

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(НИУ «БелГУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ГОРНОГО ДЕЛА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
Кафедра географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности

**МЕНЯЮЩИЕСЯ КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И УРОЖАЙНОСТЬ
АГРОЦЕНОЗОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Диссертация
на соискание академической степени магистра
студентки очной формы обучения
направление подготовки 05.04.02 География

2 курса группы 81001012

Толстопятова Ольга Сергеевна

Научный руководитель
кандидат географических наук,
доцент Лебедева М.Г.

Рецензент
начальник Белгородского центра по
гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды
Решетникова Л.К.

БЕЛГОРОД 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	6
1.1. Климатические изменения.....	6
1.2. Агроклиматические условия произрастания сельскохозяйственных культур.....	9
1.2.1. Теплообеспеченность вегетационного периода.....	11
1.2.2. Влагообеспеченность периода вегетации.....	18
1.3 Опасные агроклиматические явления.....	24
2. АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ РЕГИОНА.....	36
2.1. Агроклиматическое районирование России.....	36
2.2. Характеристика агроклиматических районов.....	40
2.3. Агроклиматическое районирование Белгородской области в начале XXI века.....	45
3. ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	52
3.1. Влияние погодных условий на рост и развитие растений.....	52
3.2. Изменения урожайности сельскохозяйственных культур.....	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	68
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	71

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство является одной из приоритетных отраслей народного хозяйства. Предпринимаются важные меры, как со стороны государства, так и со стороны предпринимателей для его устойчивого развития в целях обеспечения продовольственной безопасности. Но, к сожалению, не всё зависит от человека. Капризы погоды в сельском хозяйстве как нигде сказываются на производительности труда и эффективности отрасли.

Погодные условия не могут быть одновременно идеальными для производства всех и даже для нескольких сельскохозяйственных культур, которые выращиваются в данном климате. Для каждой конкретной выращиваемой культуры оптимальными являются немного различающиеся условия среды. Именно поэтому очень важна правильная ориентировка сельского хозяйства. Культуры должны дополнять друг друга, чтобы в условиях, неблагоприятных для одной из них, была возможность компенсации потерь урожайности за счет другой.

Оценка агроклиматических условий с точки зрения сельского хозяйства складывается в основном из оценки обеспеченности растений теплом, светом и влагой, а также из условий перезимовки растений.

Территория Белгородской области, располагает плодородными почвами и благоприятными климатическими условиями, характеризуется большим количеством распаханых земель и высокоразвитым сельским хозяйством.

Область является одним из крупнейших производителей продуктов растениеводства в Российской Федерации. Основными сельскохозяйственными культурами являются пшеница, рожь, сахарная свекла (больше распространена в западной половине области), подсолнечник, кукуруза. Широко культивируется также овес, просо, ячмень, гречиха. Много плодовых культур. Все перечисленные культуры достаточно обеспечены

теплом. Сумма температур выше 10°C колеблется от 2450°C на севере области до 2700 °C на юге [1].

Степень хозяйственного использования земель в области отражает структура землепользования. Из общей земельной площади области в 2713,4 тыс. гектаров, сельхозугодья составляют 2145,2 тыс. га (79%), в том числе пашня - 1654,7 тыс. га (77,2%). Площадь сельхозугодий на душу населения составляет 1,4 га, в том числе пашни - 1,1 га. Многолетние насаждения занимают 1,6%, кормовые угодья -21,3%, леса - 11% [45].

Изменение климата последних десятилетий сильно повлияло на структуру сельского хозяйства не только России, но и Белгородской области. Наиболее важными аспектами изменения климата для сельского хозяйства области являются:

- изменение повторяемости, продолжительности и интенсивности засух;
- изменения повторяемости суровых и теплых зим;
- изменения тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода;
- изменение континентальности климата.

Анализ и оценка агроклиматических условий в условиях изменения климата является актуальной и достаточно сложной задачей.

Цель диссертационной работы – дать характеристику меняющихся агроклиматических условий на территории Белгородской области и оценить их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие **задачи**:

1. Систематизировать современные тенденции изменения агроклиматических условий
2. Уточнить агроклиматическое районирование Белгородской области и построить серию карт с применением ГИС- технологий.

3. Проанализировать зависимость урожайности агроценозов от агрометеорологических условий.

Объект исследования – агроклиматические условия региона.

Предмет исследования – меняющийся климат и урожайность сельскохозяйственных культур.

Исходные материалы – работа была написана при использовании фондовых материалов Белгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, научных исследований Отдела земледелия агрономического факультета Белгородского государственного агрономического университета им. В.Я.Горина, данных Федеральной службы государственной статистики по Белгородской области, научных монографий и периодики.

Методы

- научно-поисковый;
- сравнительный анализ;
- статистический;
- картографический;

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав и заключения, содержит список использованной литературы, включающий 57 наименований.

1. Современные изменения агроклиматических условий Белгородской области

1.1. Климатические изменения

Атмосфера Земли заметно влияет на жизнь и деятельность людей. Люди во многом зависят от ее состава и состояния приземного слоя - погоды, от процессов и явлений, которые ее сопровождают. Некоторые из них человек использует с пользой для себя, например, климатические ресурсы. Однако немало среди них и таких, что могут нанести значительный ущерб. Опасные погодные явления часто возникают достаточно неожиданно, проявляются как стихийные и наносят значительный ущерб населению и хозяйству в целом. В основном они связаны с особенностями атмосферной циркуляции, иногда на них влияет рельеф местности.

Особенно сильно влияние погодных условий на сельскохозяйственное производство в период вегетации растений. Периоды длительной циклонической и антициклонической циркуляции в весенние и летние месяцы формируют аномальные условия произрастания растений, том числе экстремальных значений метеорологических характеристик.

Зимой над Центрально-Черноземным регионом в широтном направлении часто устанавливается ось повышенного атмосферного давления. Вследствие этого в ЦЧР часто вторгается холодный и сухой континентальный воздух умеренных широт или арктический воздух. С ним связаны резкие понижения температуры воздуха и частая повторяемость сильных морозов. А летом над регионом устанавливается антициклональное поле с малыми величинами падения давления, и нередко вызывая почвенную и атмосферную засуху[19,56].

В течение XX столетия происходило потепление глобального климата, особенно отчетливо проявившееся с 70-х годов прошлого века. Процесс специалисты назвали потеплением «по зимнему типу» [21].

Начавшийся рост меридиональной северной циркуляции с 1998 года сформировал неустойчивость атмосферы, что повлияло на повторяемость метеорологических экстремумов [15-17,57] и прежде всего в теплое время года. С начала 1900 годов вероятность атмосферных процессов формирующих «волны тепла», увеличилась в 3 раза. Вероятность отрицательных аномалий температуры летом уменьшилась. В настоящее время ультраполярные вторжения для летнего периода не характерны. Продолжительность южных циклонов быстро убывает, хотя и в настоящее время она на 40 дней превышает среднюю продолжительность за период 1899 – 2011 гг. Начиная с 1999 года, прекратился рост среднегодовых температур воздуха, что совпадает с окончанием роста продолжительности южных циркуляционных процессов [54].

Полученные данные отчетливо свидетельствуют об увеличении повторяемости стационарных антициклональных процессов как в летний, так и зимний период [57]. Оценка температурных рисков показала, что для исследуемой территории более характерны риски, связанные с летними положительными экстремальными температурами [53,55]. Прежде всего, возрастание продолжительности стационарирования блокирующих антициклонов летом способствует росту температуры воздуха и повышает вероятность возникновения засух и природных пожаров.

В начале XX века абсолютные максимумы температуры воздуха в исследуемом регионе были связаны с широтным западным переносом и распространением на ЦЧР гребней Азорского антициклона. Повторяемость Азорских антициклонов увеличивалась до середины столетия и в период с 1931 по 1960 гг. их было в 1,5 раза больше, чем в начале XX века (1901–1930 гг.) и в конце столетия (1971–2000 гг.) [22].

Все это пагубно сказывается на посевах зерновых культур, в особенности озимых, так как в конце июня происходит цветение этих культур, а в последние годы чаще всего на этот период приходились засухи.

Схема развития циркуляционных процессов позволяет предположить, что в последующие 10–20 лет повторяемость экстремальных погодных явлений будет только возрастать [55]. Учитывая размеры синоптических объектов, опасные гидрометеорологические явления следует ожидать одновременно в нескольких субъектах РФ.

По мнению Н.К.Кононовой [16] рост суммарной годовой продолжительности блокирующих процессов, а, следовательно, и жарких летних сезонов и холодных зим может продлиться 15 лет, после чего, с учетом продолжительности циркуляционных эпох, можно ожидать следующего потепления.

Потепление климата сказалось на продолжительности метеорологических сезонов (табл.1).

Таблица 1

Даты начала и продолжительность метеорологических сезонов [21,56].

Годы	Зима		Весна		Лето		Осень	
	Даты начала сезонов	Продолжительность	Даты начала сезонов	Продолжительность	Даты начала сезонов	Продолжительность	Даты начала сезонов	Продолжительность
1901-1930	15.11 ±12	134	29.03 ±10	53	21.05 ±13	108	6.09 ±9	70
1931-1960	14.11 ±11	134	28.03 ±9	57	24.05 ±14	104	5.09 ±10	70
1961-1990	14.11 ±13	126	21.03 ±12	64	24.05 ±16	102	3.09 ±8	73
1971-2000	12.11 ±14	127	19.03 ±10	65	23.05 ±15	105	5.09 ±14	68
1981-2010	23.11 ±16	120	15.03 ±12	66	18.05 ±14	108	1.09 ±14	71

Заметно сократился зимний период (со среднесуточной температурой воздуха ниже 0°) – на 10 дней с начала XX века. Продолжительность летнего периода (среднесуточная температура воздуха выше $+15^{\circ}\text{C}$) тоже уменьшилась в течение столетия на 3 дня, но в последние годы вернулась к первоначальным значениям [40]. Изменение длительности переходных сезонов – весны и осени – происходило по-разному. Продолжительность осеннего периода осталась неизменной, а весенний период (среднесуточная температура от 0°C до $+15^{\circ}\text{C}$) стал более длительным за счет зимнего и, частично, летнего периодов. Данная тенденция отражает, помимо известного потепления «по зимнему типу», и факт регулярно отмечаемых весенних возвратов холодов – заморозков в мае, достаточно длительных и интенсивных в конце XX – начале XXI вв. [41,20].

1.2. Агроклиматические условия произрастания сельскохозяйственных культур

Известно, что среди нерегулируемых факторов среды значительное влияние на формирование урожая озимых культур оказывает гидротермический режим, в основном, количество осадков и температура.

