

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

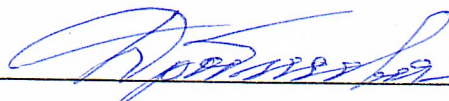
На тему Оценка влияния опасных явлений погоды на хозяйственную
деятельность

Исполнитель Черников Всеволод Вадимович
(фамилия, имя, отчество)

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

Абанников Виктор Николаевич
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
И.о.Заведующий кафедрой


(подпись)

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

Дробжева Яна Викторовна
(фамилия, имя, отчество)

«18» 06. 2025г.

Санкт-Петербург
2025

Оглавление

Введение	3
1. Погодно-климатические условия, влияющие на хозяйственную деятельность.	5
1.1. Понятие опасных явлений погоды. Критерии оценки степени опасности явлений погоды.	5
1.2. Отрасли экономики, зависящие от погодно-климатических условий.....	9
1.3. Анализ потерь экономики и социальной сферы от ОЯП.	15
2. Анализ погодно-климатических условий Центрально-Черноземного района.	20
2.1. Температурный режим воздуха и почвы.	20
2.2. Режим осадков.....	25
2.3. Циркуляционные условия и режим ветра.	28
3. Анализ режима опасных явлений, влияющих на хозяйственную деятельность. Ущерб от опасных явлений.....	33
3.1. Сильные ливневые дожди. Град.	33
3.2. Засуха и избыточное увлажнение почвы.	38
3.3. Экстремальные температуры.....	40
3.4. Оценка урожайности сельскохозяйственных культур в ЦЧР за 2010-2022гг.	44
Список литературы	50
Приложения	52

Введение

Погода и климат имеют большое значение для жизни людей и функционирования всех экономических секторов. Изменения в атмосферных условиях могут оказывать как позитивное, так и негативное воздействие на экономическую активность. Тем не менее, последние десятилетия характеризуются увеличением частоты и силы неблагоприятных метеорологических явлений, что вызывает значительное беспокойство у исследователей, экономистов, является поводом для дискуссий в научных кругах. В условиях глобальных климатических изменений, приводящих к экстремальным погодным условиям, необходимо рассмотреть их влияние на различные области хозяйственной деятельности. В данной выпускной квалификационной работе будет осуществлен анализ опасных метеорологических условий, их воздействие на сельское хозяйство, последствия для транспортных систем и инфраструктуры.

Экстремальные погодные явления, такие как ураганы, наводнения, засухи и экстремальные температуры, становятся все более распространенными. Они не только причиняют непосредственный вред экономике, но и увеличивают риски для здоровья населения, экосистем и социальной стабильности. Сельское хозяйство, которое является одной из наиболее уязвимых сфер, особенно страдает от нестабильности погодных условий, что, в свою очередь, негативно сказывается на урожайности, качестве продукции и, в конечном счете, на продовольственной безопасности. Важно осознать, как именно климат влияет на сельское хозяйство, а также разработать действенные стратегии адаптации, чтобы обеспечить устойчивое развитие этой отрасли. Эти задачи требуют внимания и действий, чтобы справиться с последствиями изменений климата и сохранить продовольственные ресурсы для будущих поколений.

Основная цель данной работы заключается в анализе влияния неблагоприятных метеорологических явлений на экономическую деятельность, что

подразумевает комплексное исследование различных аспектов этой проблемы.

В первой главе будет проведен обзор погодозависимых отраслей и опасных погодных явлений, непосредственно влияющих на эти отрасли, будут разобраны характеристики данных явлений и факторы, способствующие их возникновению.

Во второй главе проводится анализ погодно-климатических условий центральной части европейской территории России. Будут рассмотрены климатообразующие факторы, такие как температурный режим, режим осадков, циркуляционные условия и режим ветра.

В третьей главе уделяется внимание воздействию климатических условий на сельское хозяйство, с примерами реальных ситуаций и статистическими данными и их анализом. В ней проводится анализ режима конкретных опасных явлений погоды и рассматривается их влияние на хозяйственную деятельность, в частности сельское хозяйство и причиненный ей ущерб. Также будут предложены рекомендации и меры по подготовке к неблагоприятным погодным условиям, основанные на многолетних успешных практиках.

Таким образом, эта работа сосредоточена на выявлении основных факторов, оказывающих влияние опасных погодных явлений на экономическую деятельность, а также на формировании рекомендаций, которые могут быть полезны как отдельным отраслям, так и всему обществу. В условиях изменения климата важно не только отвечать на последствия экстремальных погодных условий, но и заранее предпринимать шаги для их предотвращения, разрабатывая стратегии, помогающие снизить их негативный эффект на экономику и общество. Исследование по выбранной теме становится особенно важным в свете глобальных климатических изменений, которые приводят к возрастанию частоты и интенсивности экстремальных погодных событий.

1. Погодно-климатические условия, влияющие на хозяйственную деятельность

1.1. Понятие опасных явлений погоды. Критерии оценки степени опасности явлений погоды

Опасные явления погоды – это атмосферные явления, которые могут причинить значительный вред людям, имуществу и окружающей среде. Например, штормы – сильные ветры, сопровождающиеся дождем или снегом. Ураганы и тайфуны – мощные тропические циклоны с очень сильными ветрами и обильными осадками. Снегопады и метели – обильные осадки в виде снега, которые могут затруднять передвижение и вызывать аварии. Ливни и наводнения – сильные дожди, которые могут привести к затоплению территорий. Засухи – длительные периоды с недостатком осадков, что приводит к нехватке воды и негативным последствиям для сельского хозяйства. Смерчи и торнадо – мощные вихревые потоки воздуха, способные разрушать здания и вырывать деревья с корнями. Опасные погодные явления могут оказывать значительное воздействие на различные сферы экономики, включая сельское хозяйство, строительство, транспорт и энергетику [2].

Классификация этих явлений позволяет более точно оценивать их последствия и разрабатывать меры по снижению рисков. Первым важным аспектом анализа опасных погодных явлений является их классификация. Опасные погодные явления можно разделить на несколько категорий, включая атмосферные явления, связанные с осадками, температурные аномалии, ветровые явления и явления, связанные с изменением уровня воды. Каждая из этих категорий включает в себя множество конкретных явлений, каждое из которых имеет свои особенности и последствия.

Атмосферные явления, связанные с осадками, включают в себя такие явления, как сильные дожди, ливни, град и снегопады. Сильные дожди могут вызывать наводнения, что приводит к разрушению инфраструктуры, сельскохозяйственных угодий и жилых районов. Например, в случае затяжных

дождей, особенно в сочетании с таянием снега, уровень воды в реках может резко подняться, что приводит к затоплению прилегающих территорий. Ливни, как правило, сопровождаются сильным ветром и могут вызывать повреждение зданий, деревьев и линий электропередач. Град, в свою очередь, представляет собой серьезную угрозу для сельского хозяйства, так как может уничтожить урожай, повреждая растения и плоды. Снегопады, особенно в больших объемах, могут создавать проблемы для транспортной инфраструктуры, затрудняя передвижение и создавая угрозу обрушения крыш зданий [1].

Температурные аномалии также представляют собой значительную группу опасных погодных явлений. К ним относятся как экстремально высокие, так и низкие температуры. Жаркие летние дни могут привести к засухе, что негативно сказывается на сельском хозяйстве, так как растения нуждаются в достаточном количестве влаги для нормального роста. В условиях засухи возможно сокращение урожайности, что в свою очередь может привести к экономическим потерям для фермеров и увеличению цен на продовольствие. С другой стороны, резкие похолодания могут вызвать замерзание водоемов и повреждение сельскохозяйственных культур, особенно если температура опускается ниже критических значений. Это может привести к сокращению объемов производства и, как следствие, к экономическим убыткам.

Ветровые явления, такие как ураганы, торнадо и сильные штормы, также оказывают значительное влияние на хозяйственную деятельность. Ураганы и тропические штормы могут вызывать разрушения в прибрежных районах, нанося ущерб жилым домам, инфраструктуре и экосистемам. Эти явления сопровождаются сильными ветрами, которые могут сносить крыши, вырывать деревья и повреждать линии электропередач. Торнадо, хоть и менее распространены, но могут быть разрушительными, создавая узкие полосы разрушений. Ветер может также вызывать пыльные бури, что негативно сказывается на здоровье людей и животных, а также на урожайности сельского хозяйства [6].

Явления, связанные с изменением уровня воды, такие как наводнения, также имеют большое значение. Наводнения могут быть вызваны как обильными осадками, так и таянием снега. Важно отметить, что наводнения не только наносят ущерб физической инфраструктуре, но и могут приводить к загрязнению водоемов, что представляет собой угрозу для здоровья населения. Вода, затопляющая сельскохозяйственные угодья, может не только уничтожать урожай, но и оставлять за собой химические вещества и патогены, что делает почву непригодной для дальнейшего использования.

Каждое из этих явлений имеет свои механизмы формирования и специфические условия, при которых они возникают. Например, сильные дожди часто связаны с атмосферными фронтами, которые возникают в результате взаимодействия теплого и холодного воздуха. В свою очередь, ураганы формируются над теплыми морскими водами и требуют определенных условий для своего развития, таких как высокая температура поверхности воды и низкое атмосферное давление. Понимание этих механизмов позволяет более точно предсказывать возникновение опасных погодных явлений и разрабатывать стратегии по их предотвращению или минимизации ущерба [16].

Кроме того, важно учитывать, что изменение климата также вносит свои коррективы в частоту и интенсивность опасных погодных явлений. По мере увеличения глобальных температур наблюдается рост числа экстремальных погодных явлений, таких как сильные ливни, засухи и ураганы. Это требует от хозяйственных субъектов адаптации к новым условиям и разработки более устойчивых к климатическим изменениям стратегий. Например, фермеры могут быть вынуждены переходить на более устойчивые к засухе сорта растений или изменять график посева и сбора урожая.

Также стоит заметить, что оценка степени опасности явлений погоды основывается на нескольких критериях, которые помогают определить потенциальный риск для жизни, здоровья, имущества и т.д. К ним относятся, в частности интенсивность. Это может касаться силы ветра (например, скорость ветра в метрах в секунду или километр в час), количества осадков

(например, миллиметры за определенный период), температуры (например, экстремальные температуры, как жара или холод).

Следующий критерий – это продолжительность и площадь охвата. Время, в течение которого сохраняются опасные условия (например, длительность шторма или засухи) и географический масштаб явления. Также к критериям относятся вероятность возникновения (статистическая вероятность того, что данное явление произойдет в определенный период времени), исторические данные (анализ предыдущих случаев возникновения аналогичных явлений и их последствий). Помимо этого, существует уязвимость населения и инфраструктуры. Оценка готовности и устойчивости местного населения и инфраструктуры к воздействию данного явления (например, наличие систем предупреждения, качества строительства зданий и др.). Также есть экономические, экологические и социальные последствия. Потенциальные убытки для экономики региона или страны (например, ущерб от разрушений, потери в сельском хозяйстве), влияние на экосистемы и окружающую среду (например, разрушение природных сред обитания или загрязнения), влияние на здоровье людей, миграцию и социальные структуры. Все эти критерии помогают метеорологам и специалистам по чрезвычайным ситуациям оценивать риски и принимать меры для защиты населения и минимизации ущерба.

В качестве критерия оценки ОЯП можно так же ориентироваться на международные рекомендации, например Международная база данных о катастрофах (EM-DAT, The international Disaster Database, <https://www.emdat.be>). Данная база содержит сведения о более 2600 катастрофах по всему миру с 1900 года. Организация регистрирует стихийные бедствия, вызванные в том числе и опасными гидрометеорологическими явлениями, если они сопровождаются следующими критериями:

- 10 и более погибших;
- 100 и более пострадавших;
- Объявление чрезвычайного положения;
- Призыв к оказанию международной помощи.

ЕМ-DAT классифицирует две группы опасных явлений: природные и техногенные с соответствующими подгруппами (рис.1) [3].

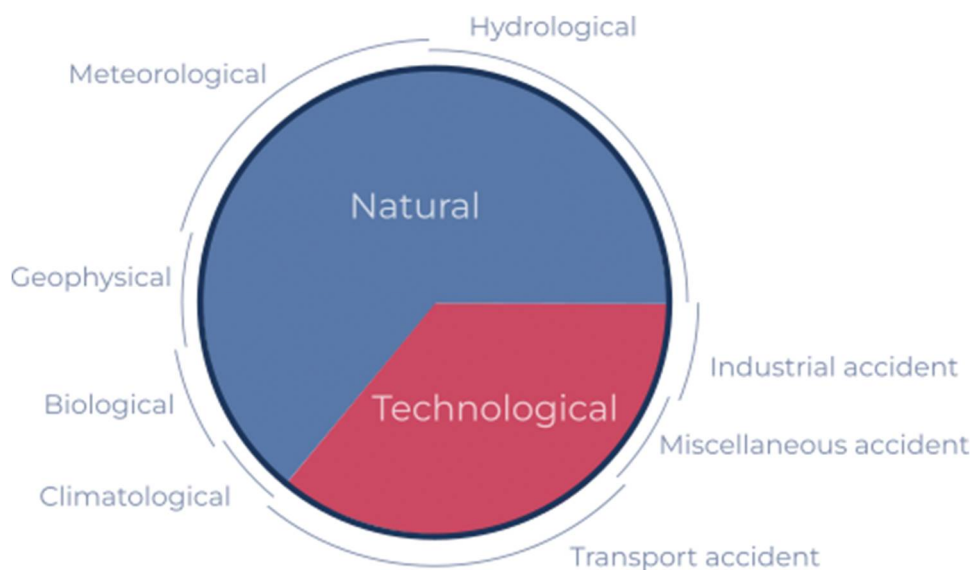


Рисунок 1 – Классификация опасных явлений [3]

1.2. Отрасли экономики, зависящие от погодно-климатических условий

Погодно-климатические условия играют ключевую роль во многих отраслях экономики, в частности в сельском хозяйстве, т.к. они напрямую влияют на рост и развитие сельскохозяйственных культур, здоровье животных и общую продуктивность аграрного сектора. Рассмотрим более подробно, как различные климатические факторы влияют на сельское хозяйство. Первым важным фактором является температура, она непосредственно влияет на рост растений. Существуют оптимальные температуры, когда каждая культура имеет оптимальный температурный диапазон для роста. Например, кукуруза требует теплой погоды, тогда как пшеница может расти при более низких температурах. При этом существуют и экстремальные температуры, которые могут вызвать стресс у растений и снизить их урожайность. Низкие температуры могут привести к заморозкам, что также негативно скажется на урожае. А высокие температуры могут негативно сказаться на здоровье и продуктивности скота, снижая их воспроизводительность и молочную продуктивность, также резкое значительное потепление может привести быстрому снеготая-

нию и затоплению посевов. Вторым фактором являются осадки. Возможно нарушение уровня влажности, при котором может образоваться недостаток влаги, когда нехватка осадков может привести к засухе, что негативно сказывается на урожайности культур и может вызвать деградацию почв и гибель растений. Может быть и избыток влаги, при котором чрезмерные осадки могут вызвать затопление полей, вымывание питательных веществ из почвы, что приводит к загниванию корней, полеганию злаковых и зерновых и общему снижению урожайности [2].

