферная засуха в северо-западных и местами центральных районах по продолжительности и интенсивности достигала категории опасного агрометеорологического явления (ОЯ).

Длительное отсутствие осадков обусловило нарастающее иссушение почвы. Почвенная засуха продолжалась от 30 до 50 дней и в северных, северо-восточных и части центральных районов соответствовала категории опасного агрометеорологического явления (ОЯ).

К середине августа остаточные запасы влаги в метровом слое почвы были плохими и составляли от 8 до 44мм, пахотный слой в большинстве районов был сухой или слабоувлажнен (от 0 до 6мм) [6,с.143].

Повторяемость засухи в репродуктивный период развития зерновых колосовых культур в Краснодарском крае составляет 1 раз в 12-15 лет, в репродуктивный период развития пропашных культур – 1 раз в 7-10 лет.

В мае-июне засуха оказала негативное влияние на формирование урожая зерновых колосовых культур, особенно поздних яровых. Наибольший ущерб был нанесен засухой в июле-августе пропашным культурам (кукуруза, подсолнечник, сахарная свекла, соя и т.д.).

У растений замедлился рост и формирование репродуктивных органов. На части полей у кукурузы початки не образовались совсем, у подсолнечника корзинка образовалась мелкая и плохо выполненная. Из-за высокой температуры воздуха налив и созревание культур повсеместно проходили ускоренно, что отрицательно сказалось на урожайности.

2.2 Корреляция режима температуры и засух на территории Адыгеи в летний период

Географическое положение Республики Адыгея в пределах низких широт обуславливает значительный приток солнечной энергии, формируя климатический режим, характеризующийся обилием солнечного света и тепла.

Это проявляется в высоких значениях радиационного баланса, варьирующегося от 45 ккал/см² на севере до 55 ккал/см² на юге. Заметно, что положительные значения радиационного баланса наблюдаются в течение 10-11 месяцев в году, а в южных районах – круглый год.

Даже в зимние месяцы, когда радиационный баланс становится отрицательным, его величина незначительна, в среднем составляя всего 0,2-0,3 ккал/см²/мес. Это говорит о существенном преимуществе тепла над холодом на протяжении большей части года.

Продолжительность солнечного сияния на равнинах и в низкогорьях достигает впечатляющих 2200-2400 часов в год, что благоприятно сказывается на развитии растительности и сельскохозяйственных культур.

Однако, высокая солнечная радиация сочетается с крайне неравномерным распределением осадков, что является одной из ключевых особенностей климата Адыгеи.

Недостаток влаги – характерная черта большей части территории. Распределение осадков демонстрирует существенную зависимость от рельефа, особенно в горных районах. Здесь количество осадков значительно варьируется в зависимости от высоты над уровнем моря и экспозиции склонов. Сезонные изменения климата в Адыгее выражены достаточно четко. Начало лета, определяемое среднесуточной температурой воздуха выше 15°C, обычно приходится на первую половину мая на большей части территории (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Распределение осадков и рельеф в Адыгейской республике

Южные склоны гор получают больше осадков, чем северные, из-за преобладающих воздушных масс и орографических эффектов – поднятие воздушных масс по склонам приводит к их охлаждению и конденсации влаги.

Годовое количество осадков увеличивается с севера на юг, составляя в среднем 500-600 мм на равнинах.

В предгорьях и прилегающих равнинах этот показатель возрастает до 700-800 мм, а в горных районах достигает 800-2000 мм и более, в зависимости от высоты и расположения.

Такое значительное колебание осадков создает разнообразные ландшафты – от степных равнин на севере до влажных лесов в горах.

Однако, в предгорьях Майкопского района и на юге республики, по мере увеличения высоты, начало лета сдвигается на более поздние сроки. Так, на высотах 600-700 метров над уровнем моря лето начинается в начале июня, а на высотах 1700-1800 метров – лишь в первой половине июля.

Это обусловлено температурной инверсией в горных районах – с высотой температура воздуха понижается. Зима в Адыгее относительно мягкая, с небольшим количеством осадков, преимущественно в виде снега в горных районах. Средняя температура января колеблется от -3°C на равнинах до -6°C в горах.

Продолжительность снежного покрова также зависит от высоты и экспозиции склонов, варьируя от нескольких дней на равнинах до нескольких месяцев в высокогорных районах.

Весна характеризуется быстрым повышением температуры и интенсивным таянием снегов, что способствует формированию паводков на реках. Осень обычно теплая и сухая, с постепенным снижением температуры и увеличением количества солнечных дней (рисунок 2.3).

Это необходимо учитывать при планировании сельскохозяйственных работ, развитии туризма и строительстве. Кроме того, следует отметить влияние антропогенных факторов на климат Адыгее.

Дальнейшие исследования климата Адыгеи с учетом этих факторов крайне важны для прогнозирования изменения климата в будущем и разработки мер по адаптации к нему



Рисунок 2.3 - Предпосылки усиления формирования засух

Изучение микроклиматов различных участков Адыгеи позволит более точно определить потенциал для развития сельского хозяйства, туризма и других отраслей экономики. В частности, изучение влияния высотных зон на температурные режимы может помочь в оптимизации посадок сельскохозяйственных культур, а анализ осадков – в разработке систем орошения

У 2020 года есть все шансы попасть в историю Краснодарского края, как самого засушливого за последние несколько десятилетий.



Рисунок 2.4 - Река Кирпили. Фото: www.instagram.com/v_kubantse/

То что с осадками в этом году что-то не так, стало понятно ещё зимой. Больших снегов на Кубани всегда было немного и сугробы большая редкость, но вот с дождями всё хорошо. В зимне-весенний период они могут идти по несколько дней и иногда люди успевали заскучать по солнечным дням.

Но тут снега не было вовсе, а число дождливых дней можно пересчитать по пальцам. Ещё где-то в конце зимы власти стали говорить про обмеление водохранилищ, которые питают города Новороссийск, Крымск и Геленджик. Говорили, но какие-то надежды ещё были.



Рисунок 2.5 - Неберджаевское водохранилище 2020 г.

Современное положение дел оказалось экстремальным: ситуация в Геленджике и Новороссийске перешла от тяжёлой к критической. В отдельных районах Геленджика воду стали привозить автоцистернами, поскольку краны остаются пустыми.

В Новороссийской зоне с круглосуточной подачей воды урезана до утренних и вечерних часового графика; теперь же даже эти интервалы сокращают.

В частных секторах Новороссийска владельцы скважин сталкиваются с проблемой: вода залегает на глубинах, недостижимых для насосов. В горах региона наблюдается массовое иссушение ручьёв — явление, которое в администрации города Новороссийска сравнили с последней подобной засухой 63-летней давности (рисунок 2.6). Как и тогда Неберджаевское водохранилище сильно обмелело. На нём появились отмели и островки и пока непонятно, когда начнёт заполняться.



Рисунок 2.6 - Река Кирпили 2020 год

За пару недель до этого, власти Анапы сообщили, что знаменитое на всю Россию Кипарисовое озеро в Сукко перестало быть озером.

Если в прошлые годы по нему плавали лодочки и возили туристов, то в этом все ходят пешком по дну высохшего водоёма (рисунок 2.7).

А болотные кипарисы, являющиеся памятником природы, в экстренном порядке поливают из шлангов пожарные машины, чтобы растения не погибли от засухи.



Рисунок 2.7 - Фото: долина реки Сукко

Плохие новости пришли из центральной части Краснодарского края. Тут стали пересыхать степные реки. У них и раньше были проблемы, так как не контролируемое перегораживание стоков, а также забор воды на полив фермерских хозяйств, сильно влияли на полноводность.

Теперь же вода в некоторых водоёмах исчезла полностью. В частности, сначала появилась информация, что из-за жары и застаивания воды в реке Кирпили массоводохнет рыба, а потом и вовсе появились фотографии безжизненных ландшафтов с потрескавшимся дном.

Последнюю неделю в крае стали идти дожди, но иссушенная земля всю влагу принимает в себя и до водоемов почти ничего не доходит, а значит ситуация пока остаётся тяжёлой. Тем более, что впереди ещё 1,5 летних месяца и обычно жаркий и солнечный сентябрь.

3 Пути прогнозирования засух с помощью спутниковых связей по показателям индекса аридности (AI) и отклонения осадков от нормы (индексу SPI)

Статистические характеристики индекса аридности, осредненного по территории административных субъектов юга Европейской России, представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 Статистика AI за период 1901-2018 гг.

Области	Среднее	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %	Значимость
Курская	0.88	0.17	19	-0.0026
Белгородская	0.74	0.14	19	0.0426
Воронежская	0.64	0.13	21	0.0830
Самарская	0.67	0.14	21	0.2063
Саратовская	0.52	0.12	22	0.1112
Оренбургская	0.52	0.12	23	0.0901
Ростовская	0.51	0.10	20	0.0668
Ставропольский край	0.47	0.08	16	0.0127
Краснодарский Край	0.83	0.13	15	0.3168
Волгоградская	0.42	0.10	23	0.0489
Республика Калмыкия	0.29	0.05	18	0.0188
Астраханская	0.24	0.05	21	0.0368

Анализ данных по аномалиям индекса аридности за период с 1901 по 2018 год на обширной территории юга европейской части России, включающей Курскую, Белгородскую, Воронежскую, Саратовскую, Волгоградскую, Ростовскую области, Республику Калмыкия, а также Самарскую, Оренбургскую, Астраханскую области, Краснодарский и Ставропольский края, выявил существенные региональные различия в динамике увлажнения.

В то время как западные регионы (Курская, Белгородская, Воронежская области) демонстрируют четкую цикличность с четырьмя чередующимися периодами влажных и сухих лет, восточные регионы (Самарская, Оренбургская, Астраханская области) и Краснодарский край проявляют более упрощенную картину с двумя основными периодами – сухим и влажным.

Это различие может быть связано с особенностями атмосферной циркуляции, влиянием горных систем и близостью к крупным водоемам.

Например, близость к Азовскому и Черному морям, а также наличие Кубанской равнины, создают более стабильные условия увлажнения в Краснодарском крае по сравнению с засушливыми степями Оренбургской области. Ставропольский край, характеризующийся сложным рельефом и географическим положением, выделяется наибольшей изменчивостью условий увлажнения – здесь наблюдается пять чередующихся периодов.

Эта высокая изменчивость может быть объяснена воздействием различных воздушных масс, проходящих через территорию края, и влиянием Кавказских гор, создающих орографические осадки в одних районах и формируя «дождевую тень» в других.