Агроклиматические факторы, важнейшими из которых являются температура воздуха и количество осадков, оказывают определяющее влияние на урожайность сельскохозяйственных культур, хотя оценки этого влияния имеют неоднозначный характер. Климатические показатели рассчитываются по данным наблюдений сети действующих метеорологических станций Росгидромета [48].

Агроклиматические ресурсы, таким образом, слагаются, прежде всего, из ресурсов главных факторов жизни растений: тепла, света и влаги. Сведения о термических (тепловых) ресурсах вегетационного периода растений необходимы для решения разнообразных задач

сельскохозяйственного производства: определения сроков сева и созревания, оптимизации сортового и видового состава возделываемых сельскохозяйственных культур, оценки вероятности повреждения растений высокой и низкой температурой и т. д.

Доступные для растений термические ресурсы определяются годовым ходом температуры воздуха и почвы. Наблюдаемое в настоящее время потепление климата не сводится к простому смещению вверх кривой годового хода среднесуточной температуры воздуха.

Современное потепление, помимо повышения средней температуры, сопровождается изменениями ее годовой и суточной амплитуды, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия. Так, увеличение продолжительности безморозного периода безусловно положительный фактор, но сокращение периода налива зерна и более раннее созревание при повышении температуры часто ведет к уменьшению урожая.

Недостаточно густая сеть станций, ведущих наблюдения за развитием сельскохозяйственных культур, значительная пестрота сроков сева (посадки), влияющая на развитие культур, сортовая неоднородность материала и разные периоды наблюдения создают большие трудности при характеристике агроклиматических условий произрастания сельскохозяйственных культур. Сроки сева часто обуславливаются хозяйственными причинами и в большинстве случаев не бывают оптимальными[47].

Агроклиматические ресурсы территории оцениваются с помощью агроклиматических показателей, оказывающих существенное влияние на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур и определяющих обеспеченность растений главным образом теплом и влагой. В условиях достаточной влагообеспеченности растения максимально используют солнечное тепло и накапливают наибольшее количество биомассы. При недостатке влаги использование тепла ограничивается и тем

больше, чем меньше влагообеспеченность, что приводит к снижению продуктивности.

1.2.1. Теплообеспеченность вегетационного периода

Теплообеспеченность посевов, это количественная характеристика степени соответствия термических ресурсов климата и потребности сельскохозяйственных растений в тепле. Термические ресурсы климата и потребность растений в тепле обычно выражаются средней многолетней суммой среднесуточных температур воздуха за период, когда их значение превышает $+10^{\circ}\text{C}$, то есть суммой активных температур за период от посева до созревания каждого сорта и гибрида.

Температура воздуха влияет на физиологические процессы в растительных организмах (дыхание, фотосинтез, передвижение воды и питательных веществ и т. д.). Оптимальные и крайние значения температур для разных растений и в различные периоды их жизни различны. Активная вегетация большинства сельскохозяйственных культур, возделываемых в области, протекает в период со средней суточной температурой воздуха выше 10°C . Теплообеспеченность вегетационного периода характеризуется суммами температур за период между датами перехода через 10°C , которые возрастают с севера на юго-восток области от 2600 до 2800°C (рис.1.1.).

От продолжительности этого периода и обеспеченности его теплом зависят рост и развитие выращиваемых сельскохозяйственных культур, степень их вызревания и урожайность.

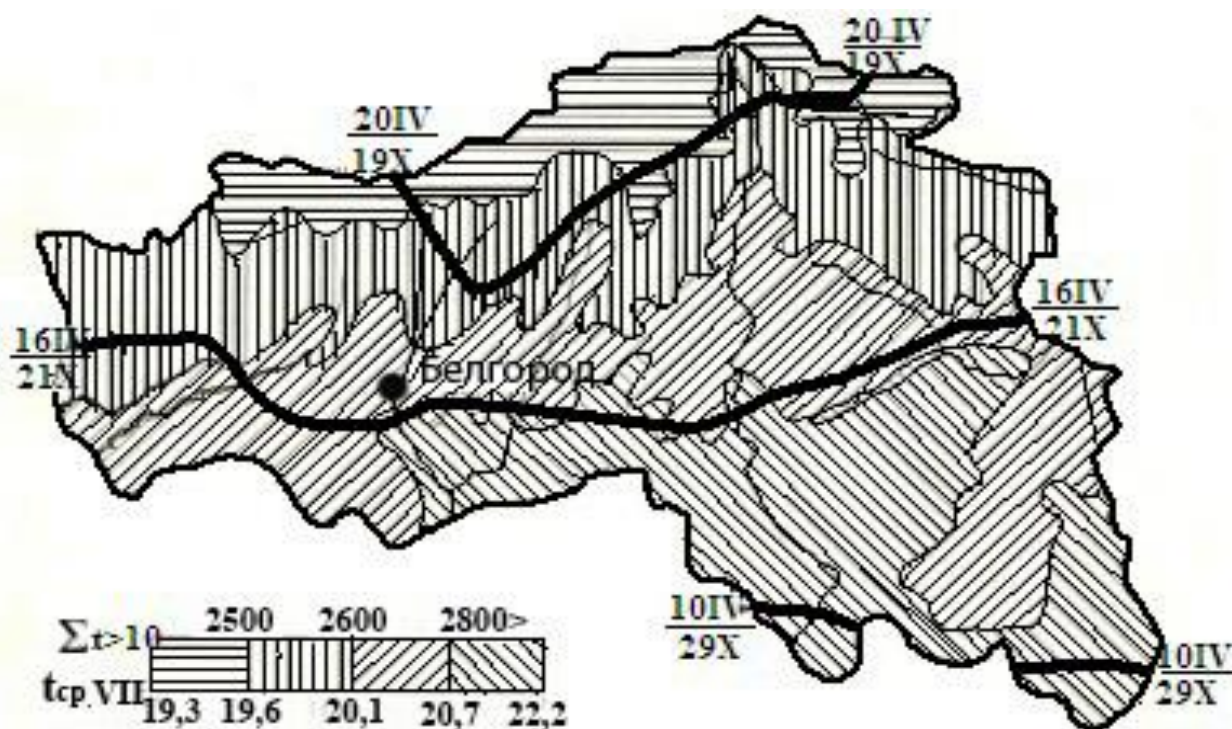


Рис.1.1 Термические условия области (В числители даны даты перехода температуры воздуха через 10°C весной, в знаменателе – осенью) [1]

Происходят значительные изменения в формировании температурного режима в Центрально-Черноземной области и его экстремальных характеристик. Теплообеспеченность сельскохозяйственных культур играет важную роль в произрастании растений в конкретном регионе.

В настоящее время сумма средних суточных температур за период с температурой выше 10°C в современных условиях изменяется от 2550 на севере до 2800 и более на юге области. На рисунке 1.2. представлены данные об изменении суммы активных температур выше 10°C.

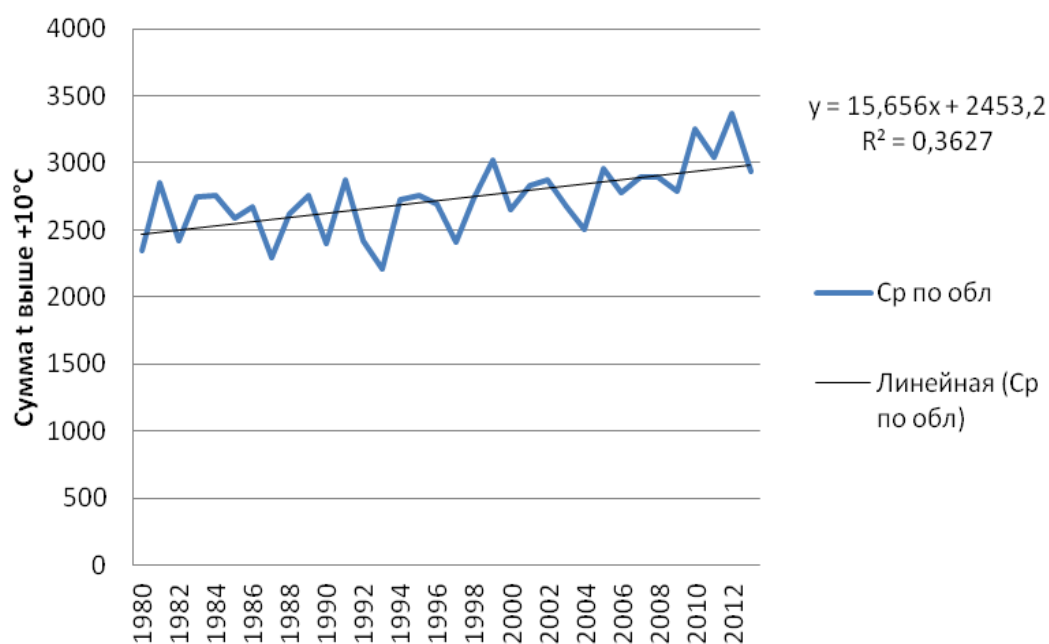


Рис.1.2. Среднеобластная сумма активных температур выше 10°C за период 1980–2012 гг.

В среднем по области за последние 15 лет произошло увеличение суммы активных температур выше +10°C в среднем на 300°C.

Продолжительность периода активной вегетации за 30 лет незначительно увеличилась – на 2–5 дней.

Одной из характеристик условий произрастания сельскохозяйственных культур во время вегетации является продолжительность периода с устойчивой температурой воздуха выше +5°C. Продолжительность вегетационного периода со среднесуточной температурой выше 5°C за период 1981–2010 гг. увеличилось в среднем на 5–7 дней. Произошли также изменения в сроках начала активной вегетации, они сместились на более ранние даты, но незначительно – на 3–5 дней. Осенью картина обратная – значительно продлились сроки активной вегетации (в среднем на 2 недели), а окончание вегетационного периода наступает всего на 3–5 дней позднее, чем в середине пятидесятых годов прошлого века. [20,21].

Изменение суммы температур вегетационного периода представлено на рис.1.3.