Обильные снегопады на незамерзшую почву и низкие последующие температуры могут вызвать выпревание озимых (углеводное истощение). В регионах с недостатком осадков фермеры часто вынуждены использовать системы орошения, что требует дополнительных затрат и ресурсов. Следующим фактором является солнечное излучение. Оно служит ключевым фактором для фотосинтеза. Недостаток солнечного света может замедлить рост растений и снизить урожайность. Также разные культуры требуют различной продолжительности светового дня для оптимального роста. Например, некоторые растения лучше растут в условиях длительного светового дня, в то время как другие лучше растут в теневых условиях.

Следующий фактор, это ветер. Сильные ветры могут способствовать эрозии почвы, что приводит к потере питательных веществ и ухудшению качества почвы. Сильные порывы ветра могут ломать стебли растений или повреждать плоды, что также сказывается на урожайности. Последним фактором можно назвать изменение температурных режимов, которые могут приводить к смещению сроков посева и сбора урожая, что может повлиять на планирование агрономических работ. Помимо всего этого к значительным потерям в сельском хозяйстве могут привести увеличение частоты экстремальных погодных явлений и увеличение числа вредителей и болезней [6].

Погодно-климатические условия оказывают значительное влияние и на транспортные системы, включая автомобильный, железнодорожный, воздушный и морской транспорт. Если рассматривать автомобильный транс-

порт, то тут важно состояние дорожного покрытия, видимость и условия эксплуатации. Осадки могут привести к образованию луж, скольжению и ухудшению сцепления колес с дорогой. Это увеличивает риск дорожно-транспортных происшествий и требует дополнительных мер безопасности. Низкие температуры могут привести к образованию гололеда, что делает дороги опасными для движения. В таких условиях повышается вероятность аварий. Уменьшение видимости в условиях тумана или сильного дождя затрудняет движение и также может привести к задержкам и авариям. Высокие температуры могут повлиять на работу двигателей и моторных систем, а низкие температуры могут вызвать проблемы с аккумуляторами и другими компонентами автомобилей [1].

Сильные снегопады могут блокировать дороги, затрудняя движение и требуя применения специальных средств для отчистки. Если рассматривать железнодорожный транспорт, то тут важно влияние на инфраструктуру и безопасность движения. Изменения температуры могут вызвать расширение и сжатие рельсов, что может привести к их деформации и авариям. Накопление снега и льда на рельсах может затруднить движение поездов и требует регулярной очистки путей. Дождь, снег и туман могут снижать видимость для машинистов, что требует снижения скорости и увеличения интервалов между поездами [1].

Погодные условия также могут влиять на работу сигнализации и систем управления движением, что требует повышенного внимания со стороны диспетчеров. Если рассматривать воздушный транспорт, то здесь важно влияние на условия взлета и посадки, видимость и турбулентность. Так, сильные ветры могут затруднить взлет и посадку самолетов, особенно при боковом ветре. Это может привести к задержкам рейсов. Накопление льда на крыльях самолетов может потребовать дополнительной обработки перед взлетом, что увеличивает время подготовки. Плохая видимость из-за тумана или дождя может привести к задержкам в расписании, а также к необходимости использования инструментальных методов посадки. Грозы, сильные ветры и другие

метеорологические условия могут вызвать турбулентность во время полета, что влияет на комфорт пассажиров и безопасность. Если рассматривать морской транспорт, то здесь важно влияние на условия навигации и портовые операции. Плохие погодные условия могут привести к отмене или задержке рейсов судов, а также к повышению риска аварий на воде. Уменьшение видимости из-за тумана может затруднить навигацию и увеличивает вероятность столкновений. Погодные условия могут влиять на график загрузки и разгрузки судов в портах, что может привести к задержкам в поставках. Экстремальные погодные условия могут повредить грузы или повлиять на их сохранность во время транспортировки. Таким образом, транспортные компании должны учитывать прогноз погоды при планировании маршрутов для минимизации рисков и задержек.

Также погодно-климатические условия влияют на лесное хозяйство и рыболовство. Так от температуры и осадков сильно зависит рост деревьев и вегетационный период, а изменения климата могут способствовать распространению вредителей и болезней, в результате чего снизится устойчивость лесов, ведь они будут находиться под стрессом из-за неблагоприятных климатических условий и могут стать более уязвимы к вредителям. Также изменения в температуре и уровне осадков могут привести к увеличению частоты и интенсивности лесных пожаров, а изменения в климате способны снизить видовое разнообразие.

Помимо этого, загрязнение воздуха может негативно сказаться на здоровье деревьев, особенно на их способности к фотосинтезу. В свою очередь, если рассматривать рыболовство, то температура воды может влиять на рост и размножение рыб, смену ареалов их обитания. Уровень осадков и сток может влиять на качество воды и гидрологию рек. Температура воды влияет также на содержание кислорода, в теплой воде уровень кислорода может снижаться, что вызывает стресс у рыб. Увеличение температуры зимой может уменьшить толщину льда, что также повлияет на поведение рыб. Экстремальные погодные явления, такие как штормы, ураганы и наводнения мо-

гут разрушать места обитания рыб, что может привести к снижению биологического разнообразия и снижению популяций. Наконец, изменения в климате могут привести к смене видов и конкуренции между ними.

Погодно-климатические условия оказывают значительное влияние на энергетическую отрасль, в частности на ветровую, солнечную, тепловую энергию, гидроэнергию. Так, эффективность ветряных турбин напрямую зависит от скорости ветра. В регионах с постоянными и сильными ветрами ветряные электростанции могут генерировать больше электроэнергии. Ветер может быть более активным в определенные сезоны (например, осенью и зимой), что влияет на планирование и эксплуатацию ветряных электростанций [1].

Количество солнечного света, доступного для фотоэлектрических панелей, зависит от облачности, времени года и угла падения солнечных лучей. Облака и дожди могут значительно снижать эффективность солнечных панелей. Летние месяцы обычно обеспечивают больше солнечной энергии, чем зимние, что требует учета сезонных изменений при планировании производства. Погодные условия, такие как осадки и температура, влияют на уровень рек и водохранилищ, что, в свою очередь, определяет доступность воды для гидроэлектростанций. В регионах со снежными зимами уровень воды в реках может увеличиваться весной из-за таяния снега, что временно увеличивает производство энергии на ГЭС. Тепловые электростанции (газовые и угольные) требуют охлаждения, и высокая температура окружающей среды может снижать их эффективность [16].

Погодные условия могут влиять на доступность топлива (например, угля), что может привести к перебоям в производстве энергии. В холодные месяцы потребление энергии для отопления возрастает, тогда как в теплые — для кондиционирования воздуха. Это создает пики нагрузки на энергосистему. Аномально холодные или жаркие температуры могут привести к резкому увеличению потребления энергии, что может вызвать перегрузки в энергосистеме. Погодные условия могут влиять на потребление энергии в сельском

хозяйстве (например, для полива) и в промышленности (например, для охлаждения или обогрева). Изменения климата могут требовать пересмотра энергетических потребностей в различных секторах экономики. Ураганы, наводнения и другие стихийные бедствия могут повреждать энергетическую инфраструктуру (линии электропередач, подстанции), что приводит к отключениям электроэнергии.

Погодно-климатические условия оказывают значительное влияние на строительство. Проектировщики должны учитывать средние и экстремальные температуры в регионе. Это влияет на выбор материалов, теплоизоляцию и системы отопления/кондиционирования. Уровень осадков (дождь, снег) определяет необходимость дренажных систем, водоотведения и устойчивость фундамента. Ветровые нагрузки влияют на проектирование зданий, особенно высотных. Необходимо учитывать силу и направление ветра для обеспечения устойчивости.

Разные типы грунтов (песок, глина, скала) требуют разных подходов к фундаменту и строительным технологиям. Влажность грунта также влияет на его несущую способность. В районах с высокой сейсмической активностью проектирование зданий требует специальных решений для повышения их устойчивости к землетрясениям. Холодные температуры могут замедлить процессы, такие как укладка бетона, который требует определенных температур для правильного затвердевания. Жаркая погода может привести к быстрому испарению влаги из бетона. Осадки могут остановить или замедлить строительные работы, особенно при выполнении земляных работ или укладке кровли [1].

Строительные работы в условиях сильного ветра, дождя или снега могут быть опасными для рабочих. Необходимы меры безопасности и возможное приостановление работ. В жаркую погоду работники могут страдать от обезвоживания и перегрева, что требует организации перерывов и доступа к воде. Ультрафиолетовое излучение, соль (в прибрежных зонах), заморажива-

ние и оттаивание могут влиять на долговечность строительных материалов. Это требует выбора более устойчивых к внешним воздействиям материалов.

1.3. Анализ потерь экономики и социальной сферы от ОЯП

Анализ потерь экономики и социальной сферы от опасных явлений погоды является важной задачей для понимания воздействия климатических изменений и экстремальных погодных условий на общество. Опасные явления погоды, такие как ураганы, наводнения, засухи, торнадо и сильные морозы, могут оказывать значительное влияние на экономику и социальное благополучие [14].

По данным ВМО (Всемирной метеорологической организации) в Европе с 1970 по 2019 гг. зарегистрировано 1672 катастроф, что привело к человеческим жертвам в количестве 159 438 человек и нанесен совокупный экономический ущерб в размере 476,5 млрд. долларов США []. Самое большое количество смертей вызваны экстремальными температурами воздуха – 148109 (93%), а наводнения и штормы нанесли наибольший экономический ущерб, по 36% и 44%, соответственно. Подробная статистика представлена в таблице 1.1.

Таблица 1 – 10 крупных ранжированных стихийных гидрометеорологических явлений (СГЯ) по зарегистрированным смертям (а) и экономическим потерям (б) в Европе с 1970 по 2019 гг. [4]

(а)	СГЯ	Годы	Страны	Количество смертей
1	Экстремальная температура	2010	Россия	55736
2	Экстремальная температура	2003	Италия	20089
3	Экстремальная температура	2003	Франция	19490
4	Экстремальная температура	2003	Испания	15090
5	Экстремальная температура	2003	Германия	9355

6	Экстремальная температура	2015	Франция	3275
7	Экстремальная температура	2003	Португалия	2696
8	Экстремальная температура	2006	Франция	1388
9	Экстремальная температура	2003	Бельгия	1175
10	Экстремальная температура	2003	Швейцария	1-39
(б)	<i>СГЯ</i>	<i>Годы</i>	<i>Страны</i>	<i>Экономические потери (миллион дол. США)</i>
1	Наводнения	2002	Германия	16,48
2	Наводнения	1994	Италия	16,03
3	Наводнения	2013	Германия	13,86
4	Наводнения	1999	Франция	12,27
5	Наводнения	2000	Италия	11,87
6	Наводнения	1983	Испания	10
7	Наводнения	1990	Испания	8,81
8	Наводнения	2000	Англия	8,75
9	Наводнения	2007	Германия	6,78
10	Наводнения	1990	Англия	6,65

Более подробная география человеческих смертей представлена на рисунке 2, а география экономических потерь на рисунке 3.