Более детальный анализ может потребовать учета высотных данных и моделирования региональных климатических процессов.

Анализ временных рядов показал общее ослабление аридизации в начале XX века, сменяющееся усилением в 1930-х годах, что согласуется с общемировыми тенденциями изменения климата.

Завершение более сухого периода приходится на конец 1950-х – начало 1960-х годов, после чего наблюдается увеличение увлажнения и ослабление аридизации, сохранявшееся до начала XXI века.

Смена этого периода на более сухой в начале XXI века может быть связана с антропогенным воздействием и глобальными климатическими изменениями.

Важно отметить, что подобные изменения являются долгосрочными тенденциями и не исключают краткосрочных колебаний влажности в пределах года. Для более детального понимания динамики засух, были проанализированы данные по индексу SPI (Standardized Precipitation Index), используемого для оценки отклонения осадков от нормы (таблица 3.2).

Таблица 3.2 –Результаты условий увлажнения: максимум влажные (В,) и максимум сухие (С), южных регионов ЕЧР

Субъекты РФ	1901-1910	1911-1920	1921-1930	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2018
Курская	В	В	С	С	С	В	В	В	В	В	С	С
Белгородская	В	В	С	С	С	В	В	В	В	В	С	С
Воронежская	В	В	С	С	С	В	В	В	В	В	С	С
Самарская	С	С	С	С	С	С	В	В	В	В	С	С
Оренбургская	С	С	С	С	В	В	В	В	В	В	С	С
Саратовская	В	В	С	С	В	В	В	В	В	В	С	С
Волгоградская	В	В	С	С	С	С	В	В	В	В	С	С
Ростовская	В	В	С	С	С	В	В	В	В	В	С	С
Ставропольски й край	С	В	В	В	С	С	В	В	В	В	С	С
Краснодарский край	С	С	С	В	В	В	В	В	В	В	С	С
Рес. Калмыкия	В	В	В	С	С	С	В	В	В	В	С	С
Астраханская	С	С	С	С	С	С	В	В	В	В	С	С

Оренбургская область, например, показала наибольшую чувствительность к изменению климата. Более того, анализ интенсивности засух (по данным SPI) выявил, что в периоды засухи, не только увеличивается их частота, но и возрастает их интенсивность.

Дополнительные исследования требуют изучения связи изменения условий увлажнения с различными антропогенными факторами, такими как сельскохозяйственная деятельность, изменение землепользования и урбанизация.

Влияние обезлесения и интенсивного земледелия на водный баланс региона может значительно усиливать последствия засух. Более того, необходимо учитывать влияние глобальных климатических процессов, таких как Эль-Ниньо, на региональные изменения увлажнения.

Использование более современных методов анализа климатических данных, включая пространственную статистику и моделирование климата, позволит получить более точные и детальные результаты (таблица 3.3).

Таблица 3.3- Среднее число засух за 10 лет из выборки с 1901-2018 гг.

Периоды	Сухой	Влажный
Области		SPI
Курская	3	2
Белгородская	4	3
Воронежская	3	2
Самарская	3	2
Саратовская	4	3
Оренбургская	5	2
Волгоградская	4	3
Ростовская	4	3
Краснодарский край	4	2
Ставропольский край	4	3
Республика Калмыкия	5	3
Астраханская	4	3

Необходимо также учитывать роль антропогенного фактора, вызывающего изменения климата.

Для уточнения полученных выводов необходим анализ более широкого круга климатических показателей, включая температуру воздуха, испарение и снежный покров.

Только комплексный подход позволит создать полную картину динамики увлажнения в исследуемом регионе и предсказать возможные изменения в будущем (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Количество весенне-летних засух по SPI от умеренной до экстремальной за 1901-2018 гг.

Области	Число засух	Ср. интенсивность	Число умеренных засух	Число сильных засух	Число экстремальных засух	Максимальная интенсивность засухи	Год максимальной интенсивности засухи
Курская	18	-1.63	9	6	3	-2.2	1946
Белгородская	17	-1.59	9	5	3	-2.4	1959
Воронежская	21	-1.60	13	5	3	-2.4	1959
Самарская	18	-1.60	9	4	5	-3.4	2010
Саратовская	12	-1.75	6	2	4	-2.6	2010
Оренбургская	15	-1.75	8	2	5	-3.0	2010
Волгоградская	15	-1.56	8	3	4	-2.4	1959
Респ. Калмыкия	17	-1.53	11	3	3	-2.6	1959
Астраханская	20	-1.55	14	4	2	-3.2	1972
Ростовская	19	-1.42	14	3	2	-2.8	1959
Ставропольский край	18	-1.32	14	1	3	-2.4	2007
Краснодарский край	17	-1.49	11	3	3	-2.4	1923

Число засух за длительный период исследований варьирует в пределах от 15 в Оренбургской области и Волгоградской областях до 20 в Астраханской и 21 в Воронежской областях. Но засушливые годы наблюдаются чаще в западных областях, чем в восточных (рисунок 3. 2).

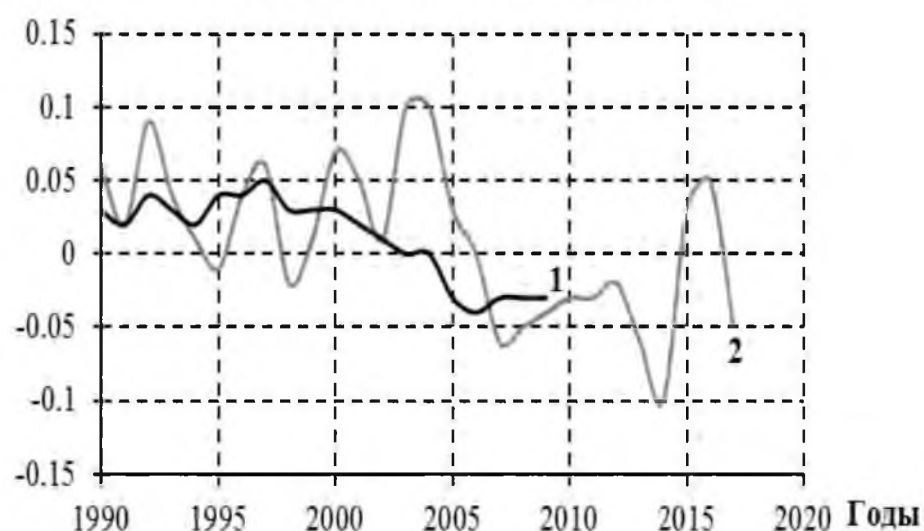


Рисунок 3.1 – Исключения индекса аридности (AI), средние за 10-летний (1) и 2-летний (2) периоды конца XX — начала XXI века

Средние десятилетние показатели индексов сухости за XXI век указывают на вступление продолжительного периода засухи (рисунок 3.2).

Период влагопроникновения сменился на фазу значительной суховерности, охватившую первые годы текущего столетия (2003-2006 гг.)

В последующие годы отмечается тенденция усиления засушливости, подтвержденная динамикой двухлетних скользящих сред. Исключением стал 2016 год, когда на юге России летом произошел необычно сильный и продолжительный период увлажнения.

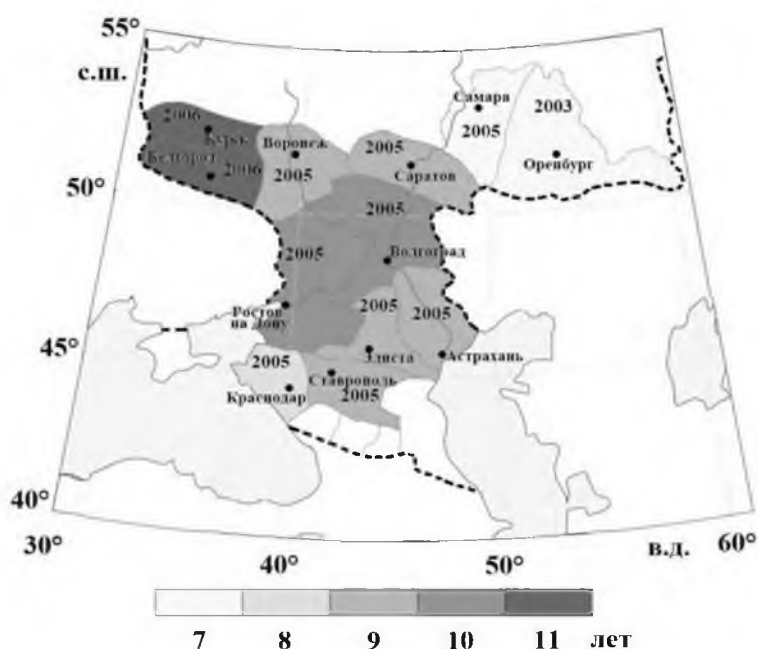


Рисунок 3.2 - Статистика сухих периодов аномалиям индекса аридности в за 2001-2018 гг.

Периоды засухи средних по десятилетним данным :

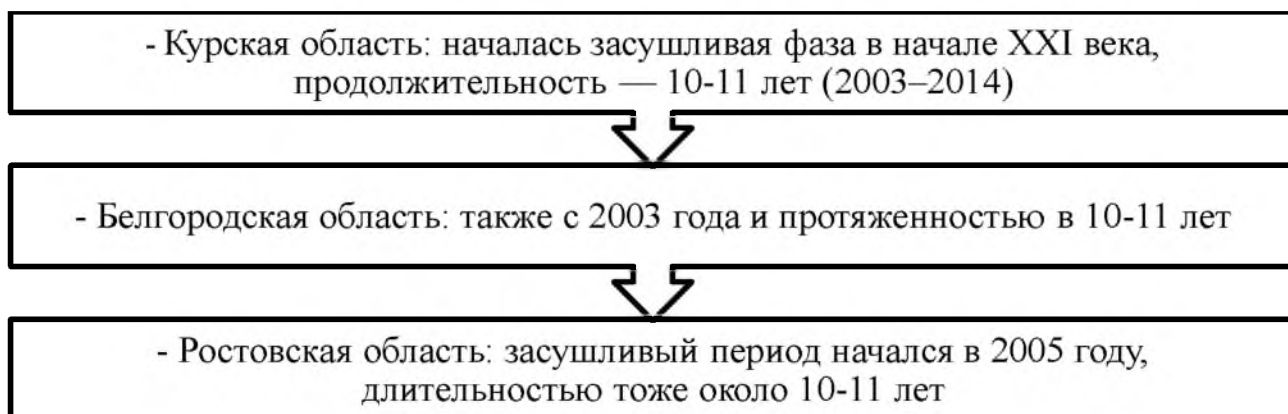


Рисунок 3.3 Засушливые области за 10 летний период

В отличие от западных территорий: Восточные районы: - Наблюдается

менее продолжительный сухой период — 7–9 лет - Примерно с 2004 по 2013 год в восточных областях (рисунок 3.4).