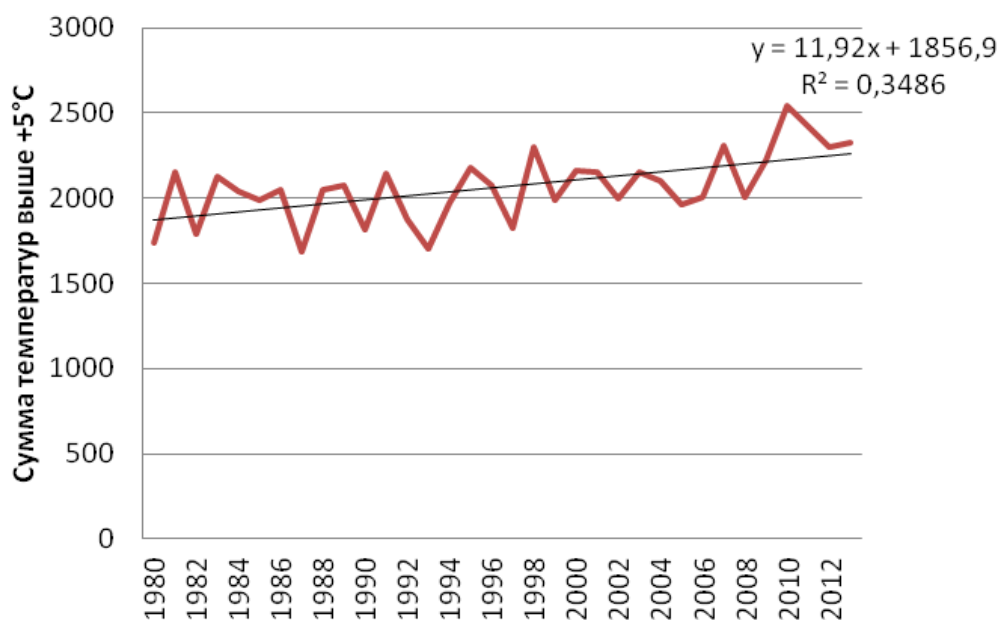


Рис.1.3. Среднеобластная сумма эффективных температур выше 5°C за период 1980–2012 гг.

Агроклиматической характеристикой территории по теплообеспеченности, конкретных видов и сортов растений является используется способ, где высчитывается сумма активных температур при исключении из них низких и высоких температур, тормозящих развитие растений, и введении необходимых поправок. При оценке теплообеспеченности и установление климатических границ сельскохозяйственных культур используют характеристики сумм климатических, биологических и биоклиматических температур [51].

Для большинства сельскохозяйственных районов это означает, что суммы активных температур, требующиеся для периода вегетации данного

сорта, должны быть соответственно на 200 - 400°С ниже, чем средние многолетние суммы активных температур.

Суммы климатических температур выражают общие ресурсы тепла в данной местности. Они слагаются из средних суточных температур за период возможной вегетации культур, то есть за период в пределах лимитных температур развития растений.

Суммы биологических температур выражают потребность растений в тепле и состояются из средних суточных температур непосредственно за периоды вегетации данного вида и сорта.

Суммы биоклиматических температур выражают количество тепла, обеспечивающее ежегодное (или достаточно частое) созревание растений или наступление хозяйственно ценных фаз развития. Численно сумма биоклиматических температур равна сумме биологических температур, увеличенной на определенное число для гарантии наступления нужных фаз развития.

Суммы климатических температур (биоклиматические температуры), указывают на климатические границы возможного возделывания культуры. Целесообразно определять суммы климатических и биоклиматических температур за период с температурой выше 10°С.

Сведения о термических (тепловых) ресурсах вегетационного периода растений необходимы для решения разнообразных задач сельскохозяйственного производства: определения сроков сева и созревания, оптимизации сортового и видового состава возделываемых сельскохозяйственных культур, оценки вероятности повреждения растений высокой и низкой температурой и т. д.

Наблюдаемое в последние годы заметное увеличение теплообеспеченности благоприятно для возделывания многих сортов сельскохозяйственных культур в Белгородской области (табл.2).

Оценка теплообеспеченности территории только по средним суммам температур будет недостаточной, так как они имеют 50% обеспеченность. Для сельского хозяйства практическую ценность представляют суммы температур с обеспеченностью 80—90%.

Таблица 2

Потребность в теплообеспеченности сельскохозяйственных культур [52].

Культура	Скороспелость сорта	Σt , биологических температур за вегетационный период (сумма ср.суточных температур)	Σt , биоклиматических температур выше 10° (сумма температур)	Обеспеченность теплом %
Озимая пшеница	Р	1450	1500	100
	П	1550	1600	100
Яровая пшеница	Р	1500	1550	100
	С	1600	1650	100
	П	1700	1750	100
Ячмень	С	1300	1350	100
	П	1400	1450	100
Горох	Р	1150	1200	100
	С	1400	1450	100
Лен	Р	1300	1350	100
	П	1500	1550	100
Картофель	Р	1300	1350	100
	С	1500	1550	100
	П	1900	1950	100
Кукуруза	Р	1900	1950	100
	С	2500	2550	100

Если обеспеченность культуры теплом составляет 75% то возделывать такую культуру в данной зоне возможно, но лучше, если обеспеченность будет более 80%.

Согласно условиям теплообеспеченности культур теплом, на территории региона целесообразно выращивать озимую пшеницу, яровую пшеницу, ячмень, горох, картофель, кукурузу [46]. В последние несколько лет белгородские агрономы стали выращивать на опытных полях более южные культуры (рапс, соя, арахис), так что, возможно, в скором будущем эти виды растений хорошо приживутся, и их будут постоянно высаживать на поля Белгородской области.

Для адекватной оценки влияния изменений климата на термические ресурсы нельзя ограничиться каким-либо одним показателем. Необходимо использовать возможно более широкий набор показателей — климатических индексов — для оценки термических ресурсов, применяемых в агроклиматологии [35].

Важнейшими из них являются следующие:

- суммы среднесуточных значений температуры воздуха за период календарного года со среднесуточной температурой, превышающей 0, 5 и 10°C;
- даты устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 0, 5 и 10°C весной и осенью;
- продолжительность периодов календарного года со среднесуточной температурой, превышающей 0, 5 и 10°C, а также периодов со среднесуточной температурой от 5 до 15°C (климатическая весна) и от 15 до 5°C (климатическая осень);
- средняя температура самого холодного и самого теплого месяцев календарного года.

1.2.2. Влагообеспеченность периода вегетации

Увлажнение сельскохозяйственных полей играет важную роль в условиях произрастания различных культур. Режим влажности почвы непрерывно меняется и в значительной степени обуславливается рельефом местности. В одном и том же районе при одинаковом количестве атмосферных осадков влажность почвы различных сельскохозяйственных угодий различна. Это объясняется тем, что увлажнение почвы зависит не только от количества выпавших осадков, их интенсивности, продолжительности, а также испаряемости, но и от характера подстилающей поверхности и т. д. По-разному также расходуются запасы влаги из корнеобитаемого слоя растениями в различные периоды их развития.

Кроме того, агрономы также учитывают запасы влаги в метровом слое почвы весной, продолжительность безморозного периода и условия перезимовки озимых культур.

Влагообеспеченность сельскохозяйственных культур в различные периоды вегетации различна и по-разному влияет на наступление тех или иных фаз развития. Приведем общие сведения по влагообеспеченности некоторых сельскохозяйственных культур.

Показателем влагообеспеченности вегетационного периода служит гидротермический коэффициент (ГТК), равный отношению суммы осадков к испаряемости за вегетационный период, выраженный суммой температур воздуха выше 10°C, уменьшенной в 10 раз. Неблагоприятные погодные условия для возделывания сельскохозяйственных культур складываются в годы с ГТК менее 1.0, благоприятные – в годы со значениями ГТК 1.0–1.4, особо благоприятные условия создаются в годы с ГТК более 1.4. В Белгородской области в многолетнем режиме ГТК изменяется от 1.2 на северо-западе региона до 0.9 к юго-востоку территории. Условия увлажнения

бывают избыточно влажными при ГТК 2,0 и более, засушливыми при ГТК 1,0 и ниже и сухими при ГТК 0,5 и ниже[38].

Значения гидротермического коэффициента за последние 30 лет представлены на рис. 1.4. Имеет место слабый тренд уменьшения комплексного показателя тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода, но существенных изменений не фиксируется.

В экстремальном по погодным условиям 2010 году наблюдались наиболее засушливые условия; гидротермический коэффициент за основной вегетационный период (май–август) составил 0.67, что достоверным образом характеризует засуху [23]. Такие условия привели во многих регионах Центрального Черноземья к почвенной и атмосферной засухе и к значительным потерям урожая.

Например, в период осенней вегетации озимые культуры бывают не ежегодно обеспечены влагой. В среднем запасы влаги в пахотном горизонте почвы наблюдаются порядка 20-30 мм [22].

В зимний период посева часто изреживаются из-за неблагоприятных условий перезимовки (резкая смена температур, оттепели, влияние притертой ледяной корки). Иногда изреженность озимых достигает больших размеров, особенно в пониженных местах. С наступлением холодов в начале декабря образуется устойчивый снежный покров.

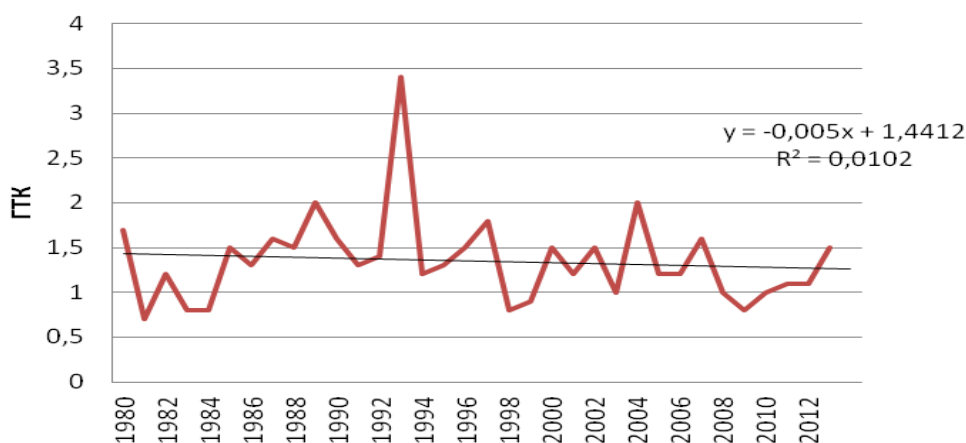


Рис. 1.4. Среднеобластные значения гидротермического коэффициента

Наиболее оптимальными для перезимовки озимых культур считаются зимы, когда температурный режим почвы и воздуха, высота снежного покрова и продолжительность его залегания близки к среднему многолетнему значению. Ко времени сева яровых культур запасы влаги в пахотном слое почвы бывают 40-50 мм. Такие запасы вполне обеспечивают дружное появление всходов. В мае начинается снижение влаги в почве, которое продолжается и в последующие месяцы (июнь, июль) [46].

Анализ изменения засушливости вегетационного периода основан на применении специальных индексов (ГТК Селянинова, КУ по Сапожниковой, ИС по Будыко), которые, с одной стороны, коррелируют с величинами, отражающими условия возникновения сельскохозяйственной и гидрологической засухи, а, с другой стороны, могут быть рассчитаны по имеющимся данным стандартных гидрометеорологических наблюдений [7,33,35].