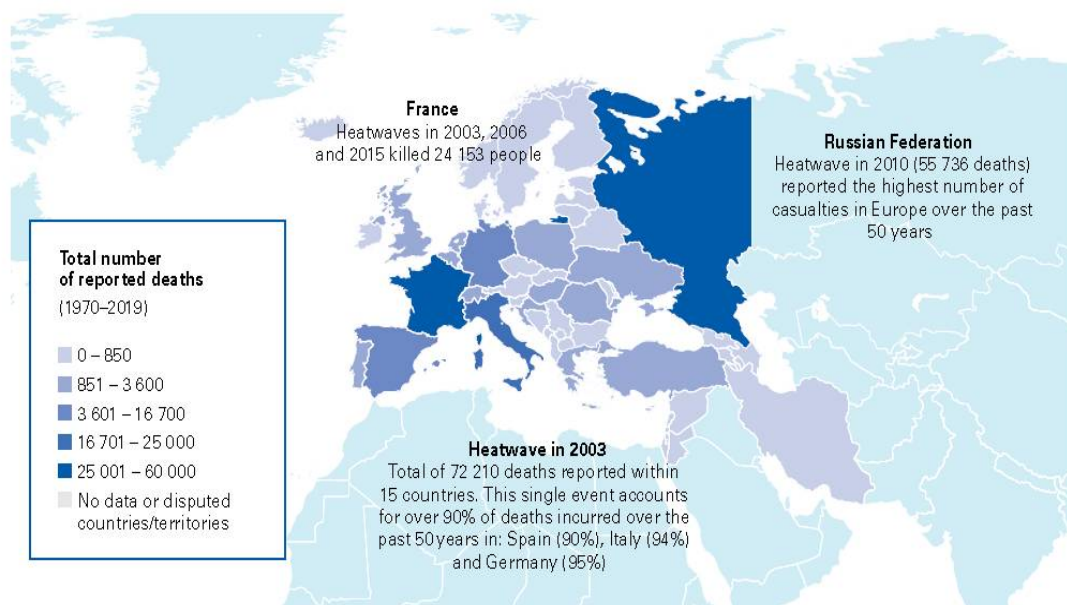


Рисунок 2 – Зарегистрированные катастрофы и количество человеческих потерь в Европе (1970-2019 гг.) [4]

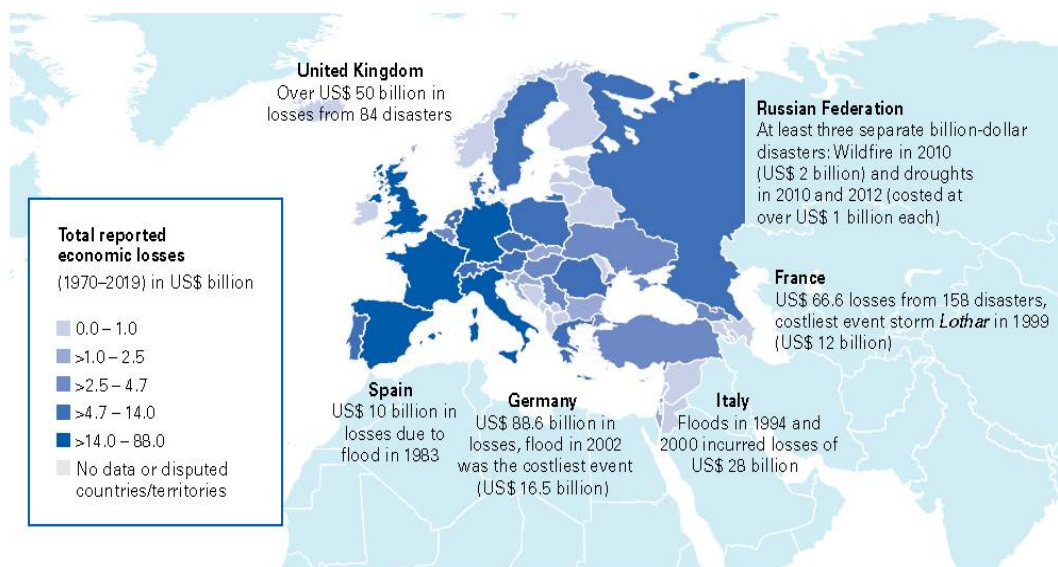


Рисунок 3 – Зарегистрированные катастрофы и экономические потери в Европе (1970-2019 гг.) [4]

Если рассмотреть влияние конкретных опасных явлений на человеческие жертвы и экономические потери, то в Европе с 1970 по 2019 гг. 91% смертельных случаев связаны волнами тепла (аномально жаркая погода), по экономическим потерям 27% речные наводнения и 29% сильные шторма [4].

Рассмотрим основные аспекты связанные с различными потерями от опасных явлений погоды.

Первое это экономические потери, что включает в себя разрушение инфраструктуры, потерю урожая и убытки в промышленности, а также снижение производительности труда и рост цен. Опасные явления погоды могут привести к разрушению зданий, дорог, мостов и других объектов инфраструктуры, а восстановление требует значительных финансовых затрат. Сельское хозяйство часто страдает от экстремальных погодных условий. Например, засуха может привести к снижению урожайности, что в свою очередь влияет на продовольственную безопасность и доходы фермеров. Промышленные предприятия могут испытывать перебои в производстве из-за повреждения оборудования или остановки работы из-за плохих погодных условий. В условиях экстремальных температур или стихийных бедствий работоспособность людей может снижаться, что приводит к потерям в произ-

водительности. Убытки в сельском хозяйстве могут вызвать рост цен на продукты питания, что негативно сказывается на потребителях и может привести к инфляции.

Второе – это социальные потери, они включают в себя влияние на здоровье и перемещение населения, увеличение заболеваемости, психологическое воздействие, внутреннюю миграцию, увеличение нагрузки на социальные службы. Экстремальные погодные условия могут способствовать распространению инфекционных заболеваний (например, через наводнения) или ухудшению здоровья (например, в результате тепловых ударов).

Стресс и травмы, связанные с потерей жилья или близких в результате стихийных бедствий, могут привести к долгосрочным психологическим проблемам. Люди могут быть вынуждены покинуть свои дома из-за разрушений, что приводит к увеличению числа беженцев и внутренне перемещенных лиц. Рост числа людей, нуждающихся в помощи, может создать дополнительную нагрузку на государственные и местные службы, спровоцировав возможные ошибки в их работе.

Рассмотрим основную статистику экономических потерь отраслей экономики от опасных явлений погоды в центрально-черноземном районе. Так, если брать наиболее уязвимую отрасль – сельское хозяйство, то можно сказать, что засухи, град, заморозки и ливни приводят к потерям до 20–30% урожая в неблагоприятные годы [18].

По данным Росгидромета, ежегодные убытки сельского хозяйства от опасных явлений погоды в центральном федеральном округе (включая Черноземье) могут достигать 10-15 миллиардов рублей (в экстремальные годы – до 50 миллиардов рублей). Например, в 2020–2022 годах, потери от засухи в Воронежской и Липецкой областях оценивались в 20–25 миллиардов рублей.

Если рассматривать энергетику и жилищно-коммунальное хозяйство, то аномальные снегопады, гололед, шквалистый ветер вызывают повреждения линий электропередач, что приводит к убыткам в 1-3 миллиарда рублей ежегодно. Например, в январе 2022 г. из-за ледяного дождя в Липецкой обла-

сти более 200 населенных пунктов остались без света, а ущерб составил около 2 миллиардов рублей.

Если же рассматривать транспортную инфраструктуру, то нарушения работы авиационного, железнодорожного и автомобильного транспорта из-за туманов, гололеда, сильных осадков, оцениваются в 2-5 миллиардов рублей в год. Например, в 2021 г. из-за снегопадов в Воронежской области было более 500 ДТП, а ущерб составил примерно 1,5 миллиарда рублей.

Если рассмотреть строительную отрасль, то из-за непогоды возможны простои и из-за этого переносятся 5-15% сроков сдачи объектов, а ущерб от разрушений достигает 1-3 миллиардов рублей в год. Например, в 2022 г. в Белгородской области ураган повредил более 30 осуществляемых строек, а убытки составили около 1,2 миллиарда рублей.

Стоит также сказать и о рыболовстве. Заморозки, аномально-высокие температуры, загрязнения из-за ливневых паводков являются основными рисками. В среднем потери отрасли оцениваются в 0,5-1,5 миллиардов рублей в год. А в 2020 г. из-за аномальной жары в Воронежской области погибло около 30% рыбы в прудовых хозяйствах, ущерб составил около 500 миллионов рублей.

Если рассматривать туризм, то аномальная жара, ливни, ураганы и другие опасные явления погоды могут привести к снижению потока туристов на 10-20% в неблагоприятные сезоны. Также существенны убытки от отмены фестивалей, например, в 2021 г. из-за ливней в Курской области отменили фестиваль «Соловьиная трель», а потери составили около 200 миллионов рублей. А общий ущерб для отрасли оценивается в 1-3 миллиарда рублей в год.

Если подвести итоги, то можно сказать, что в среднем годовой ущерб от опасных явлений погоды в центрально-черноземном районе равен около 20-60 миллиардов рублей. А в экстремальные годы может достигать около 100 миллиардов рублей.

2. Анализ погодных-климатических условий Центрально-Черноземного района

2.1. Температурный режим воздуха и почвы

В центрально-черноземный район входит ряд регионов – Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая и Тамбовская области. Для начала стоит немного сказать о климате центрально-черноземного района (ЦЧР). Он умеренно-континентальный с теплым засушливым летом и умеренно холодной зимой, с устойчивым снежным покровом (слой снега, который сохраняется на протяжении всей зимы) и промерзанием почвы. Весна и осень выражены четко, с постепенными изменениями температуры. Весной почва прогревается, а осенью охлаждается.

Чтобы рассмотреть температурный режим воздуха в качестве примера мы возьмем средние месячные и годовые температуры воздуха за 2022 год на пяти станциях – Воронеж, Курск, Тамбов, Валуйки (Белгородская область) и Конь-Колодезь (Липецкая область) (табл.2). Проанализировав полученные данные, можно прийти к выводу, что средняя годовая температура варьируется в пределах $+7^{\circ}\text{C} - +9^{\circ}\text{C}$.

Таблица 2 – Среднемесячные и среднегодовые показатели температуры воздуха, $^{\circ}\text{C}$ [12].

Метеостанция	Месяцы												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Воронеж	-5,3	-1	-1,7	10,2	11,8	20,4	20,9	23,4	11,9	8,6	0,7	-2,1	8,2
Курск	-4,8	-1,1	-0,8	8,2	12,2	20	19,8	22,1	11	8,3	0,8	-2,1	7,8
Тамбов	-6,3	-2,2	-3,1	9,3	10,8	19,3	20,5	22,6	11,2	7,3	0,3	-3,6	7,2
Валуйки	-4,1	-0,2	-0,7	11,6	13	20,2	21,2	24,3	12,8	9,1	1,6	-0,7	9,0
Конь-Колодезь	-5,6	-1,7	-2,9	9,5	11,5	20	20,6	23	11,5	8,2	0,4	-2,3	7,7

Наиболее холодным месяцем является январь, когда средняя температура воздуха, например, в Тамбове составляла $-6,3^{\circ}\text{C}$, а минимальная температура наблюдалась также в январе, в Курске и составила $-19,4^{\circ}\text{C}$.

Наиболее теплым месяцем является август, когда средняя температура воздуха, например, в г.Валуйки составляла 24,3°C, а максимальная температура наблюдалась также в этом месяце и в этом населенном пункте и составила 33,4°C.

Если рассматривать многолетнюю среднюю годовую температуру воздуха за 2010-2022 годы, можно проанализировать данные (Таблица 3 и Рис. 4) и прийти к выводу, что самым теплым годом был 2020 (самые высокие показатели +9,5°C в Воронеже и Тамбове), в то время как самым холодным – 2018 год (самый низкий показатель +6,4°C). Если рассматривать среднюю многолетнюю температуру воздуха за срок с 2012 по 2022 год, то можно сказать, что самые теплые показатели были в Воронеже, в то время как самые холодные в Тамбове, а в среднем температура варьировалась около +8°C с незначительными колебаниями.

Таблица 3 – Средняя годовая температура воздуха °C с 2010 по 2022 г. [12].

Средняя годовая температура воздуха °C														
Станция	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Среднее за 12 лет
Воронеж	8,5	7,2	7,8	8,4	8	8,8	8,1	8,2	7,7	9	9,5	8,4	8,2	8,4
Курск	8,3	7,7	7,5	7,9	7,8	8,4	7,4	7,7	7,4	8,8	9	8,7	7,8	8,0
Тамбов	7,4	6,2	6,8	7,3	6,8	7,4	7	6,9	6,4	7,5	9,5	7	7,2	7,3
Валуйки	9,5	7,6	7,5	7,9	7,8	8,4	7,4	7,7	7,4	8,8	9	7,6	9	8,0
Конь-Колодезь	7,9	6,7	7,3	7,9	7,5	8,3	7,5	7,7	7,2	8,5	8,9	8	7,7	7,9

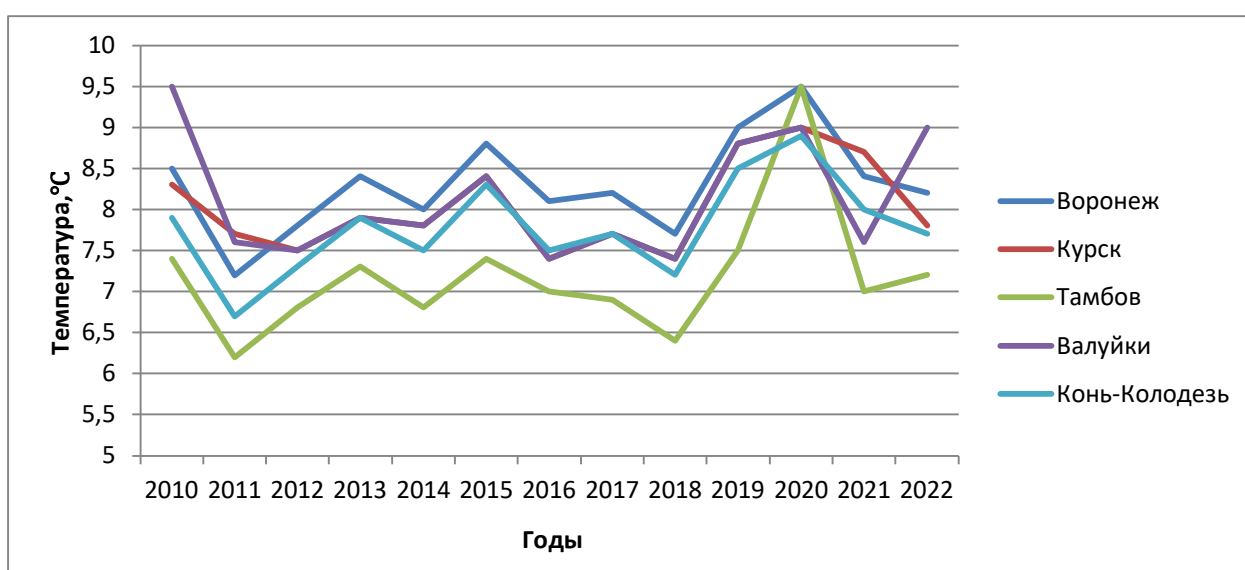


Рисунок 4 – Средняя годовая температура воздуха °C с 2010 по 2022 г. [12].

Теперь рассмотрим температурный режим поверхности почвы и также возьмем средние месячные температуры поверхности почвы за 2022 год на пяти станциях. Проанализировав полученные данные (табл.4), можно прийти к выводу, что средняя годовая температура варьируется в пределах $+9^{\circ}\text{C}$ и лишь в Валуйках достигает $+11,6^{\circ}\text{C}$.