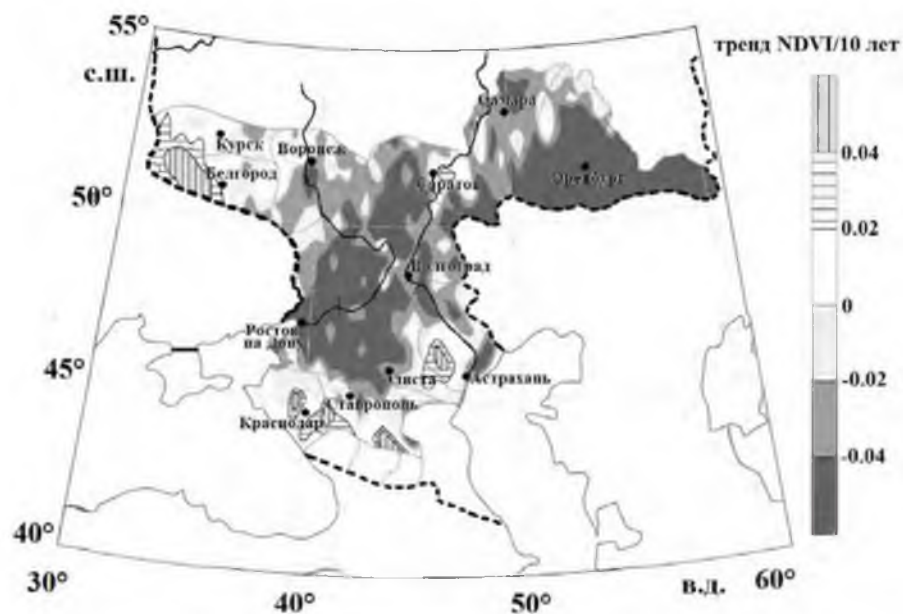


Рисунок 3.5 Тренд NDVI за июль 2000-2019 гг. Тренд значим (уровень значимости 0.05 по критерию Стьюдента), при значениях больше (меньше) ± 0.02

В начале 2000-х годов в России наблюдается явное ухудшение климатических условий, что подтверждается отрицательными трендами вегетационного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) за период с 2000 по 2019 годы.

Этот индекс является важным показателем здоровья и состояния растительности, и его снижение указывает на ухудшение условий для роста растений. Анализ данных показывает, что отрицательные тренды NDVI наблюдаются во всех ключевых аграрных регионах, особенно в Оренбургской, Самарской, Саратовской, Волгоградской и Ростовской областях.

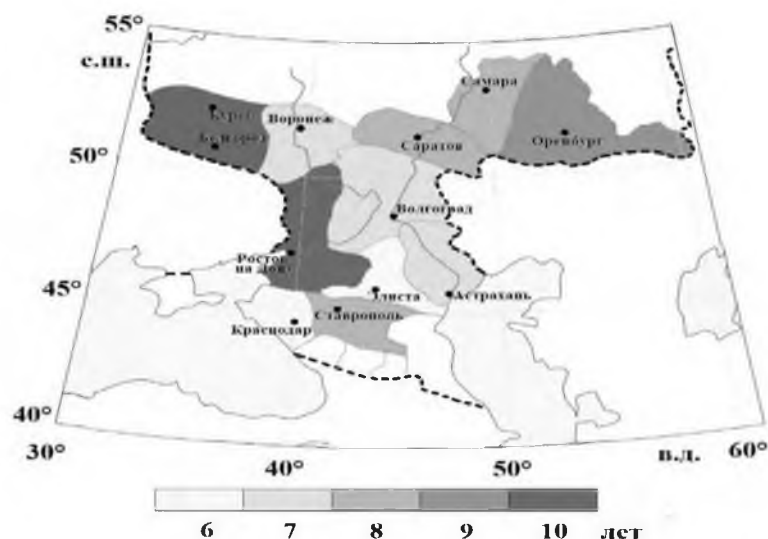


Рисунок 3.4 - Количество засух (лет) в административных субъектах на Юге Европейской России за 2001-2018 гг.

Это свидетельствует о начале нового, более сухого климатического периода, который затрагивает основные зернопроизводящие районы юга Европейской России. Интересно, что процесс ухудшения климатических условий начался с востока, постепенно распространяясь на запад.

Это изменение климата проявляется не только в снижении вегетационного индекса, но и в увеличении частоты и интенсивности засух, которые стали более распространёнными в западных областях.

В 2020 году южные регионы Европейской части России столкнулись с серьёзными последствиями засухи, усугублённой неконтролируемым ростом поголовья овец и коз.

Это привело к катастрофическим процессам опустынивания пастбищ, что в свою очередь способствовало увеличению площади подвижных песков и земель, лишённых растительного покрова.

Одним из наиболее ярких проявлений этих изменений стали масштабные пыльные бури, которые наблюдались осенью 2020 года.

В результате этих бурь, площадь покрытых песком пастбищ в таких регионах, как Астраханская область, Калмыкия, Дагестан и Ставропольский край, превысила 1,5 миллиона гектаров.

В качестве источника данных выбраны спутниковые изображения с КА Landsat-8 и -9 за период 2019–2022 г. (рисунок 3.6), когда площадь опустынивания резко увеличилась по сравнению с периодом до 2019 годом.

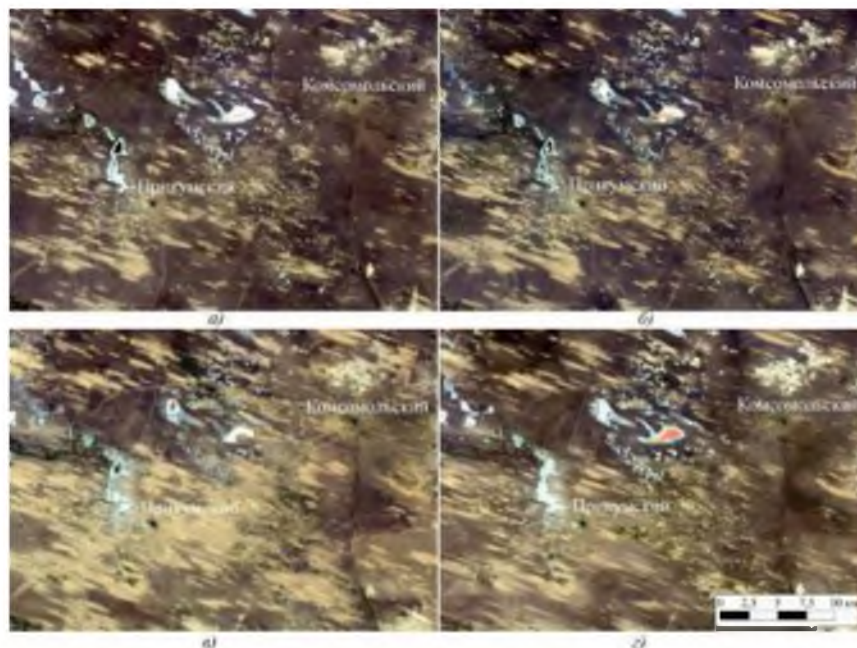


Рисунок 3.6 — Спутниковые изображения массивов подвижных песков на пастбищах Калмыкии: (а) — 23.06.2019; (б) — 09.06.2020; (в) — 30.07.2021; (г) — 31.05.2022

Это не только ухудшило экологическую ситуацию, но и поставило под угрозу сельское хозяйство и жизнь местных жителей. В 2021 году, несмотря на некоторое стабилизирование ситуации, площади открытых песков и дефлированных территорий оставались значительными, превышая 250–300 тысяч гектаров.

В первом полугодии также продолжали отмечаться пыльные бури, что указывает на то, что проблема опустынивания ещё не была решена.

Ситуация оставалась напряжённой и в 2022 году, когда сохранялся риск дальнейшего увеличения площадей, лишённых растительного покрова. Это создает угрозу не только для экосистемы, но и для экономики региона, зависящей от сельского хозяйства.

Данное исследование является продолжением работ по спутниковому мониторингу процессов опустынивания на юге России. Основной целью исследования является определение закономерностей динамики площадей

открытых песков и дефлированных территорий, что позволит лучше понять масштабы проблемы и выработать стратегии по её преодолению.

Важно отметить, что такие исследования помогают не только в научной сфере, но и в практическом применении, позволяя разработать меры по восстановлению экосистем и предотвращению дальнейшего ухудшения ситуации

.В условиях глобального изменения климата, которое затрагивает все регионы мира, подобные исследования становятся особенно актуальными. Они помогают не только оценить текущее состояние экосистем, но и предсказать возможные изменения в будущем.

Текст обладает пространственным разрешением 30 метров, что обеспечивает более детальное определение контуров зон активного песчаного движения в сравнении с данными, получаемыми через системы MODIS и VIIRS спутниковой съёмки.

Высококачественные изображения со второй степени обработки от Landsat — после радиометрической калибровки и компенсации атмосферных искажений — служили основанием для вычисления индекса NDVI.

В последующем, применена комплексная классификация изображений на базе совмещения данных по значению индекса NDVI с коэффициентом спектральной яркости в области красного диапазона волн. Такой метод ранее уже зарекомендовал высокую точность при выделении открытых песчаных участков.

Важно, чтобы государственные и частные организации, а также местные сообщества принимали активное участие в борьбе с опустыниванием, внедряя практики устойчивого земледелия, восстанавливая растительность и улучшая управление водными ресурсами.

Это позволит не только сохранить экосистемы, но и обеспечить продовольственную безопасность для будущих поколений.

. Площадь опустынивания в 2022 г. показана на рисунке 3.7.