Чтобы проследить изменения во времени, таких показателей как коэффициентов увлажнения (ГТК, КУ) и индекса сухости Будыко [7] был построен график (рис.1.5) за последние 25 лет по данным приземных метеорологических наблюдений.

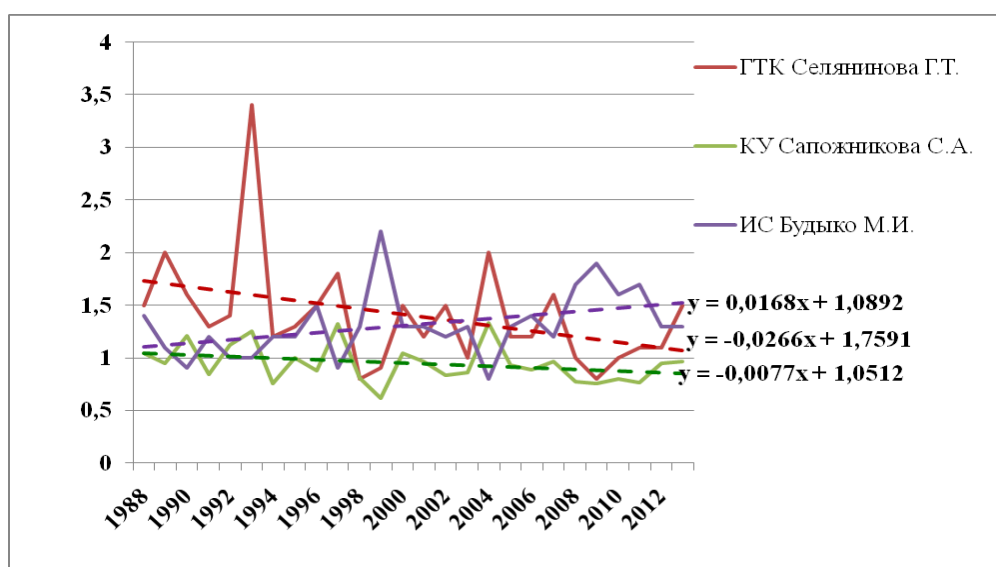


Рис.1.5. Изменение показателей увлажнения в Белгородской области за период 1988 -2014гг.

Анализ этого графика позволил установить следующее:

- Отмечается тренд к уменьшению показателей ГТК и КУ.
- Наблюдается увеличение индекса сухости Будыко с 1,2 в конце прошлого века до 1,4 в начале нового века.

Показатель увлажнения по Сапожниковой предпочтителен для оценки влагообеспеченности территории, так как учитывает осадки как теплого, так и холодного периода (последние входят с меньшим удельным весом), что больше соответствует фактическому режиму влагообеспеченности [10]. Были построены карты, отражающие изменения увлажнения на территории области (рис.1.6-1.7).

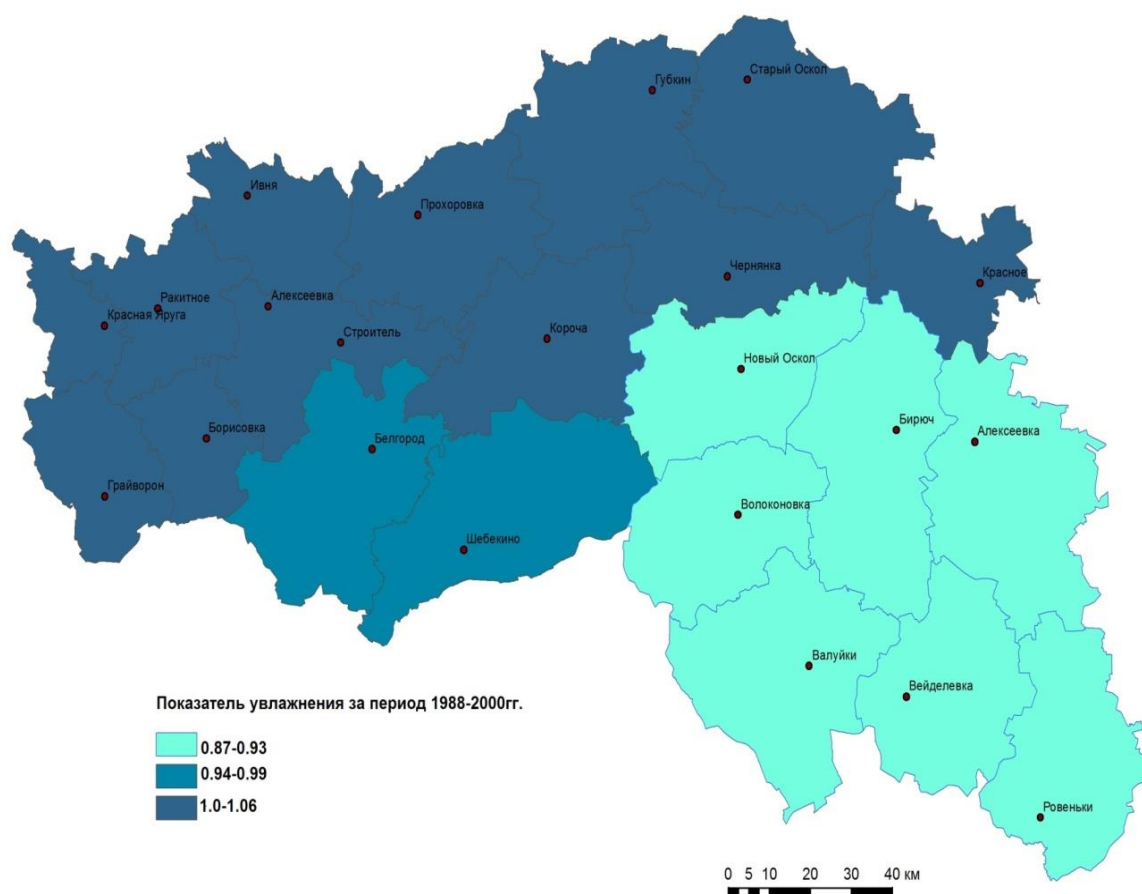


Рис.1.6. Коэффициент увлажнения по Сапожниковой за период 1988-2000гг.

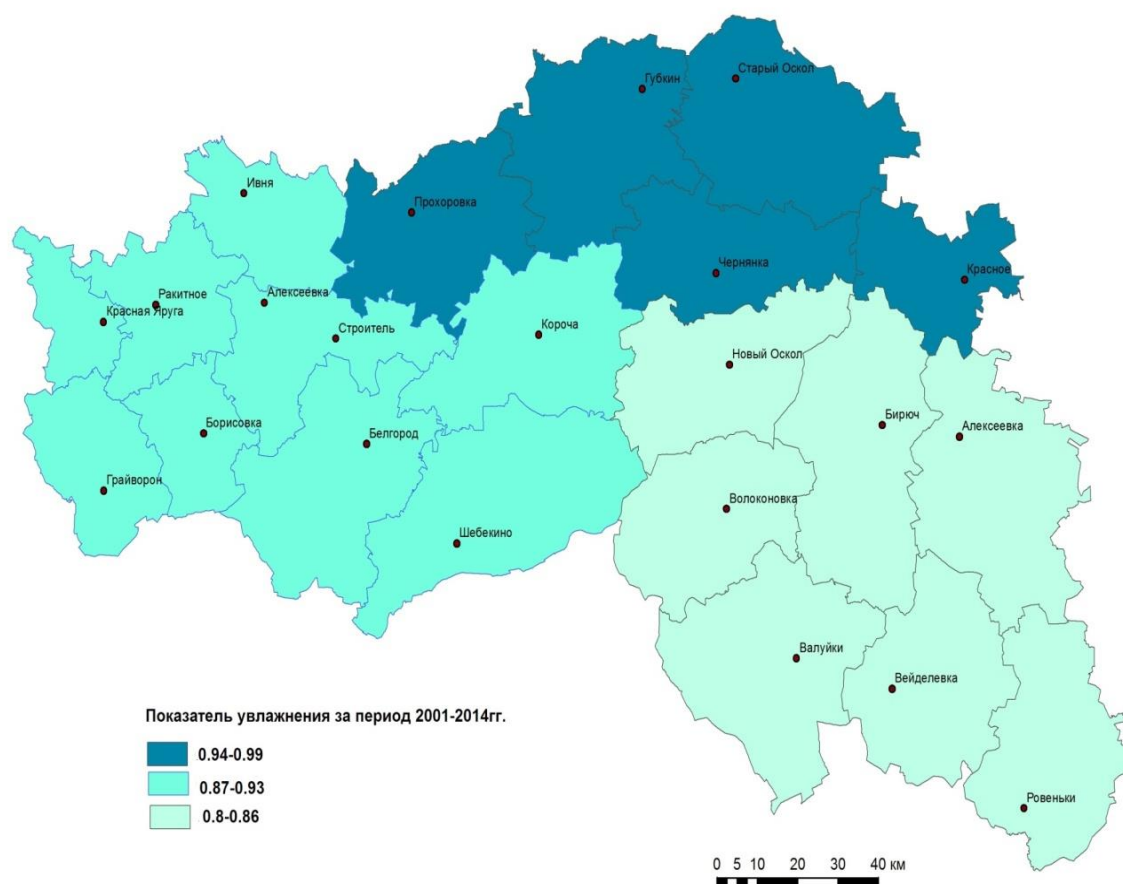


Рис.1.7. Коэффициент увлажнения по Сапожниковой за период 2001-2014гг.

В многолетнем режиме ГТК изменялся от 1,2 на северо-западе региона до 0,9 к юго-востоку области. В настоящее время ГТК, близок к 1. В конце XX века на западе и северо-востоке области показатель увлажнения по Сапожниковой составлял 1,03 – 1,06, что отражает оптимальные условия увлажнения. В начале XXI века оптимальное увлажнение наблюдается только в отдельных районах области в 10-30% случаев. Средние условия увлажнения региона характеризуются как слабо засушливые.

Показатель увлажнения (по Сапожниковой) указывает на снижение частоты случаев оптимального увлажнения территории в вегетационный период (табл.3).

Таблица 3

Среднеобластные показатели увлажнения (по Сапожниковой, %)

Показатель увлажнения	Период 1988 – 2000 гг.	Период 2001-2014 гг.
Очень засушливо	3,9%	1,8%
Засушливо	19,1%	35,7%
Слабо засушливо	28,8%	35,7%
Оптимально увлажнено	32,7%	23,2%
Обильно увлажнено	11,6%	0
Избыточно увлажнено	3,9%	1,8%
Переувлажнено	0	1,8%

Характеристики увлажнения изменились с 38% до 21% случаев на юго-востоке территории, с 23% до 21% - на западе территории, с 38% до 29% - в центре области и с 31% до 21% - на северо-востоке территории.