Больше всего почва прогрета в летние месяцы, например, средняя температура поверхности почвы в Валуйках достигала $+29^{\circ}\text{C}$, в то время как максимальная температура наблюдалась в июле в Тамбове и составляла $+60^{\circ}\text{C}$.

Меньше всего почвы была прогрета в январе, например, средняя температура в Тамбове составляла $-6,7^{\circ}\text{C}$, а минимальная температура наблюдалась также в Тамбове и равнялась $-22,6^{\circ}\text{C}$.

Если же рассматривать многолетнюю среднюю годовую температуру поверхности почвы за 2010-2022 годы, можно проанализировать данные (Таблица 5 и Рисунок 5) и прийти к выводу, что больше всего почва была прогрета в 2020 году (самый высокий показатель $+12,4^{\circ}\text{C}$ в Валуйках), в то время как самым холодным – 2011 год (самый низкий показатель $+7,2^{\circ}\text{C}$ был зафиксирован в Тамбове).

Таблица 4 – Среднемесячные и среднегодовые показатели температуры поверхности почвы [12].

Метеостанция	Месяцы												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Воронеж	-6	-2,9	-4,5	11,7	16,7	27,7	25,6	27,2	13,2	8	0,6	-2,9	9,5
Курск	-5,5	-2,6	-2,7	9,2	15,5	25,8	24,6	24,5	13,2	8,4	1,3	-2,4	9,1
Тамбов	-6,7	-3	-4,2	10,2	15,1	26,6	26,8	27,5	13,2	7,4	0,5	-3,5	9,2
Валуйки	-4,6	-1,7	-0,1	14,3	19,9	27,2	29	29	15,4	9,8	1,8	-1,1	11,6
Конь-Колодезь	-5,9	-3,3	-4,6	11,7	16,3	27,7	26,8	27,6	13,7	8,7	0,6	-2,7	9,8

Если рассматривать среднюю многолетнюю температуру воздуха за срок с 2010 по 2022 год, то можно сказать, что самые теплые показатели были в Валуйках, в то время как самые холодные в Тамбове, а в среднем температура варьировалась около $+9^{\circ}\text{C}$ с незначительными колебаниями, лишь в

населенном пункте Валуйки она отличалась и составила $+11,3^{\circ}\text{C}$. Если попробовать сравнить многолетнюю среднюю годовую температуру воздуха и поверхности почвы, то можно, например, увидеть, что самым теплым годом и годом, когда больше всего прогрелась почва, был 2020 год.

Таблица 5 – Средняя годовая температура поверхности почвы $^{\circ}\text{C}$ с 2010 по 2022 г. [12].

Средняя годовая температура поверхности почвы $^{\circ}\text{C}$														
Станция	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Среднее за 12 лет
Воронеж	9,3	8,5	9,1	10,2	9,3	9,9	9,3	9,2	8,8	10,8	11	10	9,5	9,7
Курск	9,7	8,6	8,8	9,3	9,6	10	8,9	9,6	9,6	10,8	11	9,2	9,1	9,6
Тамбов	8,3	7,2	7,7	8,3	8,3	8,8	8,5	8,4	8,1	9,3	10,2	8,8	9,2	8,7
Валуйки	11,3	10	10,3	11,2	10,8	11,6	11	11,1	10,6	11,9	12,4	11,3	11,6	11,3
Конь-Колодезь	9,6	8,6	9,2	9,8	9,8	10,2	9,4	9,3	9,2	10,3	10,7	10,1	9,8	9,8

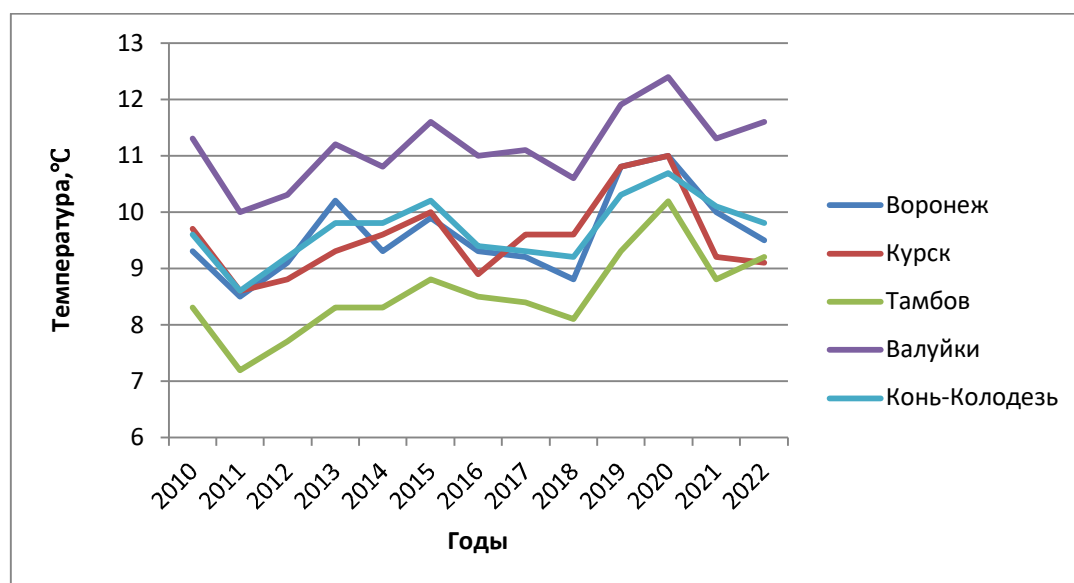


Рисунок 5 – Средняя годовая температура поверхности почвы $^{\circ}\text{C}$ с 2012 по 2022 гг. [12].

В Центрально-Черноземном районе в марте нередко случаются резкие похолодания, из-за которых может подмерзать верхний слой почвы и некоторые плодовые культуры. Что касается вегетационного периода (период года, когда возможны рост и развитие растений), он начинается, когда среднесуточная температура почвы превышает $+5^{\circ}\text{C}$. Обычно это происходит во второй

половине апреля и длится примерно 140–180 дней. При этом безморозный период в этом регионе составляет в среднем 145 дней.

Заморозки здесь случаются довольно часто: весенние могут наблюдаться вплоть до конца мая и даже в начале июня, а осенние нередко начинаются уже в конце сентября или начале октября. Лето в ЦЧР обычно умеренно-теплое, с преобладанием солнечной и сухой погоды. Самые жаркие месяцы — июль и август, когда средняя температура воздуха достигает +25...+27°C.

Также стоит рассмотреть экстремальные температуры (Таблица 6). Проанализировав соответствующие данные, можно прийти к выводу, что среди всех экстремальных значений температуры воздуха, максимального значения летом и минимального значения зимой, за исключением одной даты, выделяется 2010 г. Все максимальные значения наблюдались в августе, а минимальные в январе. Абсолютный максимум был 03.08.2010, температура в этот день составила +40,7°C, а абсолютный минимум был 25.01.2010, температура в этот день составила -35,6°C. Оба значения наблюдались в Тамбове.

Таблица 6 – Экстремальные температуры воздуха °C на территории ЦЧР. [11].

Температура воздуха				
Минимальное значение	Максимальное значение	Город	Дата мин. значения	Дата макс. Значения
-31,7	39,3	Воронеж	24.01.2010	01.08.2010
-29	39,6	Валуйки	24.01.2010	08.08.2010
-28,2	38	Курск	30.01.2014	09.08.2010
-32,4	40,2	Конь-Колодезь	24.01.2010	02.08.2010
-35,6	40,7	Тамбов	25.01.2010	03.08.2010

В целом, эти климатические условия делают центрально-черноземный район благоприятным для выращивания зерновых, овощных и других сель-

скохозяйственных культур. Но также требуют учета температурных колебаний и своевременного проведения агроклиматических мероприятий.

2.2. Режим осадков

Чаще всего в Центрально-Черноземном районе атмосферные осадки можно наблюдать в виде дождя, снега, инея, росы и тумана с неравномерным распределением по субъектам ЦЧР. Чтобы рассмотреть режим осадков центрально-черноземного района в качестве примера мы возьмем данные общего количества осадков по месяцам и общие годовые значения за 2022 год (таблица 7). Проанализировав эти данные, можно прийти к выводу, что большая часть осадков приходится на теплый сезон, а именно в период с апреля по октябрь, с отмечающимся максимумом в сентябре (142 мм).

Таблица 7 – Месячное и общее годовое количество осадков (мм) за 2022 г. [12].

Метеостанция	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Воронеж	66	33	69	54	37	50	124	31	134	96	68	108	870
Курск	81	22	29	120	93	10	68	25	142	80	40	126	836
Тамбов	53	40	27	50	30	23	100	23	65	78	51	51	591
Валуйки	54	28	31	46	24	100	19	40	117	73	105	57	694
Конь-Колодезь	70	27	62	62	37	44	120	32	136	103	70	87	850

Лето – это наиболее влажный период, на который приходится около 40-50% годовых осадков. Часто наблюдаются ливневые дожди, иногда с грозами. Минимум атмосферных осадков наблюдается в феврале, их отметка колеблется в районе 22 - 40 мм. Зимой осадки выпадают преимущественно в виде снега. Зимой осадков меньше, чем летом, но снежный покров может быть устойчивым. Весной и осенью количество осадков умеренное, но весной возможны затяжные дожди, а осенью морозящие осадки. Общее количество дней с осадками в году составляет около 165 дней. В среднем годовое

количество осадков варьируется в пределах 600-900 мм. Это значение может варьироваться в зависимости от конкретной области и рельефа местности. В отдельные годы в ЦЧР возможны засухи, особенно в летний период. Это связано с антициклональной погодой, когда продолжительное время отсутствуют дожди. Также зимой высота снежного покрова может достигать 20-40 см, что способствует накоплению влаги в почве весной [10].

Теперь проанализируем данные годовых сумм осадков с 2010 по 2022г (таблица 8 и рисунок 6). По характеру осадков можно заметить, что непосредственно в ЦЧР сумма осадков за год не так сильно отличается кроме Тамбова, там она меньше, также большое количество осадков выпало в городе Курск, в 2016 году. Максимальные суммы осадков наблюдались в 2012 и в 2022 г., а минимальные годовые суммы в 2014 г. В среднем за 10 лет показатели годовой суммы осадков варьировались в пределах 500-600 мм. Больше всего осадков выпадало в Курске, а меньше всего в Тамбове.

Таблица 8 – Годовая сумма осадков с 2010 по 2022 г. в ЦЧР (мм) [12].

Годовая сумма осадков с 2010 по 2022 г. (мм)														
Станция	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Среднее за 12 лет
Воронеж	607	461	829	591	419	527	766	637	618	519	437	583	870	618
Курск	572	496	682	608	458	625	965	635	581	506	531	662	836	646
Тамбов	367	511	511	444	334	482	687	531	459	381	413	549	591	489
Валуйки	641	463	682	574	415	544	677	513	609	516	455	636	694	574
Конь-Колодезь	497	456	793	500	353	486	660	565	488	422	438	463	850	547

Многолетние средние и средние годовые показатели относительной влажности достигают порядка 76%. Отмечается рост значений относительной влажности воздуха в осенние и зимние сезоны. Напротив, в летний период относительная влажность воздуха имеет пониженный уровень, отметка достигает до 62-67%, в засушливые годы опускается до 50%.

Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом составляет порядка 125 дней, а его толщина колеблется в пределах от 10-14 см до 50- 52 см. Достаточно мощный снежный покров устанавливается в январе, зачастую, после сильных продолжительных морозов. Впоследствии чего,

снежный покров продолжает устойчиво сохраняться до второй декады марта, это способствует накоплению влаги в почве.

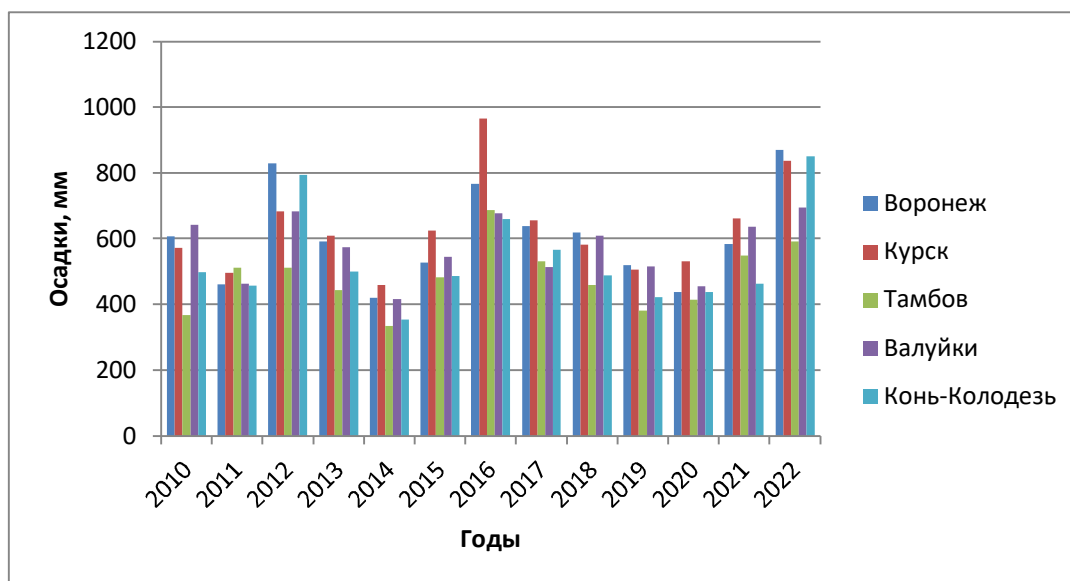


Рисунок 6 – Годовая сумма осадков с 2010 по 2022 г. в ЦЧР (мм) [12].

Возникновение и усиление засухи можно оценить по объему атмосферных осадков и сумме температур воздуха за конкретный вегетационный период растений. Для этого применяется гидротермический коэффициент (ГТК). Его значения варьируются от 1,0 до 1,4, что соответствует оптимальному уровню увлажнения. Если ГТК превышает 1,4, это указывает на переувлажнение, а если опускается ниже 1,0 – на засушливые условия.