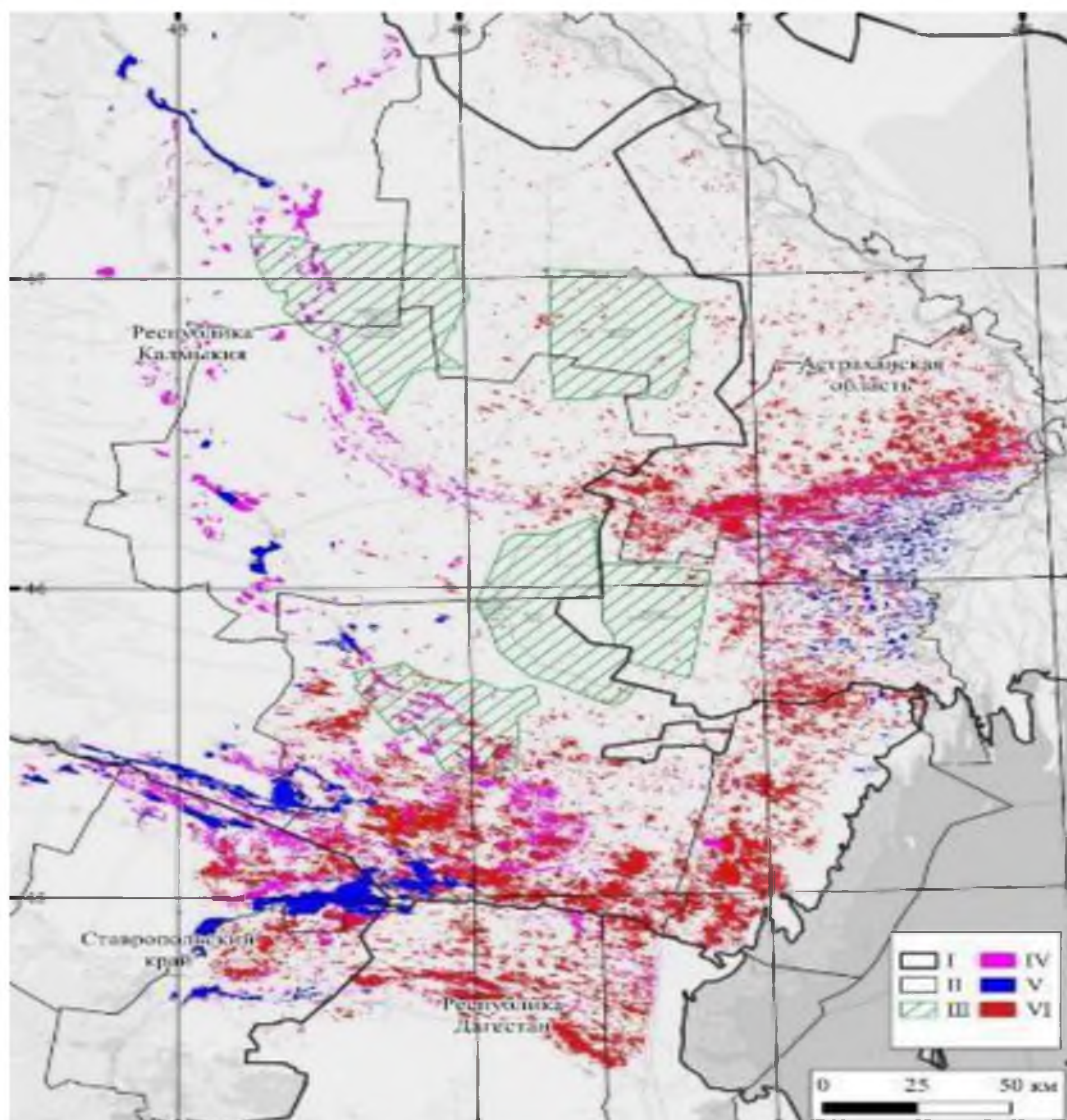


Рисунок 3.7 — Дефляционные и открытые пески на ЕЧР в 2022 г.

I — границы регионов, II — границы районов, III — ООПТ, IV — соры и солончаки, V — водоёмы, VI — участки без растительного покрова

Исследование динамики опустынивания пастбищных земель в южной части Европейской России проводилось с использованием спутниковых снимков, полученных в периоды максимальной вегетации – май и первая половина июня.

Выбор именно этих дат обусловлен необходимостью получения наиболее полной информации о состоянии растительного покрова и степени деградации почвы.

Разнообразие дат съемки в разные годы потребовало поэтапной обработки данных: сначала проводилась индивидуальная классификация каждого спутникового изображения, определяющая индексы растительности (например, NDVI – Normalized Difference Vegetation Index), показатели альбедо и другие важные параметры, характеризующие состояние поверхности.

После этого все обработанные изображения были объединены в единый результирующий растр, охватывающий всю исследуемую территорию, позволяющий проводить сравнительный анализ изменений во времени.

Пространственное разрешение спутниковых снимков, а также используемые алгоритмы классификации, определяют точность полученных результатов, и эта информация должна быть указана в полном отчете исследования.

Возможно, использовались данные Landsat, Sentinel или других спутниковых систем, каждая из которых обладает своими характеристиками. В июне 2019 года площадь опустыненных пастбищных земель оценивалась в 232,6 тыс. га.

Таблица 3.3 — Изменение площадей оголенных песков и подверженных дефляции территорий за последние 4 года.

Регион	Площадь, тыс. га / %			
	2019	2020	2021	2022
Астраханская область	96,4 / 41,4	135,3 / 34,6	101,1 / 29,3	30,8 / 17,0
Республика Дагестан	20,1 / 8,6	49,5 / 12,7	44,7 / 13,0	27,2 / 15,0
Республика Калмыкия	104,6 / 45,0	179,2 / 45,9	170 / 49,3	100,9 / 55,7
Ставропольский край	11,5 / 5,0	26,6 / 6,8	28,9 / 8,4	22,4 / 12,3
Всего	232,6 / 100	390,6 / 100	344,6 / 100	181,3 / 100

Эти данные, представленные в таблице 3.3 требуют пояснения к методологии расчета и указания погрешностей. Однако, катастрофическая засуха, начавшаяся осенью 2019 года и продолжавшаяся в 2020 году, привела к резкому ухудшению ситуации.

Незначительное самозаращение песков в сочетании с весенней засухой 2020 года и чрезмерным выпасом скота послужили катализатором процесса опустынивания, увеличив площадь опустыненных земель примерно на 70%.

Это эквивалентно добавлению более 162 000 га к уже существующей площади. Наиболее существенный рост опустынивания наблюдался в Дагестане (46% прироста) и Ставропольском крае (31% прироста).

Интересно отметить, что до 2019 года ситуация в этих регионах считалась относительно благополучной, что подчеркивает внезапность и масштабность экологической катастрофы. Это требует дальнейшего анализа причин такого резкого изменения ситуации, включая изучение местных климатических особенностей, состояния почвы, видового состава растительности и интенсивности выпаса.

В июне 2020 года площадь открытых песков составляла 390 тыс. га. К концу сентября эта цифра возросла до 700-800 тыс. га, а к середине октября масштабные пыльные бури привели к дополнительному засыпанию пастбищ песком.

В итоге, к концу 2020 года площадь открытых песков достигла, по меньшей мере, 1,4 млн. га - более чем трёхкратного увеличения за год. Это свидетельствует о высокой скорости деградации земель и необходимости принятия срочных мер по предотвращению дальнейшего опустынивания.

Более детальный анализ спутниковых снимков с высоким разрешением мог бы позволить определить точные границы распространения песков и оценить их подвижность.

До августа 2020 года основная часть опустыненных пастбищ была сосредоточена на границе Калмыкии и Астраханской области. Однако, в сентябре сильные юго-восточные ветры, вызвавшие активные эоловые процессы (перенос песка ветром), привели к значительному увеличению площади подвижных песков в Дагестане и Ставропольском крае.

Это подчеркивает важность учета климатических факторов и направления ветров в моделях прогнозирования опустынивания. Анализ

скорости и направления ветра, полученный из метеорологических данных, позволил бы улучшить понимание механизмов распространения песков. Практически полное отсутствие растительного покрова на пастбищах, вызванное засухой и перевыпасом, привело к неожиданному последствию – прекращению степных пожаров в 2020 и 2021 годах.

Обычно степные пожары являются естественным, хоть и разрушительным, процессом, влияющим на состав растительного покрова. Отсутствие пожаров может привести к изменению видового состава растительности и ухудшению условий для восстановления пастбищ.

Дальнейшие исследования должны оценить долгосрочные последствия этого изменения. Для более полной картины ситуации необходимо учесть и другие антропогенные факторы, влияющие на состояние пастбищ, такие как сельское хозяйство, строительство и загрязнение окружающей среды.

Несмотря на отсутствие осадков и высокие температуры в августе, на севере Ставропольского края и в Дагестане в августе сформировались пыльные бури (рис. 3.8), при этом высокие температуры привели к высоким температурам и низкой влажности. В результате этого может возникнуть возможность очередного увеличения площадей, покрытых зыбучими песками и дефлированными пастбищами.

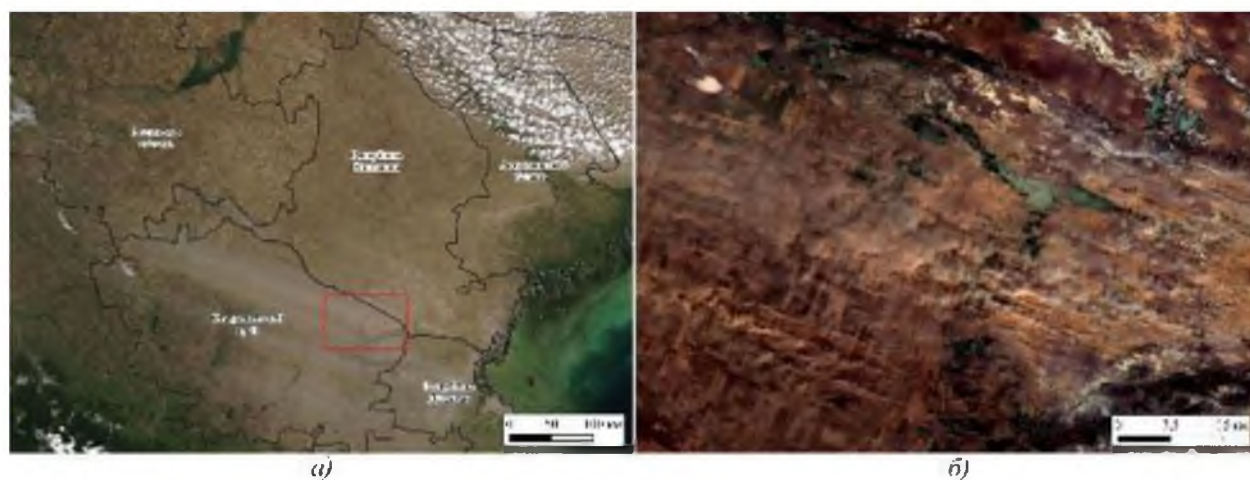


Рисунок 3.8 — Изображение пыльной бури 22.08. 2022 г.: на юге ЕЧР
(a) — MODIS Aqua; (б) — Sentinel-2B,

Согласно последним исследованиям, опустынивание в Северо-Западном Каспийском регионе стабилизируется в 2022 году по сравнению с 2020-2021 годами.