Наблюдается тенденции изменения климатических составляющих урожайности озимых зерновых культур. Улучшились условия увлажнения осеннего периода в результате увеличения количества осадков, уменьшения вероятности вымерзания озимых культур. Среднеобластное количество осадков в начале XXI века, как годовое, так и в течение теплого периода, незначительно возросло, но характеристики доступности влагообеспеченности к настоящему времени меняются.

Отмечается неустойчивый характер увлажнения вегетационного сезона. Следует отметить тенденцию к увеличению аридности климата на данной территории. Происходящие в начале XXI века изменения атмосферной циркуляции проявляются в увеличении повторяемости стационарных антициклонов, особенно в летний сезон [56-57], что приводит к появлению почвенных и атмосферных засух. Наблюдается слабая тенденция роста годового количества осадков, но в основном за счет осадков в холодный период, а в теплый период наблюдается увеличение их

изменчивости [57]. Подобная ситуация не очень благоприятна для сельскохозяйственного производства, так как отражает нестабильные погодные условия и межгодовую изменчивость основных агрометеорологических показателей.

1.3. Опасные агрометеорологические явления в регионе

Известно, что долговременные изменения температуры или осадков менее важны для сельского хозяйства, чем такие экстремальные явления, как засухи, сильные морозы, переувлажнение почвы, пыльные бури. Воздействие этих относительно редких явлений на урожай приводит к экономическому стрессу, который ускоряет адаптацию сельского хозяйства к изменениям климата [36].

Например, урожай озимых культур в значительной мере зависит и от условий их осенней закалки и перезимовки. Устойчивая осень с постепенным переходом к отрицательным температурам и снежному покрову создает благоприятные условия для перезимовки озимых культур, а затяжная осень с частыми дождями и резким переходом к зиме приводит к тому, что озимые уходят в зиму без закаливания. Осенью почвенная корка, переувлажнение почвы, низкая температура воздуха вызывают загнивание и гибель семян. Переувлажнение и иссушение почвы, частые дожди вызывают повреждение и гибель растений.

Благоприятная перезимовка зерновых культур, в особенности озимых, связана с их состоянием в осенний период и процессом закалки, когда при оптимальном сочетании этих факторов растения могут выдерживать температуру на глубине узла кущения $-20...-22^{\circ}\text{C}$.

При неблагоприятных условиях закалки осенью и дальнейшей перезимовки, с наличием продолжительных интенсивных оттепелей и общего неустойчивого термического режима озимые могут повреждаться при

температуре на глубине узла кущения $-15...-16^{\circ}\text{C}$ и даже выше. Исключительное критичное влияние имеет высота снежного покрова, где защитное его действие на температуру почвы возрастает с понижением температуры воздуха.

Накопление и распределение снежных запасов в условиях агроландшафта разной крутизны в основном зависит от температуры воздуха, изменения скорости ветра и турбулентного трения, обусловленного различного рода препятствиями (пожнивными остатками, микрорельефом и др.). Влияние последнего фактора наиболее выражено в начале зимы и определяется состоянием поверхности почвы (агрофоном) [29].

По мере накопления снега эти различия сглаживаются и далее уже не зависят от приемов агротехники. Воздействие фактора крутизны склона на процессы снегонакопления прослеживается в течение всего зимнего периода. Мощность снежного покрова в среднем может достигать 35 см и более, создавая предпосылки для *выпревания* растений озимой пшеницы.

Зимой озимые повреждаются и гибнут вследствие вымерзания, выпревания, образования ледяной корки. Вымерзание случается при резком понижении температуры воздуха до отрицательных значений и сохранении морозной погоды при отсутствии снежного покрова. Температура почвы на глубине узла кущения может опуститься ниже критической, что является причиной гибели озимых на больших посевных площадях. Выпревание наблюдается в тех случаях, когда на непромерзшую почву ложится высокий снежный покров или образуется ледяная корка.

Ледяная корка на поверхности земли образуется зимой, когда после оттепели сразу устанавливается морозная погода. Выпадающий затем снег не задерживается на гладкой ледяной поверхности и сдувается ветрами в пониженные места.

Для сельского хозяйства области опасны поздние весенние и ранние осенние заморозки, которые приводят к частичной или полной гибели растений.

В последнее время в ЦЧР из-за меняющихся климатических и погодных условий происходит смена срока сева многих культур, происходят резкие скачки температур в зимний и весенний периоды, а это губит зерновые культуры, которые были посеяны под зиму [15].

Опасное метеорологическое явление – это природное явление, возникающее в атмосфере под действием различных природных факторов или их совокупности, могущее оказать поражающее воздействие на людей, организации, строительные сооружения, сельскохозяйственных и диких животных, растительный мир [31,50]. В последние десятилетия установлено увеличение числа экстремальных климатических явлений (засух, заморозков, наводнений, теплых зим). Зависимость сельского хозяйства от климата, если судить по абсолютным потерям, за это время возросла.

Наибольшее влияние погоды на развитие сельскохозяйственных культур проявляется в вегетационный период. В начале и завершении вегетационного периода на растения пагубное влияние оказывают заморозки.

К неблагоприятным для сельского хозяйства явлениям погоды в летний период относятся высокие температуры воздуха, особенно в сочетании с низкой относительной влажностью и ветром, пыльные бури, ливни и град, избыточное увлажнение. Также неблагоприятные условия складываются во время почвенных и атмосферных засух, когда значительные потери влаги из почвы и растений приводят к увяданию и гибели растений. Урожайность культур может снизиться до 40 % и более.

Таким образом, урон, который несет сельское хозяйство от воздействия неблагоприятных метеорологических условий, приводит к значительным потерям урожая и наносит ущерб экономике области [31]. Поэтому фактическая и прогностическая агрометеорологическая информация имеет

очень важное значение для сельского хозяйства. Наиболее часто встречаемые на территории Белгородской области опасные агрометеорологические явления следующие [47,48]:

Аномально холодная погода - в период с октября по март в течение 5 дней и более значение среднесуточной температуры воздуха ниже климатической нормы на 7 °С и более. Низкие температуры воздуха при отсутствии снежного покрова или при его высоте менее 5 см, приводящие к вымерзанию посевов озимых. Понижение температуры воздуха ниже минус 25 °С при отсутствии снежного покрова или понижение температуры воздуха ниже минус 30 °С при высоте снежного покрова менее 5см, обуславливающее понижение температуры на глубине узла кущения растений ниже критической температуры вымерзания, приводящее к изреженности и/или полной гибели озимых культур.

Вымерзание считается самой распространенной причиной повреждения и гибели растений. Это связано с тем, что при длительных морозах в клетках и межклетниках образуется лед, который оттягивает воду из цитоплазмы, в результате происходит обезвоживание, коагуляция коллоидов и денатурация белков. Кристаллы льда разрушают структуру обезвоженной цитоплазмы, а это способствует гибели клеток. Более устойчивыми считаются такие клетки, в которых бывает низкое содержание воды и большая проницаемость для нее цитоплазмы, высокая концентрация клеточного сока, а также повышенная эластичность стенок.

Так как корни озимой пшеницы продолжают расти в незамерзшей почве, то для этого растениям приходится тратить запасные питательные вещества, что приводит к их ослаблению. В начале зимы на глубине узла кущения растения выдерживают более низкие температуры, чем в весенний период (ячмень -12°С; пшеница -17°С; рожь -20°С). После начала весеннего отрастания при резких понижениях температуры ночью до -8 - -10°С часто происходит гибель посевов. Следует иметь в виду, что после выхода из-под

снега вымерзшие растения вначале бывают зелеными, но после оттаивания становятся желтыми и дряблыми.

Самым надежным и экономически выгодным способом борьбы с вымерзанием озимых хлебов считается посев зимостойких сортов, приспособленных к конкретным почвенно-климатическим условиям. Хорошо защищает озимые хлеба от зимних повреждений снегозадержание, так как снег обладает малой теплопроводностью. Например, в степной зоне при снежном покрове от 2 до 12 см вымерзание составило 50% кустов пшеницы, при толщине его от 15 до 25 см - 27% и 35-45 см - только 4%.

Сочетание высокого снежного покрова и слабого промерзания почвы, приводящее к *выпреванию* посевов озимых – длительное (более 6 декад) залегание высокого (более 30 см) снежного покрова при слабо промерзшей (до глубины менее 30 см) или талой почве. При этом минимальная температура почвы на глубине 3 см удерживается от минус 1°C и выше, что приводит к частичной или полной гибели посевов озимых культур.

Как известно, *выпревание* происходит вследствие теплых неустойчивых зим и длительного (три – четыре декады) пребывания растений под мощным снежным покровом (более 30 см), при сохранении температуры почвы на глубине узла кущения, близкой к 0°C. При таких условиях жизнедеятельность озимых остается повышенной. В процессе выпревания растений выделяют три фазы: истощение, голодание и гибель при развитии грибных заболеваний. Процесс истощения продолжается 2–3 месяцев [13]. Его продолжительность зависит от температуры верхних слоев почвы, состояния растений с осени и степени их закалки. Дальнейшее истощение растений происходит в результате распада белков (фаза голодания) и накопления аминокислот. Одновременно развивается снежная плесень, которая ускоряет процесс расхода белков и приводит растения к гибели [14].

Ледяная корка – слой льда на поверхности почвы (притертая ледяная корка) толщиной 2 см и более, залегающая 4 и более декад подряд в период зимовки озимых культур. *Ледяная корка* оказывает важное влияние на функционирование агроландшафтов и относится к числу распространенных явлений зимних периодов последних лет. Различают два ее вида: притертая к почве и корка в виде прослойки в снегу. Наиболее опасной, по признанию большинства ученых, является притертая ледяная корка. Условия ее образования — неустойчивые холодные периоды и частые интенсивные оттепели зимой. *Ледяная корка* оказывает важное влияние на функционирование агроландшафтов и относится к числу распространенных явлений зимних периодов последних лет. Различают два ее вида: притертая к почве и корка в виде прослойки в снегу. Наиболее опасной, по признанию большинства ученых, является притертая ледяная корка. Условия ее образования — неустойчивые холодные периоды и частые интенсивные оттепели зимой. Смерзшийся с почвой лед причиняет механические повреждения озимым и может привести их к гибели. Очень опасной считается также притертая ледяная корка, которая появляется в конце зимы, при резком снижении устойчивости озимых культур.