Продолжительность и характер сезонов, а также распределение тепла и влаги зависят от атмосферных процессов – циклонов и антициклонов. В Центрально-Черноземном районе наблюдаются значительные колебания циркуляции атмосферы, из-за чего в отдельные годы температура и количество осадков могут существенно отклоняться от средних значений [8].

Если рассматривать экстремальные показатели по осадкам в ЦЧР (таблица 9), то можно сделать вывод, что наблюдались они в разные даты. Абсолютным максимумом можно считать осадки, выпавшие 99 мм за 12 ч., 08.01.2019 г. в Тамбове. Минимум – 39 мм за 12 ч., 07.06.2021 г. в Валуйках.

Таблица 9 – Экстремальные показатели по осадкам в ЦЧР [11].

Осадки		
Город	Максимальное значение	Дата
Курск	61 мм за 12 ч.	20.06.2015
Воронеж	50 мм за 12 ч.	04.08.2013
Валуйки	39 мм за 12ч.	07.06.2021
Тамбов	99 мм за 12ч.	08.01.2019
Конь-Колодезь	57 мм за 12ч.	19.08.2022

Режим осадков в ЦЧР благоприятен для земледелия, особенно для выращивания зерновых, сахарной свеклы и подсолнечника. Однако в засушливые годы требуется орошение для поддержания урожайности.

2.3. Циркуляционные условия и режим ветра

Центрально-Черноземный район расположен в умеренных широтах и находится под влиянием западного переноса воздушных масс, связанного с деятельностью циклонов и антициклонов умеренных широт. Частое прохождение атлантических циклонов приносит осадки и усиление ветра. Зимой усиливается влияние Сибирского антициклона, что может вызывать морозы и слабые ветры. Летом возможны арктические вторжения (похолодания) и воздушные тропические массы (жара и суховеи).

На территории ЦЧР преобладают юго-западные ветры, они наиболее частые, особенно в холодный период. Весной и осенью наблюдаются северо-восточные ветры, они связаны с арктическими вторжениями. Летом наблюдаются южные и юго-восточные ветры, они могут приносить сухой и горячий воздух из степей Казахстана, способствуя засухам.

Можно охарактеризовать конкретные сезонные особенности. Зимой ветра умеренные, чаще юго-западные. При антициклональной погоде – слабые ветры, застои воздуха. Возможны метели при прохождении циклонов. Весной наблюдается усиление ветровой активности из-за контраста температур. Возможны пыльные бури при сухой погоде и сильных ветрах. Летом ве-

тер слабее, но при грозах возможны шквалы. В период засух возможны суховеи (жаркие юго-восточные ветры). Осенью наблюдается усиление циклонической деятельности, и преобладают ветры юго-западных направлений. Увеличивается число пасмурных и ветреных дней.

Средняя годовая скорость ветра – 2-3 м/с. На открытых участках (степи, возвышенности) – до 5-6 м/с. Максимальные порывы ветра (при циклонах и грозах) могут достигать 15-20 м/с, но в среднем колеблются около 6-7 м/с.

Важно также отметить, что равнинный характер местности способствует свободному перемещению воздушных масс, а на возвышенностях (Среднерусская, Приволжская) ветры сильнее.

Ветровой режим ЦЧР определяется западным переносом, циклонической активностью и сезонными изменениями. Преобладают юго-западные ветры, но возможны суховеи, пыльные бури и шквалы. Климат умеренно континентальный с заметным влиянием атлантических и континентальных воздушных масс.

Данные по циркуляционным условиям и режиму ветра за 2022 г. представлены в таблицах 10-12 и на рисунке 7. Данные по циркуляционным условиям и режиму ветра за 2010-2022 г. в таблицах 13-15 и на рисунке 8.

Таблица 10 – Средняя скорость ветра м/с за 2022 г. [12].

Метеостанция	Месяцы												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Воронеж	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3
Курск	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2
Тамбов	4	3	3	3	4	3	3	2	3	3	4	4	3
Валуйки	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2
Конь-Колодезь	3	3	3	3	3	2	2	2	3	2	3	3	3

Таблица 11 – Максимальная скорость ветра м/с за 2022 г. [12]

Метео- станция	Месяцы												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Воронеж	7	7	7	7	8	6	6	6	6	6	6	7	7
Курск	7	6	6	7	7	5	5	6	5	6	6	7	6
Тамбов	7	6	6	7	7	5	5	5	5	5	6	7	6
Валуйки	6	5	6	7	6	5	5	7	5	5	6	7	6
Конь- Колодезь	7	6	6	7	7	6	6	7	6	6	6	7	6

Таблица 12 – Среднее направление ветра в градусах за 2022 г. [12].

Метеостанция	Месяцы												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Воронеж	211	217	167	173	204	174	192	100	203	194	191	160	182
Курск	224	214	187	180	221	177	218	101	183	223	172	166	189
Тамбов	202	215	161	155	216	211	175	135	189	182	200	161	184
Валуйки	204	197	154	176	179	143	190	87	165	190	151	155	166
Конь- Колодезь	193	198	153	160	204	164	195	105	205	187	187	176	177

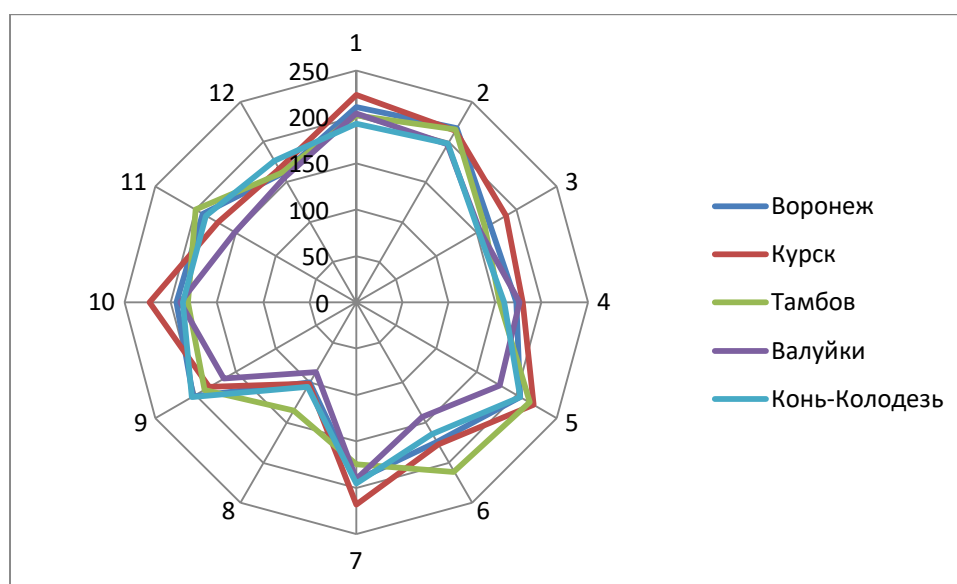


Рисунок 7 – Среднее направление ветра в градусах за 2022 г. [12].

Таблица 13 – Средняя скорость ветра с 2010 по 2022 г. м/с [12].

Средняя скорость ветра с 2010 по 2022 г. м/с														
Станция	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Среднее за 12 лет
Воронеж	2	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3
Курск	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Тамбов	3	3	3	3	3	4	3	3	2	3	3	3	3	3
Валуйки	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Конь-Колодезь	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Таблица 14 – Средняя максимальная скорость ветра с 2010 по 2022 г. м/с [12].

Средняя максимальная скорость ветра с 2010 по 2022 г. м/с														
Станция	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Среднее за 12 лет
Воронеж	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	7	6	7	6
Курск	7	6	7	6	6	7	6	7	6	6	7	6	6	6
Тамбов	7	6	7	7	6	7	7	7	6	6	7	7	6	7
Валуйки	5	5	5	6	6	6	5	6	5	5	6	6	6	6
Конь-Колодезь	6	6	6	6	6	7	6	7	6	6	7	6	6	6

Таблица 15 – Среднее направление ветра с 2010 по 2022 г. в градусах [12].

Среднее направление ветра с 2010 по 2022 г. в градусах														
Станция	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Среднее за 12 лет
Воронеж	144	194	168	180	168	187	172	184	160	177	179	171	182	175
Курск	155	192	176	186	168	197	186	191	162	183	184	176	189	182
Тамбов	193	228	171	179	174	188	183	177	161	174	189	177	184	178
Валуйки	128	146	158	171	147	161	159	166	139	156	161	159	166	158
Конь-Колодезь	149	188	172	184	169	192	179	190	165	176	194	180	177	180

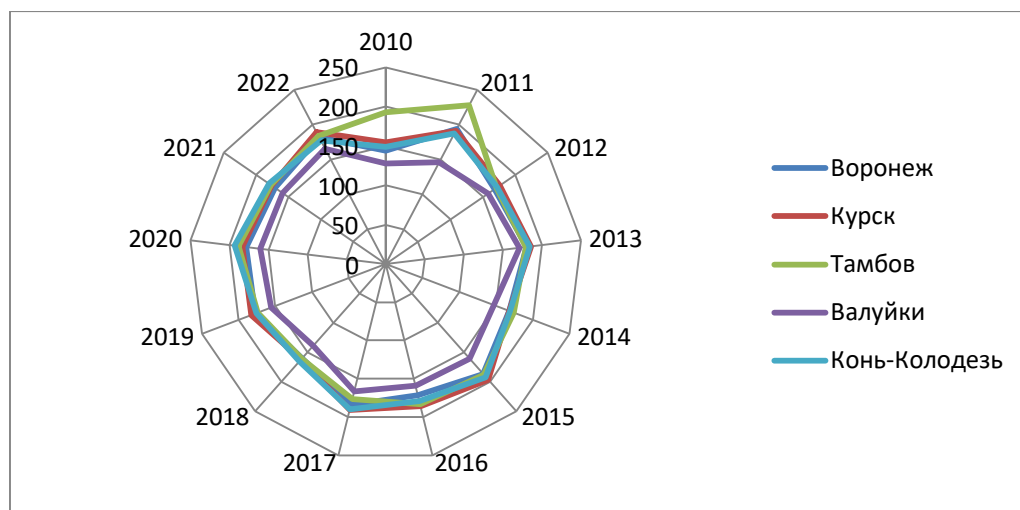


Рисунок 8 – Среднее направление ветра с 2010 по 2022 г. в градусах [12].

Если рассматривать экстремальные значения скорости ветра (таблица 16), то можно сказать, что максимальные значения наблюдались в различные даты.

Таблица 16 –Экстремальные значения скорости ветра м/с [11].

Ветер		
Город	Максимальное значение	Дата
Курск	11	04.02.2011/09.02.2011
Воронеж	18	10.07.2021
Валуйки	15	06.02.2011/17.03.2014
Тамбов	18	02.01.2015
Конь-Колодезь	22	14.09.2022

Абсолютный максимум был зафиксирован 14.09.2022 в Конь-Колодезе и составил 22 м/с. Минимум – 04.02.2011 и 09.02.2011 в Курске и составил 11 м/с.

3. Анализ режима опасных явлений, влияющих на хозяйственную деятельность. Ущерб от опасных явлений

3.1. Сильные ливневые дожди. Град

Град – это опасное атмосферное явление, при котором с облаков выпадают частицы плотного льда (градины) размером от 5 мм до нескольких сантиметров. Он образуется в мощных кучево-дождевых облаках при сильных восходящих потоках воздуха. Размеры градин обычно 5-20 мм, но размер крупного града может достигать 20-50 мм, а в рекордных случаях он был более 10 см и весом до 1 кг. Длится это явление обычно от нескольких минут до получаса, его интенсивность может быть очень высокой (десятки градин на м²). Он возникает в мощных грозовых облаках (чаще во второй половине дня летом) и требует сильных восходящих потоков, которые удерживают капли воды в переохлажденном состоянии, пока они не замерзают в ледяные шарики. Град способен вызывать опасные последствия, среди которых могут быть различные разрушения, угроза жизни и здоровью, экономический ущерб [2].

Осадки в виде града оказывают негативное влияние на сельское хозяйство, приводят к уничтожению посевов и урожая. Град ломает стебли, выбивает зерно, что может привести к потерям 50-100% урожая зерновых культур, таких как пшеница, ячмень, кукуруза. Листья и плоды повреждаются, что ухудшает товарный вид и провоцирует болезни овощных культур (томаты, огурцы, капуста и др.). Градины сбивают плоды, ломают ветви, повреждают кору, что снижает урожайность на несколько лет, механические повреждения приводят к гибели растений и снижению качества продукции. Из-за повреждений происходит задержка созревания урожая [1].

Также это опасное атмосферное явление способно оказывать серьезные экономические потери. Прямые убытки от потери урожая, дополнительные затраты на пересев или восстановление садов, снижение рыночной стоимости поврежденной продукции, возможное увеличение страховых выплат. Также

возможно ослабление растений из-за стресса, что повышает риск заболеваний, может возникнуть необходимость дополнительных обработок пестицидами для предотвращения болезней.

Для защиты сельского хозяйства от града используются различные агротехнические и инженерные методы. Так, для посева возможен выбор более устойчивых сортов и выбор оптимальных сроков посева, чтобы избежать периода частых гроз. Возможно также использование противоградных сетей (особенно в садах и виноградниках), укрытие теплицами или пленкой (для овощей и ягод). Помимо этого используются противоградные ракеты и генераторы (используется метод засева градовых облаков льдообразующими реагентами, в качестве, которого чаще используется йодистое серебро) и страхование урожая.

Град не только вредит сельскому хозяйству, но и наносит значительный ущерб транспорту, строительным объектам и городской инфраструктуре. Крупные градины способны повреждать технику, здания, ЛЭП и даже приводить к авариям.

Град способен повреждать кузова, стекла, фары автомобилей, что приводит к возникновению аварий, дорогостоящему ремонту и увеличению страховых случаев. В авиационном транспорте из-за града возможна опасность при взлете и посадке, отмена и задержка рейсов. На железнодорожном транспорте повреждение вагонов и локомотивов, риск схода поездов с рельс. Чтобы защититься используются специальные крылатые парковки и навесы, своевременное предупреждение о граде.