Подобный фактор настоятельно рекомендует необходимость постоянного мониторинга визуально просматривающегося опустынивания на юге России. Известны на сегодняшний день, целый ряд эффективных мелиоративных работ по приостановке этого процесса. Наиболее эффективны преобразование песков с помощью фитомелиоративных работ, которые позволяют значительно сократить площадь открытых песков.

Тем не менее на юге Калмыкии, севере Дагестана и северо-востоке Ставропольского края ситуация остаётся опасной, что подтверждается пыльными бурями в августе 2022 г.

Необходимо продолжение мониторинга состояния пастбищ в регионе и своевременное реагирование на рост угрозы необратимого опустынивания путем регулирования пастбищных нагрузок и фитомелиорации.

Заключение

Катастрофические и сильные засухи эпизодически охватывают своим негативным воздействием огромный южный степной субрегион Европейской части России резко снижая, а иногда - почти полностью уничтожая урожай сельхозкультур.

Они относятся к особо опасным природным явлениям. Закономерности их возникновения пока полностью не установлены. Они представляют собой сложные природные процессы, развивающиеся при особом сочетании многих условий, факторов и причинно-следственных связей.

В их формировании участвуют могущественные солнечно-космические и земные глобальные силы и факторы. К числу наиболее важных эндогенных солнечно-космических факторов и сил следует назвать циклическую СА в разных её формах и проявлениях.

Многие исследователи для установления связей многих земных явлений с деятельностью Солнца используют давно известную 11-летнюю цикличность С А (по числу тёмных пятен на солнечном диске).

Выводы

1. Опасные гидрометеорологические явления оказывают негативное влияние на экономическую и социальную жизнь как Краснодарского края, так и страны в целом. Среди неблагоприятных метеорологических факторов основными причинами возникновения ЧС являются: сильные ливневые дожди, ведущие к паводкам, град, ураганные ветры, проявления сильной жары, сопутствующая повышенная пожароопасность.

2. Одной из основных причин, приводящих к затоплению территорий, является неудовлетворительное техническое состояние систем обвалования рек, многие из которых эксплуатируются без капитального ремонта длительное время, и только при возникновении ЧС проводятся ремонтно-восстановительные работы на наиболее слабых участках.

3. Высокие риски наводнений в Новороссийском, Геленджикском, Туапсинском и Сочинском районах, помимо особенностей водного режима рек

и большой густотой здесь речной сети, обусловлены также расположением основной части населенных пунктов, объектов промышленности, социальной сферы и курортной индустрии, транспортной инфраструктуры в долинах и устьях черноморских рек.

4. Связь паводков на Черноморском побережье со смерчами не прослеживается. Во время наиболее катастрофических паводков 2010 и 2012 года отмечались случаи формирования и разрушения смерчей в море, без выхода на сушу.

5. С 2010 г. на территории муниципальных образований Краснодарского края, наиболее подверженных опасным гидрометеорологическим явлениям, проводятся мероприятия, направленные на минимизацию последствий ЧС. Создаются системы экстренного оповещения и информирования населения об угрозе возникновения ЧС, системы мониторинга паводковой обстановки на реках, а именно установка гидродатчиков, камер наблюдения, инженерно-технические мероприятия (расчистка русел рек, возведение новых и ремонт имеющихся гидротехнических сооружений).

6. В тесном сотрудничестве Министерства по делам ГО и ЧС России и ФГБУ «Гидрометцентр России» проводится работа по прогнозированию возможных ЧС природного характера и раннему оповещению населения, а также вырабатываются комплексы превентивных мероприятий.

В ходе анализа было проанализировано, что:

- за рассматриваемый период было выявлено 36 лет с засушливыми явлениями. Среди районов, где это наблюдалось, выделены районы: Центрально – Черноземный, Поволжье, Волго-Вятский.

- сильные засухи характерны для юга Урала и территории Нижнего Поволжья (вероятность >20%).

- На Европейской территории России в годовом ходе суховеи чаще всего можно ожидать в пределах от конца июля до начала сентября, а в суточном ходе

чаще всего суховеи наблюдаются в послеобеденное время.

Продолжительность суховеев для Европейской территории России не превышает 4 дней, в аномальные годы это может быть и до 8 дней.

Данная информация по оценке повторяемости засух и пространственно – временном распределении позволяет разработать рекомендации по снижению воздействия засушливых явлений.

Список литературы

1. Агроклиматическое районирование в СССР и России. Опыт

общеклиматического и почвенно-географического районирования [Электронный ресурс]: URL: <http://xn--80af2bm2d.xn--p1ai/selskoe-hozjajstvo/72-agroklmaticheskoe-rajonirovanie-v-sssr-i-rossii/653.html> (дата обращения: 29.04.17).

2. Адаменко, В.Н. Индексы изменения климата. - Л.: Гид-рометеиздат, 1982. 111 с.

3. Бова, Н.В. О климатическом изучении засух на юго-востоке СССР // Известия АН СССР, серия географ. 1946. № 5. С. 51-55.

4. Борисенков, Е.П. Тысячелетняя летопись необычных явлений природы / Е.П. Борисенков, В.М. Пасецкий. - М.: Мысль, 1988. 522 с.

5. Бучинский И.Е. Засухи и суховеи. – Л.: Гидрометеиздат, 1976, с. 213.

6. Головаченко А. П. Засухи и селекция засухоустойчивых сортов яровой пшеницы в Среднем Поволжье // Сборник научных трудов «Проблемы повышения продуктивности полевых культур», 1999, Самара с. 109-115.

7. Грингоф И.Г., Павлова В.Н. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том III. Часть 1. Основы агроклиматологии. Часть 2. Влияние изменений климата на экосистемы, агросферу и сельскохозяйственное производство. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2013. – 384 с.

8. Данилов-Данильян В.И., 2006. Экологические, экономические и политические аспекты проблемы Киотского протокола: Возможности предотвращения изменения климата и его негативные последствия - с. 408.

9. Дроздов О.А., 1980 г. Засухи и динамика увлажнения, Гидрометеиздат, с. 94.

10. Западно - Сибирская равнина [Электронный ресурс]: Физическая география СССР. URL: http://tapemark.narod.ru/geograf/2_1.html (дата обращения: 20.02.2017). Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость. Под. ред. А. И. Руденко: Гидрометеиздат, 1958, с. 208.

11. Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай. - Л. : Гидрометеиздат, 1958. 208 с.

12. Засухи и динамика синоптических процессов на Юге Восточно-Европейской равнины в начале XXI века. Е.А. Черенкова, И.Г.Семенова,

Н.К.Кононова, Т.Б. Титкова, 2014. с. 2-4.

13. Засухи. Критерии и их оценки. [Электронный ресурс]: URL: http://elibrary.sgu.ru/VKR/2016/020602_001.pdf (дата обращения: 12.03.2017).

14. Зубашенко Е.М. Региональная физическая география. Климаты Земли: учебно-методическое пособие. Часть 1. / Е.М. Зубашенко, А.Я. Немыкин, Н.В. Полякова. – Воронеж: ВГПУ, 2007. с. 183.

15. Институт географии Российской академии наук [Электронный ресурс]: URL: <http://igras.ru/>(дата обращения: 29.05.17).

16. Климат Западной Сибири. [Электронный ресурс]: Влагооборот. URL: http://www.raaar.ru/zeml/zap_sib/3.html (дата обращения: 13.03.2017).

17. Климат антропогена. [Электронный ресурс]:

18. Лазарев Н.Н., Авдеев С.М. Эффективность подсева люцерны изменчивой и клевера лугового в дернину старосеяного сенокоса. М.: Кормопроизводство № 1, 2018. С. 8-12

19. Лазарев Н.Н., Тюлин В.А., Авдеев С.М. Устойчивость клевера ползучего и люцерны изменчивой в сенокосных и пастбищных травостоях при долголетнем использовании. М.: Кормопроизводство № 11, 2018. С. 4-8

20. Логинов, В.Ф. Изменчивость солнечной радиации и температуры в Северном полушарии в связи с вулканическими извержениями / В.Ф. Логинов, З.И. Пивоварова, Е.Г. Кравчук // Известия ВГО. 1983. Вып. 5. С. 401-411.

21. Матвеев, С.М. Повторяемость сильных засух и многолетняя динамика радиального прироста сосны обыкновенной в Усманском и Хреновском борах Воронежской области / С.М. Матвеев, С.В. Матвеева, Ю.Н. Шурыгин // Journal of Siberian Federal University. Biology 1. 2012. № 5. Р. 27-42.

22. Мелешко В.П., Голицин Г.С., Говоркова В.А. и др., 2004. Возможные антропогенные изменения климата России в XXI веке: оценки по ансамблю климатических моделей, Метеорология и гидрология, №4, с. 38-49.

23. Морозова, А.Л. Особенности развития циклов солнечной активности / А.Л. Морозова, М.И. Пудовкин, Ю.В. Черных // Геомагнетизм и аэрономия. 1999. Т. 39. № 2. С. 40-44.