Раннее появление или установление снежного покрова – появление или установление снежного покрова (в том числе временного) любой величины раньше средних многолетних сроков на 10 дней и более

Промерзание верхнего (до 2 см) слоя почвы – раннее (на 10 дней и более раньше средних многолетних сроков) промерзание верхнего (до 2см) слоя почвы продолжительностью не менее 3 дней.

Заморозки на почве и заморозок в воздухе – понижение температуры воздуха и/или поверхности почвы (травостоя) до значений ниже 0 С на фоне положительных средних суточных температур воздуха в периоды активной вегетации сельхозкультур или уборки урожая, приводящее к их

повреждению, а также к частичной или полной гибели урожая сельхозкультур.

Переувлажнение почвы – в период вегетации сельхозкультур в течение 20 дней (в период уборки в течение 10 дней) состояние почвы на глубине 10-12 см по визуальной оценке увлажненности оценивается как липкое или текучее; в отдельные дни (не более 20 % продолжительности периода) возможен переход почвы в мягкопластичное или другое состояние

Суховей – ветер скоростью 7 м/с и более при температуре выше 25°C и относительной влажности не более 30 %, наблюдающиеся хотя бы в один из сроков наблюдений в течение 3 дней подряд и более в период цветения, налива, созревания зерновых культур.

Одним из самых негативных факторов, влияющих на эффективность сельскохозяйственного производства, является такое природное явление как засуха. *Засуха* – это продолжительный и значительный недостаток осадков, чаще при повышенной температуре и пониженной влажности воздуха, в результате чего снижаются запасы влаги в почве, и возникает угнетение и гибель культурных растений. В зависимости от времени года различают весенние, летние и осенние засухи:

- весенние засухи особенно опасны для ранних зерновых культур;
- летние причиняют сильный вред зерновым и другим однолетним культурам, а также плодовым растениям;
- осенние опасны для всходов озимых.

Наиболее губительны для растений весенне-летние и летне-осенние засухи.

Засуха атмосферная – в период вегетации сельхозкультур отсутствие эффективных осадков (более 5 мм в сутки) за период не менее 30 дней подряд при максимальной температуре воздуха выше 25°C. В отдельные дни (не более 25 % продолжительности периода) возможно наличие максимальных температур ниже указанных пределов.

Засуха почвенная – в период вегетации сельхозкультур за период не менее 3 декад подряд запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-20 см составляют не более 10 мм или за период не менее 20 дней, если в начале периода засухи запасы продуктивной влаги в слое 0-100 см были менее 50 мм

Сильная жара – значение максимальной температуры воздуха +35°C и выше в период с апреля по сентябрь в течение 5 дней и более, значение среднесуточной температуры воздуха выше климатической нормы на 7 °C и более. [25].

В течение последних 40 лет опасные агрометеорологические явления, приведшие к повреждению посевов сельскохозяйственных культур на территории Белгородской области, проявились следующим образом (табл.4):

Таблица 4

Повторяемость опасных агрометеорологических явлений на территории Белгородской области в течение 1971-2010 г.г. (осредненного по 10-летним периодам) [25].

Явления	Годы, когда наблюдалось ОЯ	Продолжительность явления в течение периода в днях
<i>1971-1980 г.г.</i>		
Аномально-холодная погода	1976	16
Заморозки на почве	1979,1980	24
Заморозки в воздухе	1979,1980	22
Сильная жара		
Почвенная засуха	1971,1972,1974,1975,1979	387
Атмосферная засуха	1975,1979	186
Суховей	1972,1975,1979	202
Град	1980	1
Переувлажнение		

Вымерзание	1976	35
<i>1981-1990 г.г.</i>		
Аномально-холодная погода		
Заморозки на почве	1981-1983,1986,1988-1990	48
Заморозки в воздухе	1981,1982,1986,1988,1990	29
Сильная жара		
Почвенная засуха	1983,1984,1985	64
Атмосферная засуха	1981,1986	35
Суховей	1981	61
Град	1986,1986	2
Переувлажнение	1982	12
Вымерзание		
<i>1991-2000 г.г.</i>		
Аномально-холодная погода		
Заморозки на почве	1991,1992,1997-2000	43
Заморозки в воздухе	1993,1995-1997,1999,2000	25
Сильная жара	1991,1996,1998-2000	11
Почвенная засуха		
Атмосферная засуха		
Суховей		
Град		1
Переувлажнение		
Вымерзание		
<i>2001-2010 г.г.</i>		
Аномально-холодная погода	2006,2008,2010	15
Заморозки на почве	2001-2004,2006-2009	31
Заморозки в воздухе	2001-2004,2006-2009	21
Сильная жара	2001,2002,2006-2010	69
Почвенная засуха	2001,2002,2006-2010	146

Атмосферная засуха	2008,2010	59
Суховей	2009,2010	48
Град	2007	1
Переувлажнение	2006	25
Вымерзание	2006	3

Максимальная продолжительность периодов с опасными агрометеорологическими явлениями приходится на 1971-1980 г.г. Особенно это сказалась на продолжительности гидрометеорологических процессов, формирующих атмосферную и почвенную засуху в летний период, а также вымерзание озимых, обусловленное низкими температурами на фоне недостаточного снежного покрова в холодное время.

Период 1981-2000г.г. был относительно благополучным для сельскохозяйственного производства. Повторяемость опасных агрометеорологических явлений была наименьшей как в летний период, так и зимой.

В начале XXI века вероятность опасных агрометеорологических явлений возрастает, особенно в период активной вегетации.

За последние 15 лет на метеостанциях Белгородской области был отмечен 231 случай опасных метеорологических явлений погоды (ОЯ) в градациях Росгидромета (рис.1.8). Из них 117 случаев метеорологических, а 114 – агрометеорологических. Наибольшее количество ОЯ - это «Сильная жара» (82 случая), затем идёт «Заморозок на почве» (53 случая) и «Заморозок в воздухе» (17 случаев).

За рассматриваемый период вновь, после середины XX века наблюдались такие агрометеорологические ОЯ, как «Почвенная засуха», а также «Атмосферная засуха», «Суховей», которые в конце XX столетия почти не наблюдались (рис. 1.9).

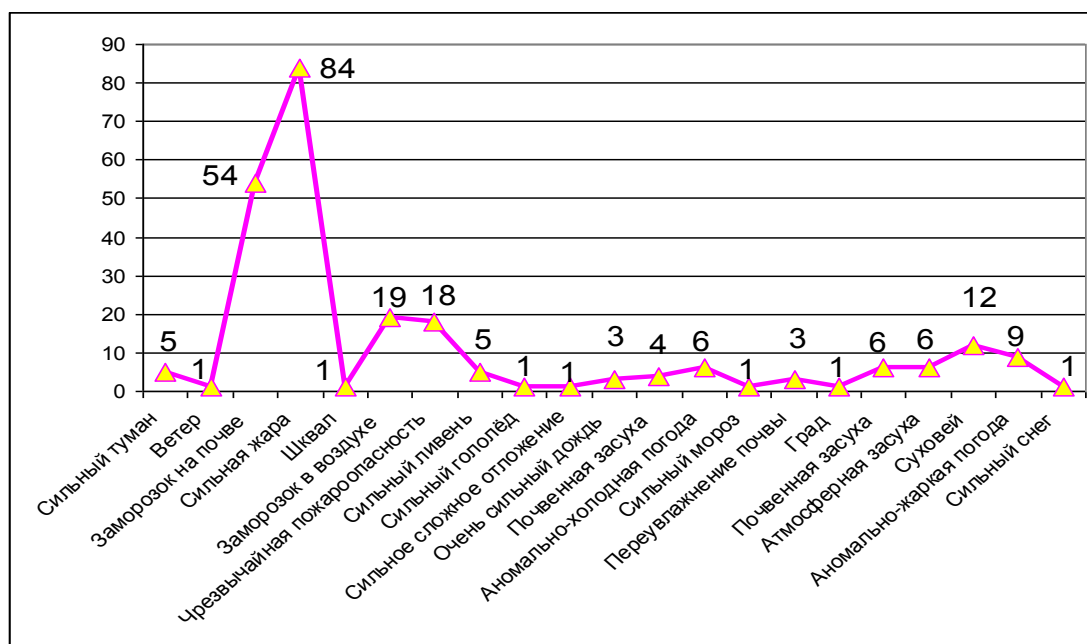


Рис.1.8.Количество случаев опасных агрометеорологических явлений в Белгородской области за период с 1998 по 2012г.[56]

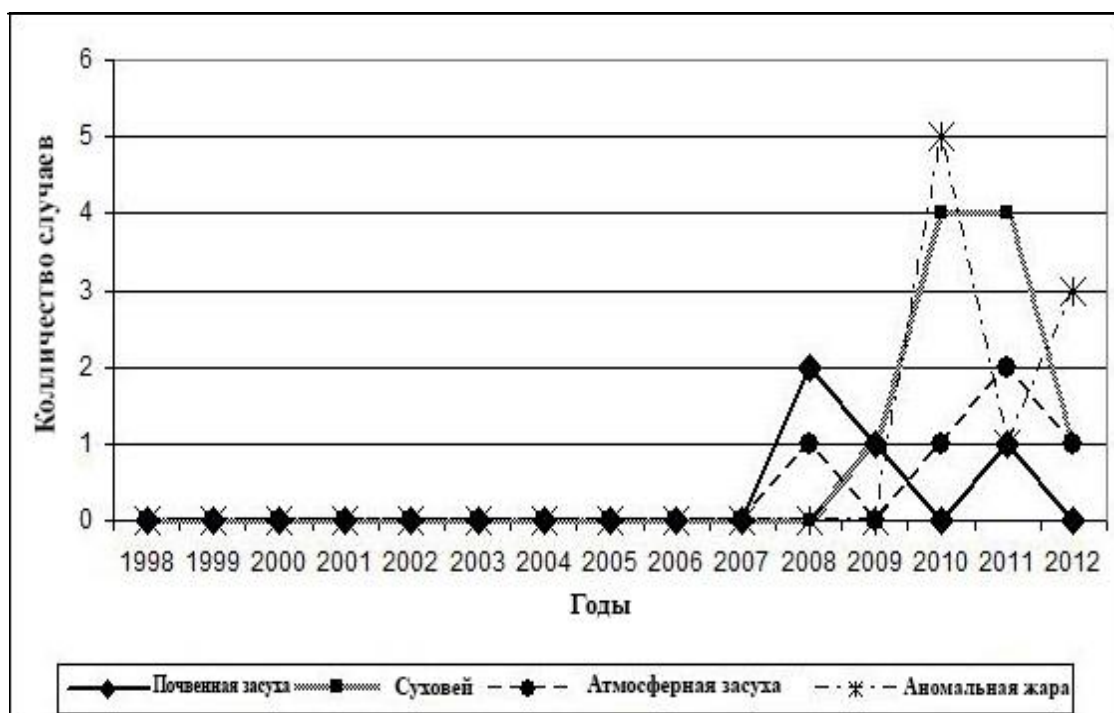


Рис.1.9. Повторяемость опасных агроклиматических явлений [56]

В разряде «Метеорологические опасные явления» возросла доля процессов, связанных со стационарными антициклонами: это «Сильная

жара» - температура воздуха $\geq 35^{\circ}\text{C}$, «Сильный мороз» - температура воздуха $\leq -35^{\circ}\text{C}$, «Аномально-холодная погода» и «Аномально-жаркая погода». Из 82 случаев 35 случаев ОЯ «Сильная жара» было отмечено в июле-августе 2010г.