Град также оказывает влияние на строительство, ведет к повреждению зданий и сооружений. Приводит к разрушению кровли, возникновению трещин в фасадах, поломке строительной техники. Из-за этого происходит увеличение сроков строительства и увеличение затрат на ремонт. Также происходит повреждение ЛЭП и трансформаторов, отключение электричества, разрушение городской инфраструктуры. Чтобы остановить влияние града на эти отрасли применяют специальные ударопрочные материалы, упрочняют

опоры ЛЭП, регулярно очищают ливневую канализацию и временно укрывают различные объекты тентами [1].

Чтобы проанализировать количество градовых явлений, наблюдавшихся на территории ЦЧР, был взят более долгий исследуемый период, с 2002 по 2022 г. Это было сделано, чтобы увеличить выборку и число используемых данных. Проанализировав полученную информацию (таблица 17), можно прийти к выводу, что за исследуемый период, град наблюдался, не так часто (10 раз) и не так сильно повлиял на урожайность.

Таблица 17 – Суммарное количество дней, когда наблюдался град [13].

Год	Опасное явление	Суммарное кол-во дней
2005	Град	3
2007	Град	2
2012	Град	1
2014	Град	1
2017	Град	1
2021	Град	1
2022	Град	1

Помимо града серьезный ущерб хозяйственной деятельности человека наносят сильные ливни. Это интенсивные атмосферные осадки, выпадающие за короткий промежуток времени (обычно от нескольких десятков минут до нескольких часов). Они относятся к опасным гидрометеорологическим явлениям из-за высокой скорости выпадения осадков и связанных с ними разрушительных последствий. Ливень считается умеренным, если выпадает 10-30 мм/час, очень сильным – 30-60 мм/час, экстремально сильным – более 60 мм/час, а его продолжительность может быть от 30 минут до 12 часов. Эти осадки формируются в мощных кучево-дождевых облаках и чаще всего связаны с тропическими циклонами, линиями шквалов, конвективными ячейками и усиливаются в условиях глобального потепления. География распространения этих осадков велика – тропические и субтропические зоны (мус-

сонные дожди), умеренные широты (в период летних гроз), горные районы (ливни усиливаются орографически) [2].

Сильные ливни непосредственно оказывают серьезное влияние на сельское хозяйство. Так, может происходить физическое повреждение растений: вымывание посевов, полегание злаков из-за переувлажнения и ветра, механическое повреждение плодов. Так же возможно затопление полей, из-за этого происходит гибель корневой системы из-за недостатка кислорода, загнивание урожая, потери при уборке (техника не может зайти на переувлажненные поля). Помимо этого, возможно развитие болезней и вредителей: грибковые инфекции, активизация слизней и грызунов. Следующей важной проблемой является деградация почвенного покрова. Может происходить водная эрозия, смыв плодородного слоя, образование оврагов, разрушение структуры почвы. Засоление и заболачивание в регионах с плохим дренажем, накопление токсичных соединений в корнеобитаемом слое. Потеря питательных веществ, вымывание азота, калия и других микроэлементов. Важны и экономические последствия: снижение урожайности на 20-50%, ухудшение качества продукции (гниль, плесень, загрязнение), увеличение затрат на повторные посевы, обработку пестицидами, восстановление почв.

К мерам защиты и адаптации относятся агротехнические методы, такие как создание дренажных систем (открытые каналы, закрытый дренаж), контурная вспашка и террасирование (для склоновых земель), использование сидератов (укрепление почвы). Большую роль играет подборка культур и сортов: возделывание влагоустойчивых сортов (рис, люцерна), отказ от выращивания чувствительных культур в зонах риска. Важны также инженерные решения (строительство ливневых водоотводов, установка защитных лесополос) и страхование и господдержка (субсидии на восстановление хозяйств, страховые программы от погодных рисков).

Сильные ливни также негативно влияют и на другие области народного хозяйства. Из-за них возможно подтопление населенных пунктов, разрушение мостов и дорог, трубопроводов, ЛЭП. Размыв склонов, сход грязекамен-

ных масс, повреждение канализационных систем, короткие замыкания на электросетях, обрушение слабых конструкций. Затопление дорог, размыв полотна, остановка движения, аварии на авиа и железнодорожном транспорте [1].

Проанализировав данные (таблица 18), можно прийти к выводу, что за исследуемый период, опасные ливневые случаи наблюдались 10 раз. Можно сделать предположение, что ливни сопровождаются градами, но данные в таблице 19, говорят о том, что это не совсем совпадающие процессы (за исключением 2017 года). Данные с суммарным количеством дней, когда наблюдались осадки в виде града и ливня представлены в таблице 19.

Таблица 18 – Суммарное количество дней, когда наблюдался сильный ливень [13].

Дата начала	Дата окончания	Количество дней
22.08.2006	23.08.2006	2
12.05.2007	12.05.2007	1
20.06.2007	20.06.2007	1
25.07.2007	26.07.2007	2
14.06.2009	14.06.2009	1
15.07.2013	15.07.2013	1
28.08.2017	28.08.2017	1
15.06.2019	15.06.2019	1

Таблица 19 – Суммарное количество дней, когда наблюдался град и ливень [13].

Дата начала	Дата окончания	Название явления
31.05.2005	02.06.2005	Град
22.08.2006	23.08.2006	Ливень
20.06.2007	20.06.2007	Ливень
29.06.2007	29.06.2007	Град
25.07.2007	26.07.2007	Ливень
02.08.2007	02.08.2007	Град
14.06.2009	14.06.2009	Ливень
16.06.2012	16.06.2012	Град
15.07.2013	15.07.2013	Ливень
16.05.2014	16.05.2014	Град
22.07.2017	22.02.2017	Град
28.08.2017	28.08.2017	Ливень
15.06.2019	15.06.2019	Ливень
14.05.2021	14.05.2021	Град
14.07.2022	14.07.2022	Град

3.2. Засуха и избыточное увлажнение почвы.

Прежде всего, такие опасные природные явления как засуха и избыточное увлажнение негативно влияют на сельское хозяйство. Засуха – это длительный период аномально сухой погоды, приводящей к дефициту влаги в почве и атмосфере, что негативно сказывается на сельском хозяйстве, водоснабжении и экосистемах. Причинами засухи могут стать антициклональная погода (длительное преобладание высокого давления), отсутствие осадков в течение продолжительного времени, высокие температуры, усиливающие испарение, антропогенные факторы (вырубка лесов, неправильное земле-

пользование). Засуха может быть атмосферной (отсутствие осадков), почвенной (истощение запасов влаги в почве), гидрологической (снижение уровня грунтовых вод и водоемов). Последствиями засухи являются гибель сельскохозяйственных культур, увеличение опасности возникновения пожара, дефицит питьевой воды, экономические убытки и голод. Мерами борьбы с засухой можно назвать ирригацию и рациональное водопользование, внедрение устойчивых к засухе культур, лесомелиорация.

Избыточное увлажнение – это продолжительное переувлажнение почвы из-за интенсивных осадков, паводков или высокого уровня грунтовых вод, ведущее к подтоплениям и наводнениям. Причинами этого явления могут быть длительные дожди или ливни, таяние снега и льда, затопление рек, высокий уровень грунтовых вод. Избыточное увлажнение может быть сезонным (весеннее половодье, осенние дожди), кратковременным (ливни, паводки) и постоянным (заболачивание территорий) (Таблица 20).

Последствиями избыточного увлажнения являются подтопление населенных пунктов и инфраструктуры, гибель урожая из-за вымокания корней, развитие эрозии почв, ухудшение санитарно-эпидемиологической обстановки. Мерами борьбы являются дренажные системы и мелиорация, регулирование стока рек (дамбы, водохранилища), планировка территории с учетом риска подтоплений.

Таблица 20 – Суммарное количество дней, когда наблюдалось переувлажнение почвы [13].

Дата начала	Дата окончания	Название явления
05.04.2022	05.05.2022	Переувлажнение почвы
12.07.2022	29.07.2022	Переувлажнение почвы
13.09.2022	14.11.2022	Переувлажнение почвы

Еще существует такое опасное явление как суховей (табл. 21). Это сильный, горячий и сухой ветер, возникающий в степных, полупустынных и пустынных регионах. Он сопровождается высокой температурой (часто выше

+25...+30°C), низкой относительной влажностью (менее 30%) и скоростью ветра от 5 м/с и выше [6].

Таблица 21 – Суммарное количество дней, когда наблюдались засуха и суховей [13].

Дата начала	Дата окончания	Название явления
07.06.2022	30.06.2022	Суховей
07.07.2022	13.07.2022	Суховей
21.07.2022	10.09.2022	Засуха почвенная
22.07.2022	28.08.2022	Засуха атмосферная
30.07.2022	02.08.2022	Суховей
04.08.2022	30.08.2022	Суховей

Причины возникновения этого явления такие же как у засухи, но еще возможны трансформация воздушных масс и орографический эффект. Так, при прохождении над нагретыми территориями воздух теряет влагу и становится сухим, а ветер, спускающийся с гор, нагревается и иссушается. Суховей, так же как и засуха оказывает негативное влияние на разные сферы, в том числе и на сельское хозяйство, и против него используются такие же меры борьбы [16].

Проанализировав полученную информацию, можно сделать вывод о том, что такие опасные явления как засуха, суховей и переувлажнение почвы наблюдались в один год – 2022 г., и занимали довольно таки, продолжительный период времени. В целом, нельзя сказать, что это сильно повлияло на урожай, разве что немного упала добыча картофеля по сравнению с предыдущим годом, а показания добычи остальных культур остались на том же уровне либо стали даже выше.

3.3. Экстремальные температуры

К экстремальным температурам относятся аномально высокие температуры. Если брать критерии в России (по Росгидромету), то продолжительность этого явления более 5 дней, максимальная температура должна быть

более $+35^{\circ}\text{C}$ (в северных районах более $+30^{\circ}\text{C}$, а отклонение от средних значений может быть $7-10^{\circ}\text{C}$). Это явление несет негативные последствия для здоровья, инфраструктуры, природы. Так, возможны тепловые удары, обострение сердечнососудистых заболеваний, рост смертности. Перегрев энергосистем, разрушение дорожного покрытия, засухи, лесные пожары и др.

Кроме этого, есть и аномально низкие температуры. Если брать критерии в России (по Росгидромету), то продолжительность этого явления более 5 дней, максимальная температура должна быть менее -35°C (в южных регионах менее -25°C), а отклонение от средних значений может быть $10-12^{\circ}\text{C}$. Опасные последствия от этого явления могут также влиять на здоровье, инфраструктуру и экономику. Возможны обморожения, переохлаждения, рост числа респираторных заболеваний. Аварии на теплосетях, замерзание водопроводов, нарушения в транспорте, повышенных расход энергоресурсов [1].

Также существуют и комбинированные опасности. К ним относятся резкие перепады температур (например, оттепель с последующим морозом), из-за этого образуются гололед, повреждение коммуникаций. Высокая влажность при жаре, из-за этого происходит усиление теплового стресса. Сильный ветер при морозе, из-за этого возможен повышенный риск обморожения.

Мерами защиты при экстремальных температурах могут являться ограничение пребывания на солнце, кондиционирование помещений, повышенное потребление воды. Утепление жилья, многослойная одежда, избегание длительного пребывания на улице, заблаговременный мониторинг прогнозов.

Подробнее рассмотрим влияние экстремальных температур на сельское хозяйство. Аномально высокие температуры оказывают следующие негативные последствия. Засуха и дефицит влаги – повышенное испарение снижает доступность воды для растений. Тепловой стресс у растений – при температуре выше $+30...+35^{\circ}\text{C}$ у многих культур нарушается фотосинтез, замедляется рост, снижается качество урожая. Увеличение вредителей и болезней – жара способствует размножению насекомых вредителей и грибковых инфекций. Снижение продуктивности скота – у животных падает аппетит, умень-

шаются надоеи молока, возможен тепловой удар. Помимо этого, наблюдаются уменьшение массы зерна, увядание и ожоги плодов, преждевременное созревание. Стоит также отметить, что возможны и некоторые положительные эффекты. Например, ускорение созревания ранних культур и увеличение теплолюбивых культур. Для защиты от жары необходимо внедрение устойчивых к засухе сортов, капельное орошение почвы, затенение теплиц и использование ветрозащитных полос, оптимизация сроков посева.

Аномально низкие температуры оказывают следующие негативные последствия. Вымерзание озимых культур (пшеница, рожь) – при отсутствии снежного покрова и температуре ниже $-20\ldots-25^{\circ}\text{C}$. Повреждение плодовых деревьев и виноградников – обморожение почек, растрескивание коры. Гибель ранних всходов (при поздних весенних заморозках), проблемы с техникой (затруднение работы сельхозмашин в сильные морозы). Снижение продуктивности животноводства – переохлаждение скота, увеличение расхода кормов. Стоит также отметить, что возможны и некоторые положительные эффекты. Такие как гибель зимующих вредителей и патогенов, улучшение стратификации семян для некоторых культур. Для защиты от морозов необходимо выращивание устойчивых к морозу сортов, укрытие растений агроволокном, снегозадержание, дымовые завесы, утепление животноводческих помещений [8].

Дополнительными рисками, связанными с экстремальными температурами, могут являться, весенние заморозки после оттепели – гибель цветущих садов (яблони, вишни), ледяная корка (при чередовании морозов и оттепелей) – повреждение корней растений, уменьшение периода вегетации – из-за поздней весны и ранних осенних заморозков. А общими мерами защиты служат страхование урожая от погодных рисков, мониторинг погодных прогнозов и использование агрометеорологических моделей. Данные по суммарным количествам дней, когда наблюдались экстремальные температуры представлены в таблицах 21-24.

Таблица 21 – Суммарное количество дней, когда наблюдался сильный мороз [13].

Год	Опасное явление	Суммарное кол-во дней
2006	Сильный мороз	6
2008	Сильный мороз	9

Таблица 22 – Суммарное количество дней, когда наблюдалась сильная жара [13].