24. Мохов И.И., Дюфрен Ж.-Л. Изменения режимов засух и биопродуктивности наземных экосистем в регионах Северной Евразии по расчетам с глобальной климатической моделью с углеродным циклом, Доклады РАН, т. 405, №6, 2005 г. с. 810-814.
25. Мохов И.И., Петухов В.К. Блокинги и их тенденции изменения. ДАН. РАН. 1997. Т. 337. № 5. С. 687–689.
26. Наговицын, Ю.А. Глобальная активность Солнца на длительных временах // Астрономический бюллетень. 2008. № 1. С. 45-58.
27. Панов, В.И. Использование дендрохронологической информации в агролесомелиорации // Эрозия почв, защитное лесоразведение и урожай. Сб. трудов Поволжской АГЛОС.- Куйбышев: Кн. изд-во, 1982. С. 107-123.
28. Попова В.В., Черенкова Е.А., Титкова Т.Б., Ширяева А.В. Экстремальная жара и засуха 2010 и 2012 гг. на территории России как проявление современного глобального потепления. Сборник тезисов докладов конференции «Состояние и перспективы развития информационных технологий в гидрометеорологии. Информационное обеспечение морской деятельности». Обнинск. ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». 2014. С. 90-91 (106).
29. Размещено на сайте по адресу <http://cyclowiki.org/wiki/11%D0BB%5%D> (многолетние ряды 11-летней солнечной активности)
30. Размещено на сайте по адресу <http://www.vseneprostotakru/tag/solnechnayaaktivnost> (материалы С. Богачёва)
31. Размещено на сайте по адресу: http://solarscience.msfc.nasa.gov/images/Zurich_Color_Small.jpg (многолетние ряды 11-летней солнечной активности)
32. Размещено на сайте по адресу: <http://www.newsru.com/world/10jan2013/7antististihia.html> (мнение специалистов МЧС России)
33. Размещено на сайте по адресу: <http://www.vseneprostotak.ru/solnechnayaaktivnost/>
34. Размещено на сайте по адресу: <http://www.inopressa.ru/article/17feb2012/legnostorto/astro.html> (мнение ведущего астрофизика Пулковской обсерватории РАН Х.Абдусаматова).

35. РД 52.88.699-2008. Руководящий документ. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений. М., 2008. 33 с.
36. Сажин, А.Н. Погода и климат Волгоградской области / А.Н. Сажин, К.Н. Кулик, Ю.И. Васильев. - Волгоград: ВНИАЛМИ, 2000. 306 с.
37. Увлажнение, коэффициенты увлажнения. [Электронный ресурс]: URL: <http://www.geo-site.ru/> (дата обращения 19.04.17).
38. Черенкова Е.А. Анализ особенностей обширных атмосферных засух на юге Европейской России. Аридные экосистемы. 2012. Т. 18. № 4 (53). С. 13-21.
39. Черенкова Е.А., Бардин М.Ю., Золотокрылин А.Н. Статистика осадков и засух в противоположные фазы квазидвухлетней цикличности атмосферных процессов и ее связь с урожайностью в европейской территории России. Метеорология и гидрология. 2015а. №3. С.23-35.
40. Черенкова Е.А., Кононова Н.К. Анализ опасных атмосферных засух 1972 и 2010 гг. и макроциркуляционных условий их формирования на территории европейской части России. Труды ГГО. 2012. Выпуск 565. С. 165-187.
41. Черенкова Е.А., Кононова Н.К. Связь опасных атмосферных засух в Европейской России в XX веке с макроциркуляционными процессами. Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2009. № 1. С. 73-82.
42. Черенкова Е.А., Семенова И.Г., Кононова Н.К., Титкова Т.Б. Засухи и динамика синоптических процессов на юге Восточно-Европейской равнины в начале XXI века. Аридные экосистемы. 2015b. Т. 21. № 2. С. 5-15.
43. Щербенко Е.В. «Мониторинг засухи по данным космических съемок»/[Электронный ресурс]: ФГУ РФИ МПР России. URL: <http://satmonen.com/PDF/PDFsample10.pdf> (дата обращения: 20.02.2017).

ДОКЛАД

Слайд 1

Тема «Пространственно - временное распределение засух на Европейской части России»

Слайд 2

Актуальность исследований связана с регулярными существенными негативными последствиями гидрометеорологических опасных явлений для населения и хозяйства региона. К их числу относятся проблемы долгосрочного предсказания засух, установление закономерностей и особенностей их возникновения, связь антропогенной деятельностью человека,

Объект исследования – засуха как опасное метеорологическое явление

Предмет исследования – причины возникновения опасных явлений погоды и характер их проявления в разных районах Европейской части территории

Слайд 3

Цель работы – рассмотреть характер опасных гидрометеорологических явлений и причины их возникновения.

Задачи:

- изучить засухи как метеорологическое явление и предпосылки его развития;
- обобщить материалы по статистике распределения засух по регионам РФ;
- рассмотреть динамику развития засух в Краснодарском крае и фактические случаи их возникновения;
- провести анализ корреляции режима температуры и интенсивности

- осадков и засух на территории Адыгеи в летний период;
- представить пути прогнозирования засух с помощью спутниковых связей по показателям индекса аридности (AI) и отклонения осадков от нормы (индексу SPI)
- обоснование мероприятий по снижению ущербов от ЧС метеорологического и гидрологического характера.

Слайд 4

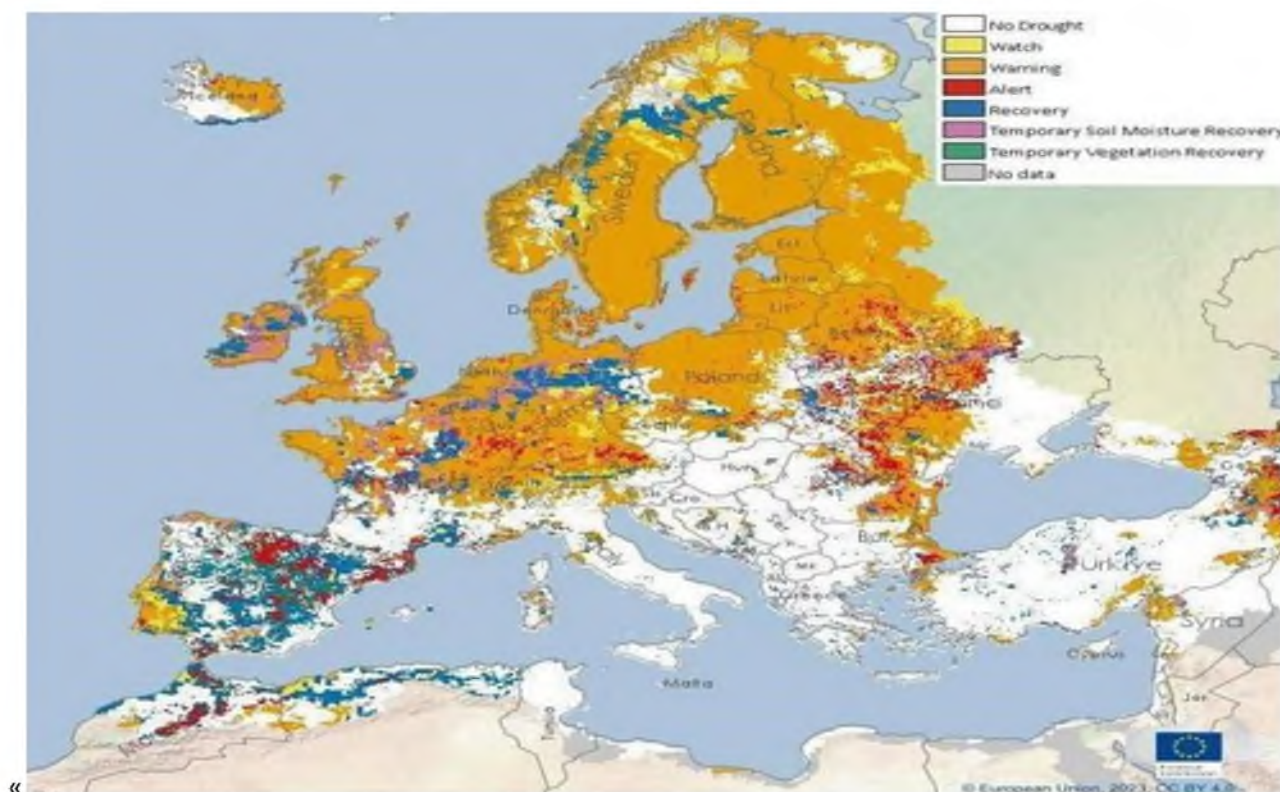


Рисунок 1.1- Территории ЕТР подверженные засухе

Значительное изменение климата в период с 1995 по 2014 год, характеризующееся ростом средней летней температуры южнее 57° с.ш., привело к неминуемому увеличению частоты ОАЗ.

Слайд 5

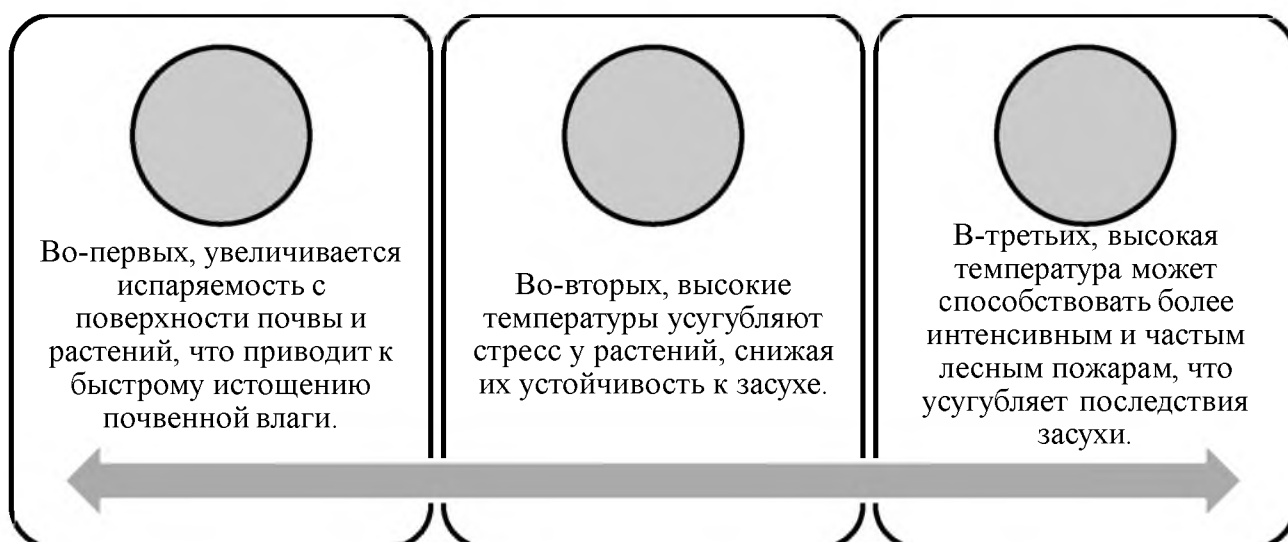


Рисунок 1.11- Метеорологические предпосылки развития засух

Сокращение количества дней с осадками, в свою очередь, напрямую уменьшает поступление воды в почву, что критически важно для роста

Слайд 6



Рисунок 1.12 - Карта сильнейшей засухи на ЕЧР 2021 года

Изучение изменений в масштабах сильных засух на территории Европейской части России (ЕТР) в период с мая по август 1936–2010 годов позволяет выявить важные тенденции, которые могут быть полезны для понимания климатических изменений и их последствий.