Наблюдаемые климатические изменения с 70-х годов прошлого века привели к нестабильности условий произрастания сельскохозяйственных культур. Поэтому одним из главных факторов устойчивого сельскохозяйственного производства является учет погодных и климатических характеристик.

2. Агроклиматическое районирование региона

2.1 Агроклиматическое районирование России

Сельскохозяйственная оценка территории с точки зрения климатических условий предполагает определение агроклиматических ресурсов, то есть совокупности агроклиматических условий, определяющих урожай возделываемых культур.

Через систему агроклиматических (биоклиматических) показателей прикладная климатология связывает науку о климате с сельскохозяйственным производством. [51].

Сельскохозяйственное производство постоянно сталкивается с необходимостью сельскохозяйственной оценки территории. Например, при планировании площадей посевов, внедрении новых культур, подборе сортов и гибридов, применении новой агротехники и т.д. нужно научное обоснование этих мероприятий с учетом климатических особенностей.

Сельскохозяйственная оценка территории с точки зрения климатических условий предполагает определение ее агроклиматических ресурсов, т. е. совокупности агроклиматических условий, определяющих урожай возделываемых в данном регионе культур и продуктивность сельскохозяйственных животных.

В конце прошлого и начале текущего столетия на базе общеклиматических исследований начала развиваться сельскохозяйственная климатология, которая, в свою очередь, не могла не влиять на дальнейшее развитие общеклиматических исследований, что отмечали А.А. Григорьев и М.И. Будыко [6,11].

Агроклиматические условия — это сочетание агрометеорологических элементов (температуры воздуха и почвы, влажности воздуха и почвы,

осадков, потоков лучистой энергии, облачности и т. д.) за многолетний период на рассматриваемой территории.

Различия в агроклиматических ресурсах определяют зональные особенности сельскохозяйственного производства. Изучение и оценка агроклиматических ресурсов мира, нашей страны, отдельных ее регионов, административных областей и районов с целью рационального размещения сельскохозяйственных культур, пород сельскохозяйственных животных и проведения различных мелиоративных мероприятий для более полного использования имеющихся ресурсов - задача большой научной и практической значимости. Агроклиматические ресурсы слагаются прежде всего из главных факторов жизни растений: света, тепла, влаги.

Агроклиматическое районирование — это деление территории на районы по признаку сходства и различия их агроклиматических условий. Сопоставление агроклиматических ресурсов различных территорий по степени их благоприятности для сельскохозяйственного производства составляет сущность агроклиматического районирования.

Основные задачи агроклиматического районирования сводятся к выделению таксономических агроклиматических единиц, различающихся между собой по агроклиматическим показателям и условиям сельскохозяйственного производства, к установлению их географических границ и составлению карт агроклиматического районирования разного масштаба – от мировых до карт отдельного хозяйства [42]. Впервые карта общего агроклиматического районирования территории СССР была составлена в 1933 г. Г.Т.Селяниновым. Несколько позднее этим же стали заниматься П.И.Колосков, С. А. Сапожникова, Д. И. Шашко, В. П. Попов, Л. Н. Бабушкин, А. М. Шульгин и др [26]. К настоящему времени карта претерпела небольшие изменения, однако, ее вид и структура карты не отличается от карты Селянинова, составленной 1933г. (рис. 2.1).

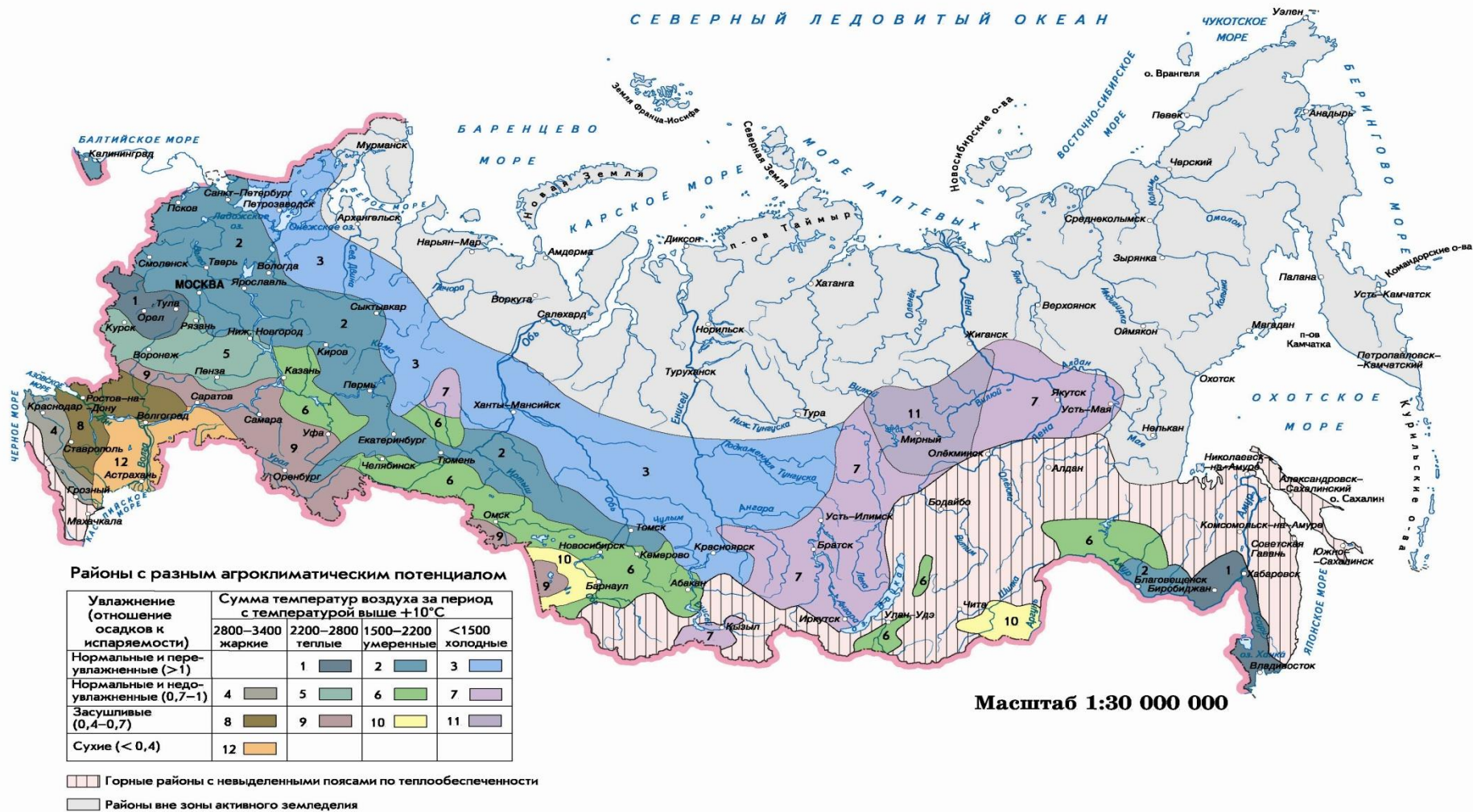


Рис.2.1. Агроклиматическое районирование России (2000гг.) [18]

При общем агроклиматическом районировании территории разделяют по показателям обеспеченности теплом и влагой вегетационного периода, а также по условиям перезимовки. Кроме общего существует частное агроклиматическое районирование.

Частное (специализированное) агроклиматическое районирование проводят для установления продуктивности конкретных сельского хозяйственных культур (сортов), обеспеченности ресурсами развития, роста. Эффективность (по зонам) определяется агротехническими приёмами [50] — сроки посева, внесения минеральных удобрений, обработки почвы, способов уборки зерновых. Для частного агроклиматического районирования используют агроклиматические показатели, выражающие требования определенных сельскохозяйственных культур к климатическим факторам. Оценку термических условий проводят чаще всего по суммам эффективных температур, с учётом критических (низких и высоких), повреждающих растения в период вегетации. При оценке влагообеспеченности растений кроме показателей увлажнения используют информацию о запасах продуктивной влаги в почве, а также учитывают вероятность повреждения сельскохозяйственных культур засухами и суховеями. При агроклиматическом районировании некоторых растений учитывают продолжительность дня, солнечную радиацию.

В связи с этим, широкое распространение получило специальное агроклиматическое районирование, основанное на изучении реакции отдельных видов и географических популяций патогенов и вредителей на климатические условия, на выявлении критических периодов и факторов, определяющих возможность их (вредителей и болезней) существования и развития в различных районах.

Например, карта специального агроклиматического районирования (оптимальные сроки сева озимой пшеницы) приведена на рисунке 2.2.

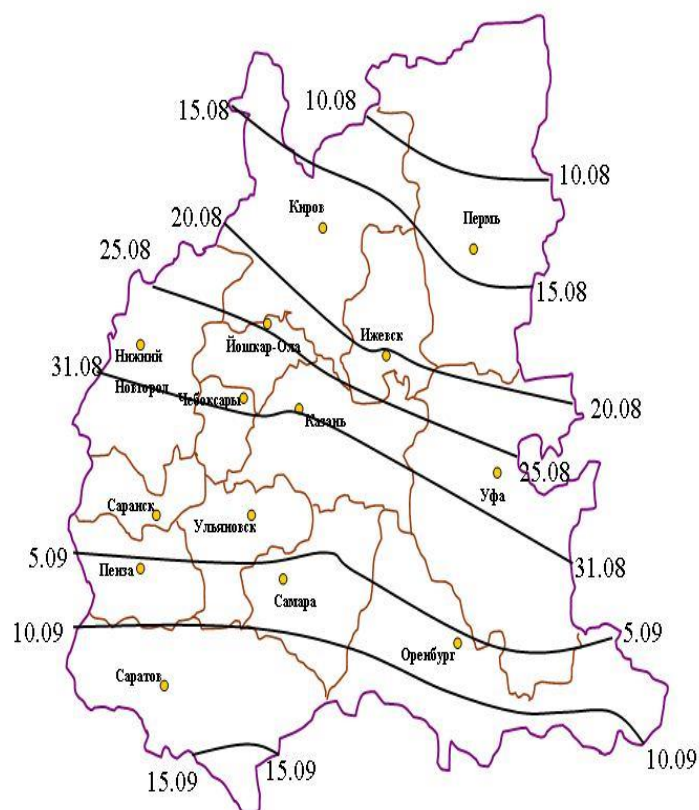


Рис.2.2. Оптимальные сроки сева озимой пшеницы в Нечерноземье (Приволжский Федеральный Округ) [26]

В СССР частное агроклиматическое районирование впервые было проведено Селяниновым (1936) для субтропических культур. Впоследствии было осуществлено агроклиматическое районирование винограда, хлопчатника, кукурузы, озимой пшеницы, сахарной свёклы, картофеля, масличных и других сельскохозяйственных культур [35].