Год	Опасное явление	Суммарное кол-во дней
2007	Сильная жара	8
2010	Сильная жара	47
2016	Сильная жара	6
2020	Сильная жара	2
2021	Сильная жара	4
2022	Сильная жара	6

Таблица 23 – Суммарное количество дней, когда наблюдалась аномально-холодная погода [13].

Год	Опасное явление	Суммарное кол-во дней
2008	Аномально-холодная погода	4
2009	Аномально-холодная погода	6
2010	Аномально-холодная погода	14
2011	Аномально-холодная погода	20
2012	Аномально-холодная погода	31
2014	Аномально-холодная погода	16
2016	Аномально-холодная погода	13
2018	Аномально-холодная погода	7
2021	Аномально-холодная погода	12

Таблица 24 – Суммарное количество дней, когда наблюдалась аномально-жаркая погода [13].

Год	Опасное явление	Суммарное кол-во дней
2010	Аномально-жаркая погода	34
2015	Аномально-жаркая погода	5
2016	Аномально-жаркая погода	6
2020	Аномально-жаркая погода	5
2022	Аномально-жаркая погода	6

Проанализировав полученную информацию, можно сделать вывод о том, что аномально жарким годом можно считать 2010 г. В этот год действительно наблюдалось снижение урожая различных культур. В 2012 г. наблюдалось достаточно большое количество дней с аномально-холодной погодой, но сказать, что это сильно повлияло на урожайность нельзя.

3.4. Оценка валового сбора сельскохозяйственных культур в ЦЧР за 2010-2022гг.

Валовой сбор – это общий сбор продукции, полученной в результате выращивания определенной сельскохозяйственной культуры, со всей площади ее посева. Анализ валового сбора в ЦЧР проводился по пяти ключевым культурам: зерновым, картофелю, подсолнечнику, сахарной свёкле и овощам. Исследуемый период — с 2010 по 2022 год — выбран не случайно: именно с 2010 года отмечается значительный рост государственного финансирования сельского хозяйства, что способствовало резкому повышению урожайности. Поскольку некоторые опасные природные явления могут затрагивать обширные территории, для анализа использовались усреднённые данные по урожайности в пяти областях ЦЧР: Белгородской, Воронежской, Курской, Липецкой и Тамбовской.

Результаты анализа представлены на рисунках 5–9. Несмотря на общую тенденцию к росту валового сбора, в отдельные годы наблюдалось его снижение.

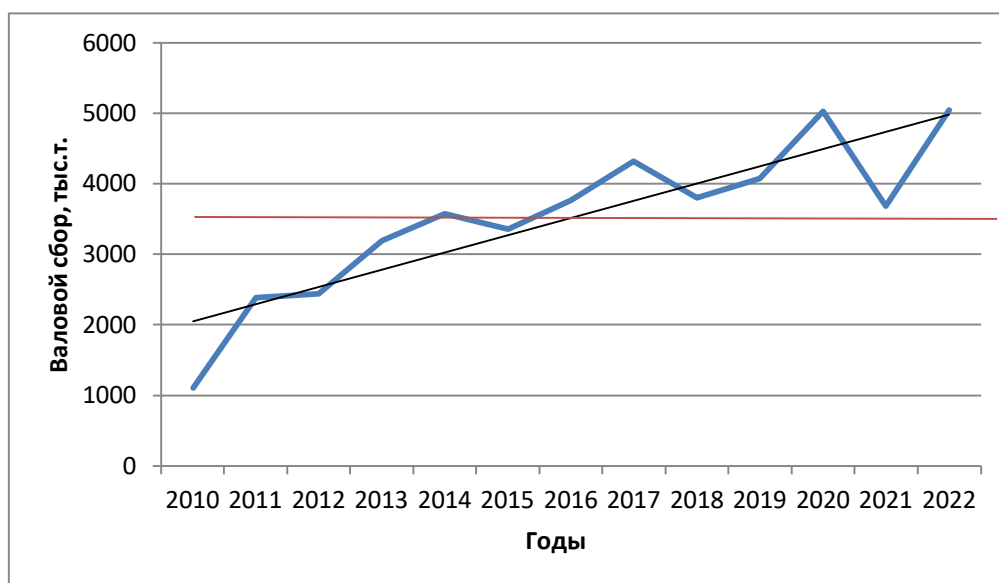


Рисунок 9 – Валовой сбор зерновых культур, тыс.т. [9].

По зерновым культурам можно видеть, что в 2010, 2015, 2018 и 2021 гг. наблюдается снижение валового сбора. Эти снижения, возможно, и вызваны неблагоприятными агрометеорологическими условиями. Максимальный урожай был собран в 2020 и 2022 гг., минимальный в 2010 г.

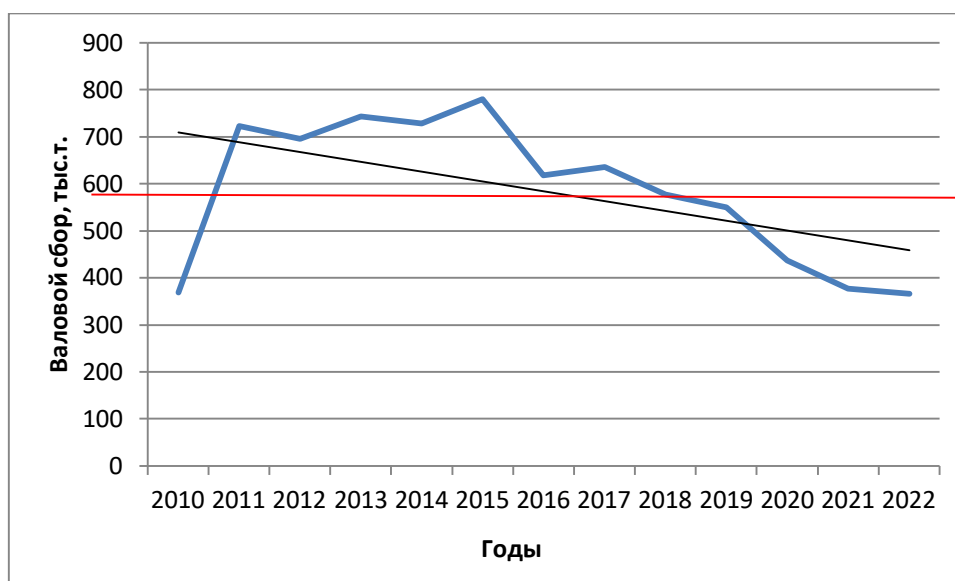


Рисунок 10 – Валовой сбор картофеля, тыс.т. [9].

Что касается картофеля, то его валовой сбор был низким в 2010 г., затем пошел на повышение, легкие снижения наблюдались в 2012, 2014 и в 2016 гг. Но с 2017 гг. валовой сбор пошел на существенное снижение. Максимальный урожай наблюдался в 2015 г., минимальные урожаи были в 2010, 2021 и 2022 гг.

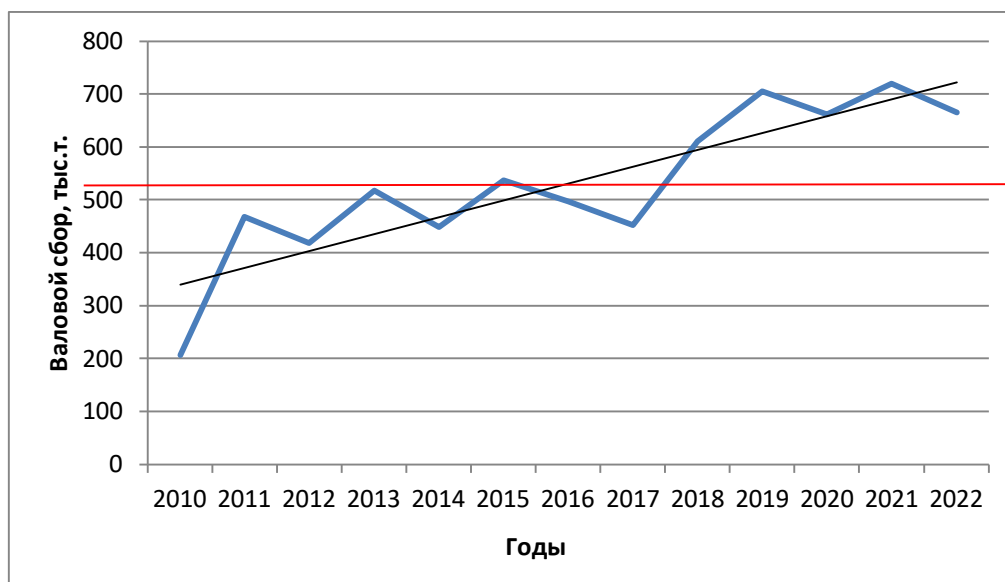


Рисунок 11 – Валовой сбор подсолнечника, тыс.т. [9].

Валовой сбор подсолнуха не отличается особой стабильностью. Рост сопровождается снижением и следует отметить 2010 г., когда был собран минимальный урожай и 2021 г. с максимальным урожаем.

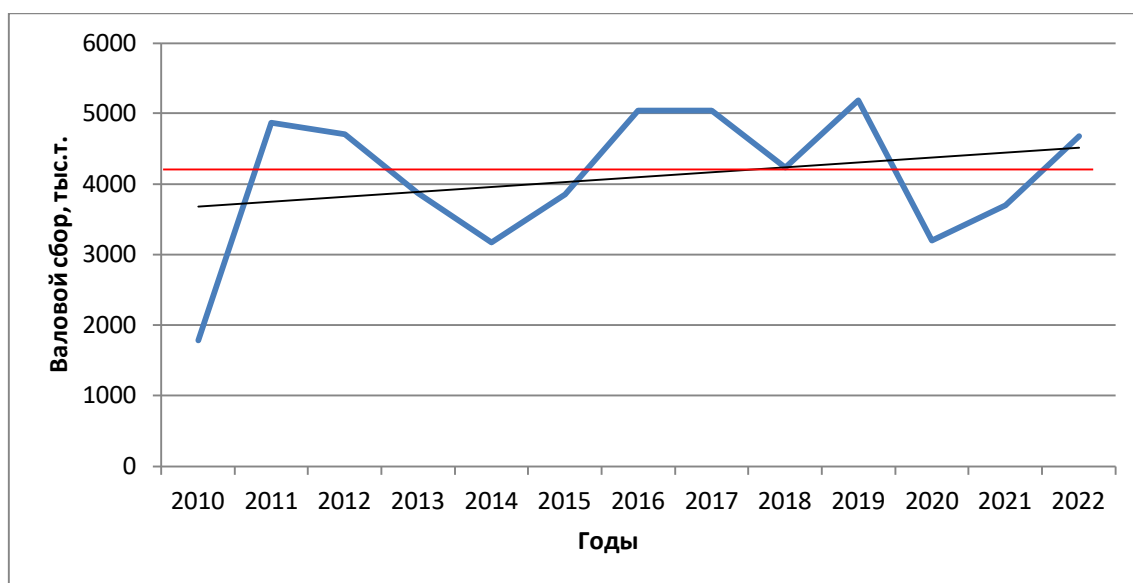


Рисунок 12 – Валовой сбор сахарной свеклы, тыс.т. [9].

Валовой сбор сахарной свеклы также не отличается особой стабильностью. Минимум урожая был в 2010 г, в 2014 и 2020 гг. наблюдались низкие значения, максимум был 2019 г., в 2016-2017 гг. наблюдались высокие значения.

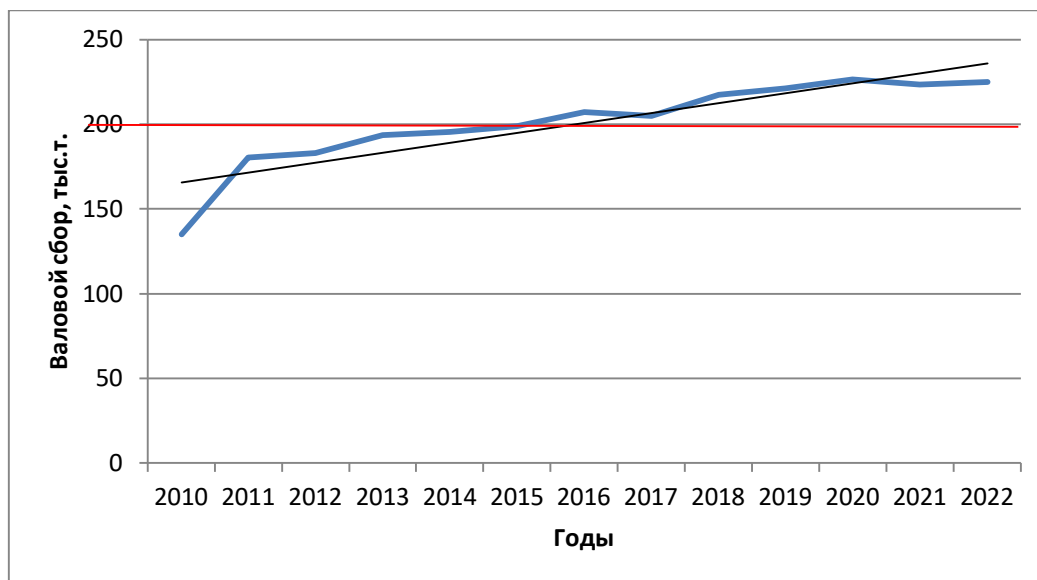


Рисунок 13 – Валовой сбор овощей, тыс.т. [9].

Что касается овощей, то их валовой сбор относительно устойчив кроме 2010 г, в этот год и наблюдался минимум. Максимум урожая наблюдался в 2020 г.

Проведя анализ валового сбора основных сельскохозяйственных культур в Центрально-Чернозёмном регионе России за период с 2010 по 2022 год, можно сделать вывод, что наименьшие показатели урожайности и общего сбора наблюдались в 2010 году. В последующие годы отмечались существенные колебания объёмов производства по всем рассматриваемым культурам. Как уже упоминалось, подобная динамика связана с влиянием метеорологических и агрометеорологических факторов, а также с экстремальными погодными явлениями.