Многолетние исследования ученых утверждают, что чаще всего засухи и суховеи возникают в силу ряда обстоятельств им сопутствующих, которые объединены в следующие:

Слайд 7

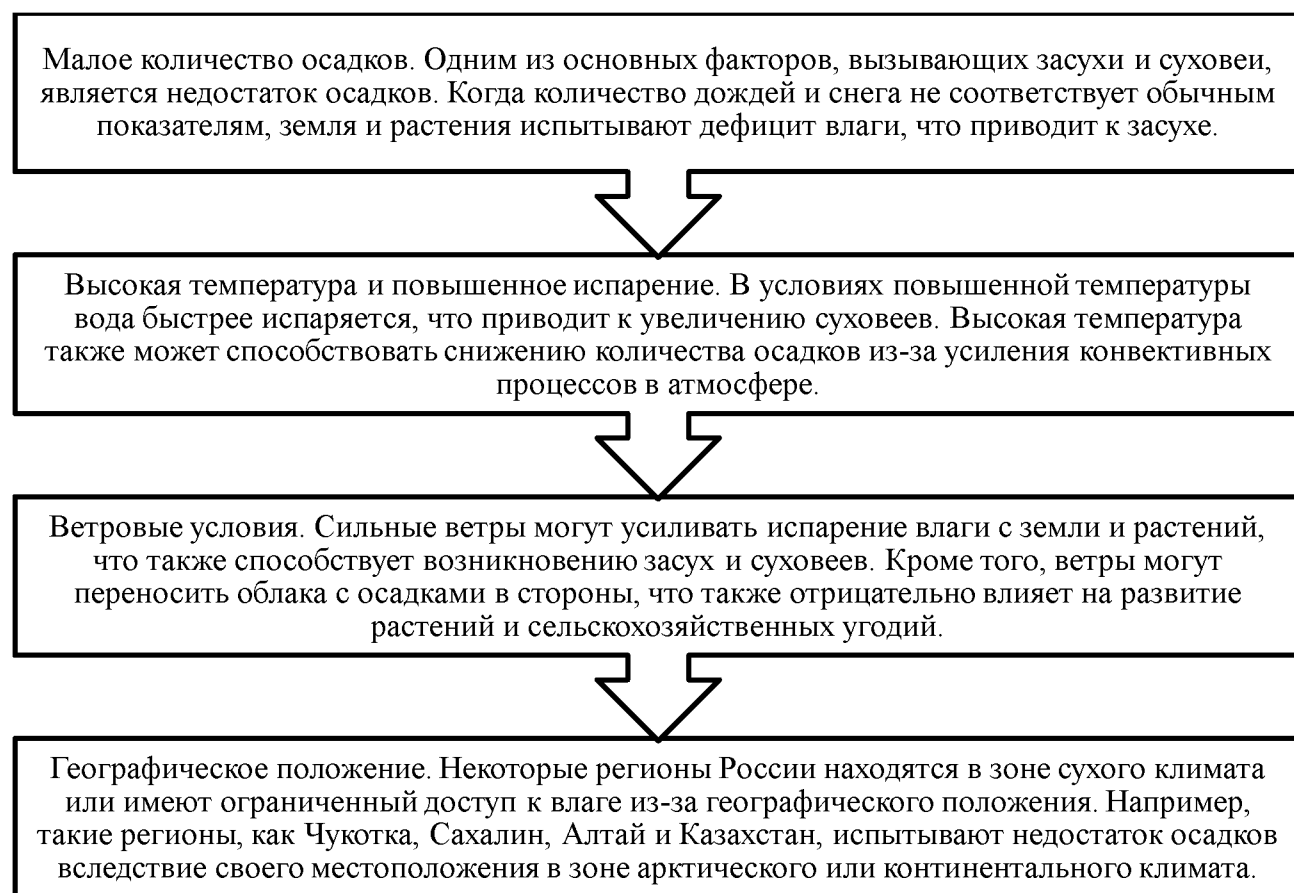


Рисунок 2.1 - Основные показатели вызывающие эти явления

Республика Адыгея находясь в низких широтах обуславливает значительный приток солнечной энергии, характеризуется обилием солнечного света и тепла.

Значения радиационного баланса, варьируют от 45 ккал/см² на севере до 55 ккал/см² на юге. и наблюдаются в течение 10-11 месяцев в году, а в южных районах – круглый год.

Высокая солнечная радиация как на равнинах так и в низкогорьях достигает 2200-2400 часов в год, и благоприятно сказывается на развитии растительности и сельскохозяйственных культур но одновременно сочетается с неравномерным распределением осадков.

Среднесуточная температура воздуха здесь выше 15°C, (рисунок 2.2).

Слайд 8



Рисунок 2.2 – Распределение осадков и рельеф в Адыгейской республике

а годовое количество осадков увеличивается с севера на юг, составляя в среднем 500-600 мм на равнинах.

Именно эти факторы Адыгеи крайне важны для прогнозирования изменения климата в будущем и формировании засух на территории

Слайд 9



Рисунок 2.3 - Предпосылки усиления формирования засух

Статистика засух с 2020 года указывает на посыл Краснодарского края, как самого засушливого за последние несколько десятилетий.

Слайд 10



Рисунок 2.4 - Река Кирпили. Фото: www.instagram.com/v_kubantse

Статистические характеристики индекса аридности, осредненного по территории административных субъектов юга Европейской России, представлены в таблице 3.1.

Слайд 11

В качестве источника данных выбраны спутниковые изображения с КА Landsat-8 и -9 за период 2019–2022 г. (рисунок 3.6), когда площадь опустынивания резко увеличилась по сравнению с периодом до 2019 годом.

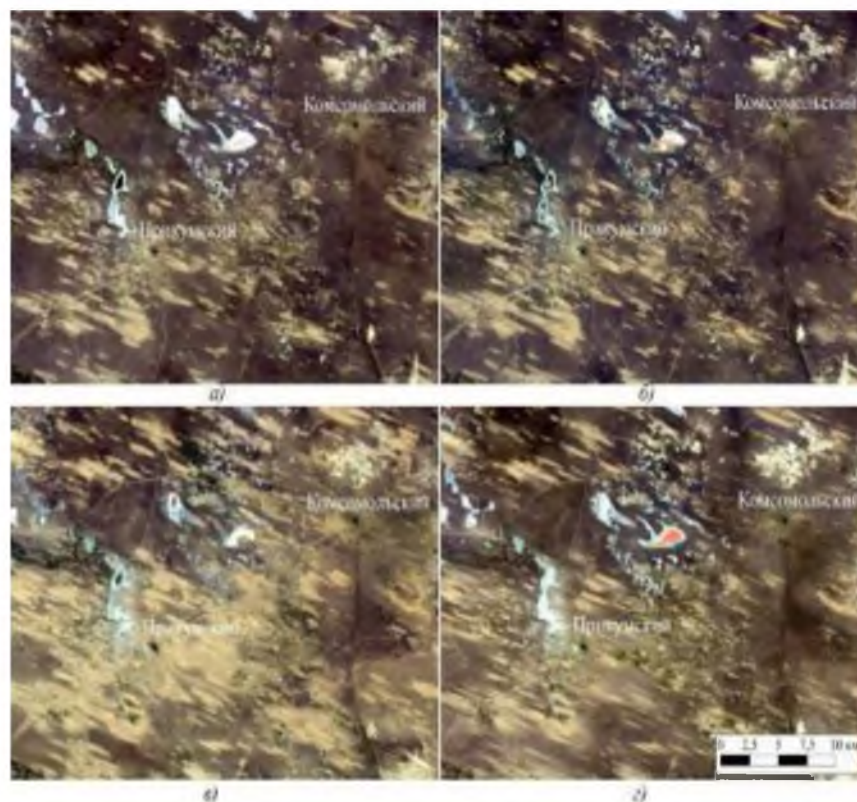


Рисунок 3.6 — Спутниковые изображения массивов подвижных песков на пастбищах Калмыкии: (а) — 23.06.2019; (б) — 09.06.2020; (в) — 30.07.2021; (г) — 31.05.2022

Это позволит не только сохранить экосистемы, но и обеспечить продовольственную безопасность для будущих поколений.

Слайд 12

. Площадь опустынивания в 2022 г. показана на рисунке 3.7.

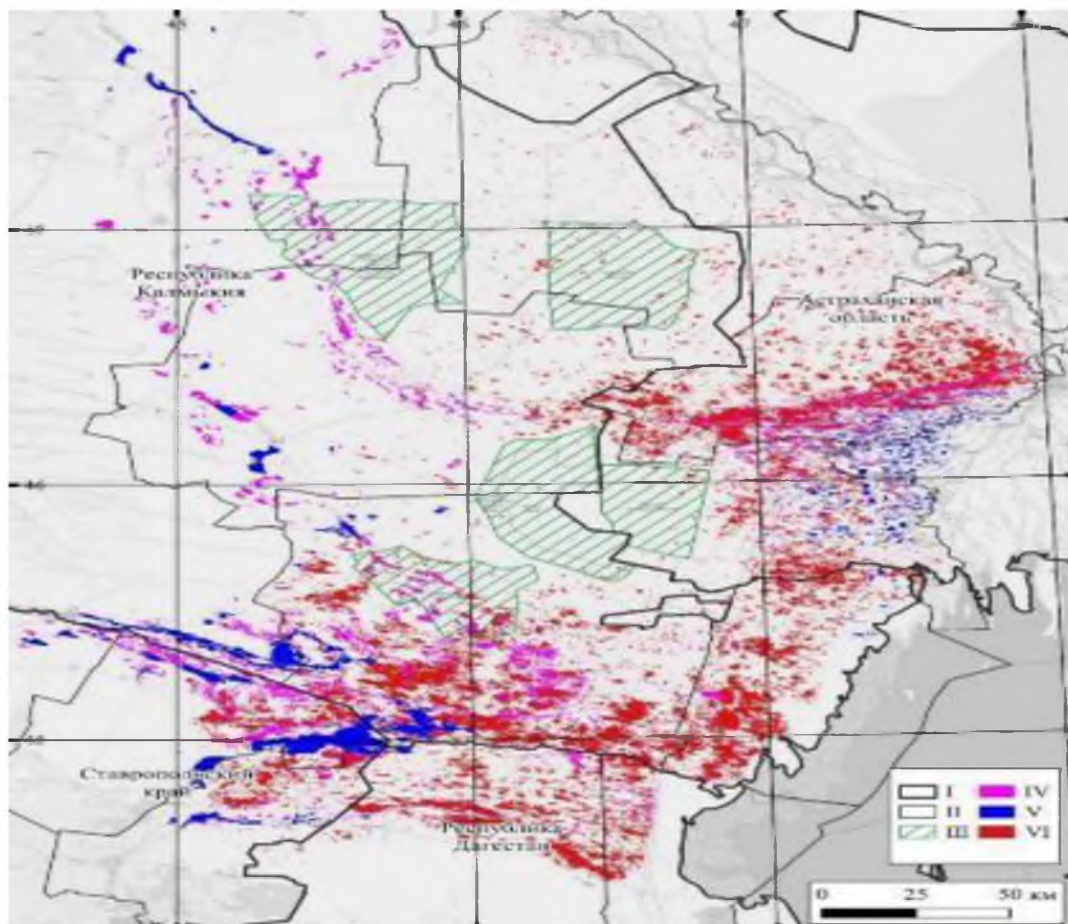


Рисунок 3.7 — Дефляционные и открытые пески на ЕЧР в 2022 г.

I — границы регионов, II — границы районов, III — ООПТ, IV — соры и солончаки, V — водоёмы, VI — участки без растительного покрова

Исследование динамики опустынивания пастбищных земель в южной части Европейской России проводилось с использованием спутниковых снимков, полученных в периоды максимальной вегетации – май и первая половина июня.

Слайд 13

Таблица 3.1 Статистика AI за период 1901-2018 гг.

Области	Среднее	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %	Значимость
Курская	0.88	0.17	19	-0.0026
Белгородская	0.74	0.14	19	0.0426
Воронежская	0.64	0.13	21	0.0830
Самарская	0.67	0.14	21	0.2063
Саратовская	0.52	0.12	22	0.1112
Оренбургская	0.52	0.12	23	0.0901
Ростовская	0.51	0.10	20	0.0668
Ставропольский край	0.47	0.08	16	0.0127
Краснодарский Край	0.83	0.13	15	0.3168
Волгоградская	0.42	0.10	23	0.0489
Республика Калмыкия	0.29	0.05	18	0.0188
Астраханская	0.24	0.05	21	0.0368

Анализ данных по аномалиям индекса аридности за период с 1901 по 2018 год на обширной территории юга европейской части России, включающей Курскую, Белгородскую, Воронежскую, Саратовскую, Волгоградскую, Ростовскую области, Республику Калмыкия, а также Самарскую, Оренбургскую, Астраханскую области, Краснодарский и Ставропольский края, выявил существенные региональные различия в динамике увлажнения.

Важно отметить, что подобные изменения являются долгосрочными тенденциями и не исключают краткосрочных колебаний влажности в пределах года. Для более детального понимания динамики засух, были проанализированы данные по индексу SPI (Standardized Precipitation Index), используемого для оценки отклонения осадков от нормы (таблица 3.2).

Слайд 14

Таблица 3.2 –Результаты условий увлажнения: максимум влажные (В,) и максимум сухие (С), южных регионов ЕЧР

Субъекты РФ	1901-1910	1911-1920	1921-1930	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2018
Курская	В	В	С	С	С	В	В	В	В	В	С	С
Белгородская	В	В	С	С	С	В	В	В	В	В	С	С
Воронежская	В	В	С	С	С	В	В	В	В	В	С	С
Самарская	С	С	С	С	С	С	В	В	В	В	С	С
Оренбургская	С	С	С	С	В	В	В	В	В	В	С	С
Саратовская	В	В	С	С	В	В	В	В	В	В	С	С
Волгоградская	В	В	С	С	С	С	В	В	В	В	С	С
Ростовская	В	В	С	С	С	В	В	В	В	В	С	С
Ставропольский край	С	В	В	В	С	С	В	В	В	В	С	С
Краснодарский край	С	С	С	В	В	В	В	В	В	В	С	С
Рес. Калмыкия	В	В	В	С	С	С	В	В	В	В	С	С
Астраханская	С	С	С	С	С	С	В	В	В	В	С	С

Оренбургская область, например, показала наибольшую чувствительность к изменению климата. Более того, анализ интенсивности засух (по данным SPI) выявил, что в периоды засухи, не только увеличивается их частота, но и возрастает их интенсивность.

Дополнительные исследования требуют изучения связи изменения условий увлажнения с различными антропогенными факторами, такими как сельскохозяйственная деятельность, изменение землепользования и урбанизация.

Влияние обезлесения и интенсивного земледелия на водный баланс региона может значительно усиливать последствия засух. Более того,

необходимо учитывать влияние глобальных климатических процессов, таких как Эль-Ниньо, на региональные изменения увлажнения.

Использование более современных методов анализа климатических данных, включая пространственную статистику и моделирование климата, позволит получить более точные и детальные результаты (таблица 3.3).

Слайд 15

Таблица 3.3- Среднее число засух за 10 лет из выборки с 1901-2018 гг.

Периоды	Сухой	Влажный
Области		SPI
Курская	3	2
Белгородская	4	3
Воронежская	3	2
Самарская	3	2
Саратовская	4	3
Оренбургская	5	2
Волгоградская	4	3
Ростовская	4	3
Краснодарский край	4	2
Ставропольский край	4	3
Республика Калмыкия	5	3
Астраханская	4	3

Необходимо также учитывать роль антропогенного фактора, вызывающего изменения климата.

Для уточнения полученных выводов необходим анализ более широкого круга климатических показателей, включая температуру воздуха, испарение и снежный покров.

Только комплексный подход позволит создать полную картину динамики увлажнения в исследуемом регионе и предсказать возможные изменения в будущем (таблица 3.4).

. Слайд 16

Таблица 3.4 – Количество весенне-летних засух по SPI от умеренной до экстремальной за 1901-2018 гг.

Области	Число засух	Средняя интенсивность	Число умеренных засух	Число сильных засух	Число экстремальных засух	Максимальная интенсивность засухи	Год максимальной интенсивности засухи
Курская	18	-1.63	9	6	3	-2.2	1946
Белгородская	17	-1.59	9	5	3	-2.4	1959
Воронежская	21	-1.60	13	5	3	-2.4	1959
Самарская	18	-1.60	9	4	5	-3.4	2010
Саратовская	12	-1.75	6	2	4	-2.6	2010
Оренбургская	15	-1.75	8	2	5	-3.0	2010
Волгоградская	15	-1.56	8	3	4	-2.4	1959
Респ. Калмыкия	17	-1.53	11	3	3	-2.6	1959
Астраханская	20	-1.55	14	4	2	-3.2	1972
Ростовская	19	-1.42	14	3	2	-2.8	1959
Ставропольский край	18	-1.32	14	1	3	-2.4	2007
Краснодарский край	17	-1.49	11	3	3	-2.4	1923

Число засух за длительный период исследований варьирует в пределах от 15 в Оренбургской области и Волгоградской областях до 20 в Астраханской и 21 в Воронежской областях. Но засушливые годы наблюдаются чаще в западных областях, чем в восточных (рисунок 3. 2).

Слайд 17

Выводы

1. Опасные гидрометеорологические явления оказывают негативное влияние на экономическую и социальную жизнь как Краснодарского края, так и страны в целом. Среди неблагоприятных метеорологических факторов основными причинами возникновения ЧС являются: сильные ливневые дожди, ведущие к паводкам, град, ураганные ветры, проявления сильной жары, сопутствующая повышенная пожароопасность.

2. Одной из основных причин, приводящих к затоплению территорий, является неудовлетворительное техническое состояние систем обвалования рек, многие из которых эксплуатируются без капитального ремонта длительное время, и только при возникновении ЧС проводятся ремонтно-восстановительные работы на наиболее слабых участках.

3. Высокие риски наводнений в Новороссийском, Геленджикском, Туапсинском и Сочинском районах, помимо особенностей водного режима рек и большой густотой здесь речной сети, обусловлены также расположением основной части населенных пунктов, объектов промышленности, социальной сферы и курортной индустрии, транспортной инфраструктуры в долинах и устьях черноморских рек.

4. Связь паводков на Черноморском побережье со смерчами не прослеживается. Во время наиболее катастрофических паводков 2010 и 2012 года отмечались случаи формирования и разрушения смерчей в море, без выхода на сушу.

Слайд 18

5. С 2010 г. на территории муниципальных образований Краснодарского

края, наиболее подверженных опасным гидрометеорологическим явлениям, проводятся мероприятия, направленные на минимизацию последствий ЧС. Создаются системы экстренного оповещения и информирования населения об угрозе возникновения ЧС, системы мониторинга паводковой обстановки на реках, а именно установка гидродатчиков, камер наблюдения, инженерно-технические мероприятия (расчистка русел рек, возведение новых и ремонт имеющихся гидротехнических сооружений).

6. В тесном сотрудничестве Министерства по делам ГО и ЧС России и ФГБУ «Гидрометцентр России» проводится работа по прогнозированию возможных ЧС природного характера и раннему оповещению населения, а также вырабатываются комплексы превентивных мероприятий.

В ходе анализа было проанализировано, что:

- за рассматриваемый период было выявлено 36 лет с засушливыми явлениями. Среди районов, где это наблюдалось, выделены районы: Центрально – Черноземный, Поволжье, Волго-Вятский.

- сильные засухи характерны для юга Урала и территории Нижнего Поволжья (вероятность >20%).

- На Европейской территории России в годовом ходе суховеи чаще всего можно ожидать в пределах от конца июля до начала сентября, а в суточном ходе

чаще всего суховеи наблюдаются в послеобеденное время. Продолжительность суховеев для Европейской территории России не превышает 4 дней, в аномальные годы это может быть и до 8 дней.

Данная информация по оценке повторяемости засух и пространственно – временном распределении позволяет разработать рекомендации по снижению воздействия засушливых явлений.