Также, зная средний валовой сбор различных культур, можно проанализировать критические годы и сделать выводы о влиянии ОЯП.

Если рассматривать зерновые культуры, то тут средний валовой сбор равнялся 3521, а критическими годами являлись 2010, с 2011 по 2015 гг. Если

рассматривать валовой сбор картофеля, то среднее число это 585, критические годы 2010 г., с 2018 по 2022 гг. Если рассматривать валовой сбор подсолнечника, то среднее значение это 531, критические годы с 2010 по 2014 гг., 2016 и 2017 гг. Если рассматривать валовой сбор овощей, то среднее значение это 201, критические годы наблюдались с 2010 по 2015 гг. Если рассматривать валовой сбор сахарной свеклы, то среднее значение равно 4100, критические годы 2010, 2013, 2014, 2015, 2020, 2021 гг. Если подытожить, то можно сказать, что единственным годом, в который валовой сбор всех культур был ниже среднего значения, был 2010 г. Это можно объяснить влиянием опасных явлений погоды, а именно сильной жарой и экстремальными температурами. Есть годы, когда валовой сбор четырех культур из 5 был ниже среднего значения - 2012, 2013 и 2014 гг. Это также можно объяснить влиянием опасных явлений погоды, а именно аномально-холодной погодой (31 день в 2012 г., 16 дней в 2014 г.) и осадками (случай града в 2012 и 2014 гг., случай ливня в 2013 г.).

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была проведена комплексная оценка влияния опасных метеорологических явлений на хозяйственную деятельность человека. Исследование позволило выявить ключевые закономерности, связанные с воздействием экстремальных погодных условий на различные отрасли экономики, включая сельское хозяйство, транспорт, энергетику и строительство.

Анализ статистических данных и научных источников подтвердил, что частота и интенсивность опасных погодных явлений приводят к значительным экономическим потерям, разрушению инфраструктуры, снижению урожайности и другим негативным последствиям.

В работе рассмотрены методы минимизации ущерба от опасных метеорологических явлений, исследована разработка рекомендаций по повышению устойчивости хозяйственной деятельности к экстремальным погодным условиям. Реализация предложенных мер позволит снизить экономические и социальные потери, а также повысить эффективность управления рисками в условиях меняющегося климата.

Список литературы

1. Хандожко Л. А. Экономическая метеорология. Учебник. — СПб.: Гидрометеиздат, 2005.
2. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. — М.: Изд-во МГУ, 2006.
3. Международная база данных о катастрофах. EM-DAT, The international Disaster Database. Ссылка для доступа <https://www.emdat.be>.
4. WMO-№. 1267. WMO ATLAS OF MORTALITY AND ECONOMIC LOSSES FROM WEATHER, CLIMATE AND WATER EXTREMES (1970–2019), 2021.
5. Будыко М.И. Климат и жизнь. — Л.: Гидрометеиздат, 1971.
6. Матвеев Л.Т. Основы общей метеорологии. Физика Атмосферы. — СПб.: Гидрометеиздат, 1965.
7. Богаткин О.Г., Тараканов Г.Г. Основы метеорологии. Санкт-Петербург, РГГМУ, 2006.
8. Чирков Ю.И. "Агрометеорология". Ленинград, 1986.
9. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. Официальное издание. 2023 год.
10. Лосев Алексей Петрович, Журина Людмила Лукинична Агрометеорология.- М.: Колос, 2001.
11. <https://rp5.ru/>
12. <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/>
13. <http://meteo.ru/data/adverse-weather-conditions/>
14. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. — Санкт-Петербург. 2017. Под редакцией доктора физико-математических наук В. М. Катцова.
15. Агроклиматический справочник по ЦЧЗ. - Л.: Гидрометеиздат, 1963.
16. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Выпуск 11, 1990

17. Метеорология и климатология / Н.Н. Захаровская , В.В. Ильинич . – М.: КолосС, 2004
18. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году.

Приложения

Таблица А – Сводные данные по ОЯП на территории ЦЧР

Дата нача- ла	Дата оконча- ния	Название явления	Субъект	Дни
31.05.2005	02.06.2005	Град	Тамбовская область	3
17.01.2006	19.01.2006	Сильный мороз	Тамбовская область	3
17.01.2006	19.01.2006	Сильный мороз	Курская область	3
17.01.2006	19.01.2006	Сильный мороз	Воронежская область	3
17.01.2006	19.01.2006	Сильный мороз	Белгородская об- ласть	3
17.01.2006	19.01.2006	Сильный мороз	Липецкая область	3
07.02.2006	09.02.2006	Сильный мороз	Тамбовская область	3
07.02.2006	09.02.2006	Сильный мороз	Курская область	3
07.02.2006	09.02.2006	Сильный мороз	Белгородская об- ласть	3
22.08.2006	23.08.2006	Ливень	Воронежская область	2
12.05.2007	12.05.2007	Ливень	Курская область	1
23.05.2007	30.05.2007	Сильная жара	Воронежская область	8
23.05.2007	30.05.2007	Сильная жара	Белгородская об- ласть	8
27.05.2007	30.05.2007	Сильная жара	Липецкая область	4
20.06.2007	20.06.2007	Ливень	Липецкая область	1
29.06.2007	29.06.2007	Град	Тамбовская область	1
29.06.2007	29.06.2007	Град	Воронежская область	1
25.07.2007	26.07.2007	Ливень	Белгородская об- ласть	2
02.08.2007	02.08.2007	Град	Белгородская об- ласть	1
03.01.2008	11.01.2008	Сильный мороз	Тамбовская область	9
03.01.2008	11.01.2008	Сильный мороз	Курская область	9
07.01.2008	10.01.2008	Аномально-холодная по- года	Курская область	4
07.01.2008	10.01.2008	Аномально-холодная по- года	Тамбовская область	1
14.06.2009	14.06.2009	Ливень	Тамбовская область	6
14.12.2009	19.12.2009	Аномально-холодная по- года	Тамбовская область	6
14.12.2009	19.12.2009	Аномально-холодная по- года	Воронежская область	6
14.12.2009	19.12.2009	Аномально-холодная по- года	Липецкая область	6
14.12.2009	19.12.2009	Аномально-холодная по- года	Белгородская об- ласть	6
14.12.2009	19.12.2009	Аномально-холодная по- года	Курская область	6
16.01.2010	29.01.2010	Аномально-холодная по- года	Липецкая область	14

16.01.2010	28.01.2010	Аномально-холодная по- года	Курская область	13
16.01.2010	29.01.2010	Аномально-холодная по- года	Тамбовская область	14
24.06.2010	29.06.2010	Сильная жара	Воронежская область	6
24.06.2010	29.06.2010	Сильная жара	Тамбовская область	6
24.06.2010	29.06.2010	Сильная жара	Липецкая область	6
24.06.2010	29.06.2010	Сильная жара	Белгородская об- ласть	6
24.06.2010	29.06.2010	Сильная жара	Курская область	6
09.07.2010	18.08.2010	Сильная жара	Тамбовская область	40
09.07.2010	18.08.2010	Сильная жара	Воронежская область	40
16.07.2010	18.08.2010	Аномально-жаркая пого- да	Курская область	33
16.07.2010	18.08.2010	Аномально-жаркая пого- да	Белгородская об- ласть	33
16.07.2010	18.08.2010	Аномально-жаркая пого- да	Воронежская область	33
16.07.2010	18.08.2010	Аномально-жаркая пого- да	Липецкая область	33
16.07.2010	18.08.2010	Аномально-жаркая пого- да	Тамбовская область	33
17.07.2010	18.08.2010	Сильная жара	Белгородская об- ласть	32
17.07.2010	18.08.2010	Сильная жара	Липецкая область	32
19.07.2010	18.08.2010	Сильная жара	Курская область	30
14.02.2011	03.03.2011	Аномально-холодная по- года	Тамбовская область	17
15.02.2011	03.03.2011	Аномально-холодная по- года	Липецкая область	16
24.01.2012	28.01.2012	Аномально-холодная по- года	Курская область	5
24.01.2012	28.01.2012	Аномально-холодная по- года	Тамбовская область	5
24.01.2012	28.01.2012	Аномально-холодная по- года	Воронежская область	5
30.01.2012	14.02.2012	Аномально-холодная по- года	Липецкая область	16
30.01.2012	14.02.2012	Аномально-холодная по- года	Курская область	16
30.01.2012	14.02.2012	Аномально-холодная по- года	Белгородская об- ласть	16
30.01.2012	14.02.2012	Аномально-холодная по- года	Воронежская область	16
30.01.2012	14.02.2012	Аномально-холодная по- года	Тамбовская область	16
16.06.2012	16.06.2012	Град	Воронежская область	1
16.12.2012	25.12.2012	Аномально-холодная по- года	Воронежская область	10
16.12.2012	20.12.2012	Аномально-холодная по-	Тамбовская область	5

		года		
15.07.2013	15.07.2013	Ливень	Воронежская область	1
25.01.2014	03.02.2014	Аномально-холодная по- года	Липецкая область	10
25.01.2014	03.02.2014	Аномально-холодная по- года	Тамбовская область	10
25.01.2014	03.02.2014	Аномально-холодная по- года	Курская область	10
25.01.2014	03.02.2014	Аномально-холодная по- года	Белгородская об- ласть	10
26.01.2014	03.02.2014	Аномально-холодная по- года	Воронежская область	9
16.05.2014	16.05.2014	Град	Курская область	1
23.10.2014	28.10.2014	Аномально-холодная по- года	Тамбовская область	6
09.08.2015	13.08.2015	Аномально-жаркая пого- да	Белгородская об- ласть	5
02.01.2016	05.01.2016	Аномально-холодная по- года	Курская область	4
02.01.2016	05.01.2016	Аномально-холодная по- года	Липецкая область	4
02.01.2016	05.01.2016	Аномально-холодная по- года	Белгородская об- ласть	4
22.01.2016	25.01.2016	Аномально-холодная по- года	Липецкая область	4
22.01.2016	25.01.2016	Аномально-холодная по- года	Курская область	4
13.07.2016	18.07.2016	Аномально-жаркая пого- да	Белгородская об- ласть	6
13.07.2016	18.07.2016	Сильная жара	Белгородская об- ласть	6
14.07.2016	18.07.2016	Аномально-жаркая пого- да	Липецкая область	5
14.07.2016	18.07.2016	Сильная жара	Липецкая область	5
13.12.2016	17.12.2016	Аномально-холодная по- года	Тамбовская область	5
22.07.2017	22.07.2017	Град	Курская область	1
28.08.2017	28.08.2017	Ливень	Белгородская об- ласть	1
22.02.2018	28.02.2018	Аномально-холодная по- года	Липецкая область	7
15.06.2019	15.06.2019	Ливень	Воронежская область	1
04.07.2020	08.07.2020	Аномально-жаркая пого- да	Воронежская область	5
01.09.2020	02.09.2020	Сильная жара	Воронежская область	2
16.01.2021	20.01.2021	Аномально-холодная по- года	Курская область	5
13.02.2021	19.02.2021	Аномально-холодная по- года	Курская область	7
14.02.2021	19.02.2021	Аномально-холодная по- года	Липецкая область	6

14.05.2021	14.05.2021	Град	Курская область	1
18.07.2021	21.07.2021	Сильная жара	Воронежская область	4
05.04.2022	28.04.2022	Переувлажнение почвы	Белгородская область	24
06.04.2022	02.05.2022	Переувлажнение почвы	Курская область	27
08.04.2022	27.04.2022	Переувлажнение почвы	Тамбовская область	20
07.04.2022	05.05.2022	Переувлажнение почвы	Липецкая область	29
07.06.2022	11.06.2022	Суховей	Воронежская область	5
17.06.2022	21.06.2022	Суховей	Воронежская область	5
25.06.2022	27.06.2022	Суховей	Тамбовская область	3
26.06.2022	30.06.2022	Суховей	Воронежская область	5
14.07.2022	14.07.2022	Град	Липецкая область	1
07.07.2022	13.07.2022	Суховей	Воронежская область	7
09.07.2022	11.07.2022	Суховей	Тамбовская область	3
17.07.2022	29.07.2022	Переувлажнение почвы	Воронежская область	13
12.07.2022	27.07.2022	Переувлажнение почвы	Курская область	16
10.08.2022	15.08.2022	Сильная жара	Воронежская область	6
24.08.2022	28.08.2022	Аномально-жаркая погода	Воронежская область	5
25.08.2022	29.08.2022	Аномально-жаркая погода	Тамбовская область	5
30.07.2022	02.08.2022	Суховей	Тамбовская область	4
27.07.2022	28.08.2022	Засуха атмосферная	Белгородская область	2
22.07.2022	28.08.2022	Засуха атмосферная	Курская область	38
01.08.2022	10.09.2022	Засуха почвенная	Воронежская область	40
01.08.2022	10.09.2022	Засуха почвенная	Тамбовская область	40
21.07.2022	20.08.2022	Засуха почвенная	Липецкая область	30
06.08.2022	12.08.2022	Суховей	Воронежская область	7
04.08.2022	09.08.2022	Суховей	Тамбовская область	6
06.08.2022	08.08.2022	Суховей	Белгородская область	3
14.08.2022	30.08.2022	Суховей	Воронежская область	17
14.08.2022	29.08.2022	Суховей	Тамбовская область	16
21.08.2022	28.08.2022	Суховей	Белгородская область	8
21.08.2022	23.08.2022	Суховей	Липецкая область	3
22.08.2022	28.08.2022	Суховей	Курская область	7
13.09.2022	13.11.2022	Переувлажнение почвы	Белгородская область	61
14.09.2022	07.11.2022	Переувлажнение почвы	Липецкая область	54
14.09.2022	14.11.2022	Переувлажнение почвы	Тамбовская область	61
14.09.2022	10.11.2022	Переувлажнение почвы	Курская область	57
13.09.2022	12.11.2022	Переувлажнение почвы	Воронежская область	60