2.2 Характеристика агроклиматических районов

Агроклиматические ресурсы территории оцениваются с помощью агроклиматических показателей. Они отражают существенное влияние

погодных условий на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур и определяют обеспеченность растений, главным образом, теплом и влагой. В условиях достаточной влагообеспеченности растения максимально используют солнечное тепло и накапливают наибольшее количество биомассы [8]. При недостатке влаги использование тепла ограничивается, и тем больше, чем меньше влагообеспеченность, что приводит к снижению продуктивности. В качестве основного агроклиматического показателя, определяющего ресурсы тепла и потребность в них сельскохозяйственных культур, принята сумма средних суточных температур воздуха за период с устойчивой температурой выше 10°C , поскольку она характеризует период активной вегетации большинства растений. Изолиния сумм температур выше 10°C (равная 1000°C), является границей холодного и умеренного агроклиматических поясов и определяет северную границу сплошного земледелия.

На основании пространственного распределения этого показателя выделены границы термических поясов и подпоясов. Дифференциация территории на зоны и подзоны увлажнения проведена по показателям увлажнения, из которых наиболее широко в России используют ГТК Селянинова.

Современные климатологи разработали несколько схем общего агроклиматического районирования, основанных на выделении термических поясов, различающихся по степени обеспеченности суммами активных температур. На территории СССР, по схеме Селянинова, выделено 4 пояса: арктический — с земледелием в закрытом грунте; полярный — оазисного земледелия с набором наименее требовательных к теплу скороспелых культур (сумма активных температур на южной границе пояса 1000 — 1200°C); умеренный, у северной границы которого обеспечены теплом только ранние яровые, холодостойкие овощные и кормовые культуры, а на южной границе возможно созревание риса, хлопчатника, так как сумма

активных температур достигает 4000 — 5000°C; субтропический, где средняя температура самого холодного месяца +2°C, что обеспечивает теплом цитрусовые, тунг и др. теплолюбивые многолетние культуры.

Для выделения районов с различной степенью благополучия перезимовки озимых, многолетних трав и древесной растительности использованы средние из абсолютных годовых минимумов температуры воздуха и почвы на глубине узла кущения озимых и трав и на глубине 20...40 см для винограда и плодовых культур.

Характеристика термических поясов:

1. Арктический. Земледелие ведут лишь в защищенном грунте. Средняя температура воздуха самого теплого месяца ниже +10°C.

2. Полярный (зона тундры). Развито очаговое земледелие. Средняя температура воздуха самого теплого месяца ниже +15°C, сумма активных температур более +10°C на южной границе пояса 1000... 1200°C. Вегетационный период менее 100 суток. Круглосуточный день в июне способствует ускоренному развитию растений. В открытом грунте произрастают нетребовательные к теплу и скороспелые культурные растения: листовые овощи, корнеплоды, капуста, ранний картофель.

3. Умеренный. Занимает большую часть территории страны: лесную, лесостепную, степную, полупустынную зоны. Суммы активных температур от северной границы пояса до южной изменяются от 1000... 1200 до 4000 °C. В июне на северной границе день длится 20 ч., на южной - 15 ч. В этом поясе хорошо выражены четыре времени года. Сельское хозяйство представлено большим ассортиментом яровых и озимых культур, корнеплодов, овощей. В южной половине территории культивируют бахчевые, рис, плодовые и виноград.

В этом поясе выделены подпояса (через 600 °C), в которых ресурсы тепла обеспечивают созревание различных по скороспелости сортов культурных растений: от очень раннеспелых до очень позднеспелых.

4 Субтропический (субтропическая природная зона на Черноморском побережье Кавказа). Характеризуется лишь двумя временами года — теплым и холодным. Продолжительность дня в июне менее 15 ч. в декабре — около 9 ч. Сумма активных температур 3500 ..4000°С. Vegetация растений продолжается весь год (среднесуточная температура января около +5°С). Обычно собирают два урожая: в начале лета и осенью. В холодный период произрастают озимые злаковые, овощи, в теплый — субтропические однолетние и многолетние культуры (рис, табак, чай, цитрусовые, южные плодовые и др.).

Кроме того, для оценки этих условий вся территория страны разделена на районы, отличающиеся по годовому ходу осадков, показателем которого служит отношение осадков теплого полугодия (март—октябрь) к осадкам холодного (ноябрь—апрель). Так, на европейской части России и на юге Западной Сибири сумма осадков теплого периода в 1,5...2 раза больше, чем холодного. На большей же части Сибири в теплое полугодие осадков выпадает в 2...3 раза больше, чем в холодное, а в Забайкалье и на Дальнем Востоке - более чем в 4 раза. В результате при одинаковой годовой сумме осадков влагообеспеченность растений будет различной. Например, малое количество осадков в холодный период обуславливает невысокий снежный покров, а, следовательно, и небольшие влагозапасы в почве весной [26].

Степень суровости зимы на территории России увеличивается с юго-запада на северо-восток. В зависимости от значения среднего из абсолютных годовых минимумов температуры воздуха условия зимы подразделяют от «очень мягкая зима» ($t_{\text{ср. из абс. min}} > -10\text{ }^{\circ}\text{C}$) до «очень суровая» ($t_{\text{ср. из абс. min}} < -45\text{ }^{\circ}\text{C}$) на 8 типов. В соответствии с этим и с учетом критических температур растений определяют возможность перезимовки отдельных культур. В районах с очень мягкой зимой произрастают субтропические культуры, в областях с очень суровой зимой — самые холодостойкие сорта семечковых и косточковых с применением специальной агротехники.

Для перезимовки озимых культур и многолетних трав с учетом их критической температуры на глубине узла кущения — 16...—20°C условия на большей части земледельческих районов благоприятные и удовлетворительные.

Лишь в областях, где средний из абсолютных минимумов температуры воздуха $< -30^{\circ}\text{C}$, температура на глубине куста кущения опускается до -16°C и поэтому здесь вероятно вымерзания озимых и трав.

Показателем обеспеченности влагой вегетационного периода может служить количество выпавших осадков, которое выражается в миллиметрах слоя воды (1 мм осадков составляет 10 м³, или 10 т воды на 1 га) [1].

Дифференциация территории по условиям влагообеспеченности обычно производится по показателю увлажнения. Наиболее широко применяется гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК), представляющий собой отношение суммы осадков за определенный период к сумме средних суточных температур воздуха выше 10°C за тот же период, уменьшенной в 10 раз. Изменение увлажнения в целом тоже широтное. На территории России выделяется шесть зон.

1. Избыточно-влажная, ГТК $> 1,33$. Это территория тундры и тайги, преимущественно на глеево-подзолистых и подзолистых почвах.
2. Влажная, ГТК = $1,33 \dots 1,00$, соответствует зоне южной тайги и лиственных лесов на подзолистых почвах.

В этих зонах осадки превышают испаряемость. Возможно снижение урожая из-за избытка влаги, особенно на немелиорированных землях.

3. Слабо-засушливая, ГТК — $1,00 \text{—} 0,77$, соответствует лесостепи, на серых лесных, местами черноземных почвах.
4. Засушливая, ГТК = $0,77 \dots 0,55$. Это типичная степь на обыкновенных черноземах.
5. Очень засушливая, ГТК - $0,55 \dots 0,33$. Сюда относится часть степной зоны на черноземах и темно-каштановых почвах. В этих районах осадки меньше

испаряемости. Урожай по годам в основном изменяется в зависимости от увлажнения, поэтому необходимы агроприёмы на пополнение, сбережение и экономное расходование влаги.

б.Сухая, ГТК = 0,33...0,22 — полупустынные районы на светло-каштановых почвах. Здесь испаряемость значительно превышает осадки. Земледелие возможно только при искусственном орошении и за счет стока местных вод (лиманное орошение, падинное земледелие и др.).

На рис. 2.3 представлена карта зон увлажнения России, где главный показатель зон – гидротермический коэффициент (ГТК).

Гидротермический коэффициент нельзя применять для оценки увлажнения холодного периода года, когда температура воздуха ниже 10°C. Для зимующих культур необходима дополнительная оценка климата территории по условиям перезимовки.

2.3. Агроклиматическое районирование Белгородской области в начале XXI века.

Проведение агроклиматического районирования необходимо, прежде всего, для сельскохозяйственного сектора Белгородской области, так как оно показывает не только распределение сумм активных температур выше 10°C и ГТК по территории, но и обосновывает выращиваемые и потенциально возможные сельскохозяйственные культуры.

Первое агроклиматическое районирование Белгородской области было составлено в 70-ых годах прошлого столетия (рис.2.4.). Принцип агроклиматического районирования Белгородской области включает метеорологические факторы, определяющие условия роста и развития сельскохозяйственных культур, такие как свет, тепло и влага. Другие метеорологические элементы только корректируют или ослабляют их.



Рис. 2.3. Карта зон увлажнения России.) [18]

По теплообеспеченности вегетационного периода, рельефу и типам почв Белгородская область была разделена на два агроклиматических района (рис. 2.4). Граница между ними проходит по изолинии суммы температур выше $+10^{\circ}\text{C}$, равной 2600°C и имеет значительные отклонения от широтного направления, объясняющегося неоднородностью физико-географических условий территории [1].

Районирование 1972г. дает представление о закономерностях пространственного распределения агроклиматических элементов по территории, которые в значительной степени могут изменяться под влиянием микрорельефа отдельных полей [1].

В основе агроклиматического районирования регионов лежит сумма активных температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ и количество осадков за период с температурами выше $+10^{\circ}\text{C}$. Показателем вегетационного периода может служить сумма средних суточных температур за период с температурой выше $+10^{\circ}\text{C}$, которая изменяется от 2450°C на севере до 2800°C на юге области (агроклиматическое районирование 1972г.).

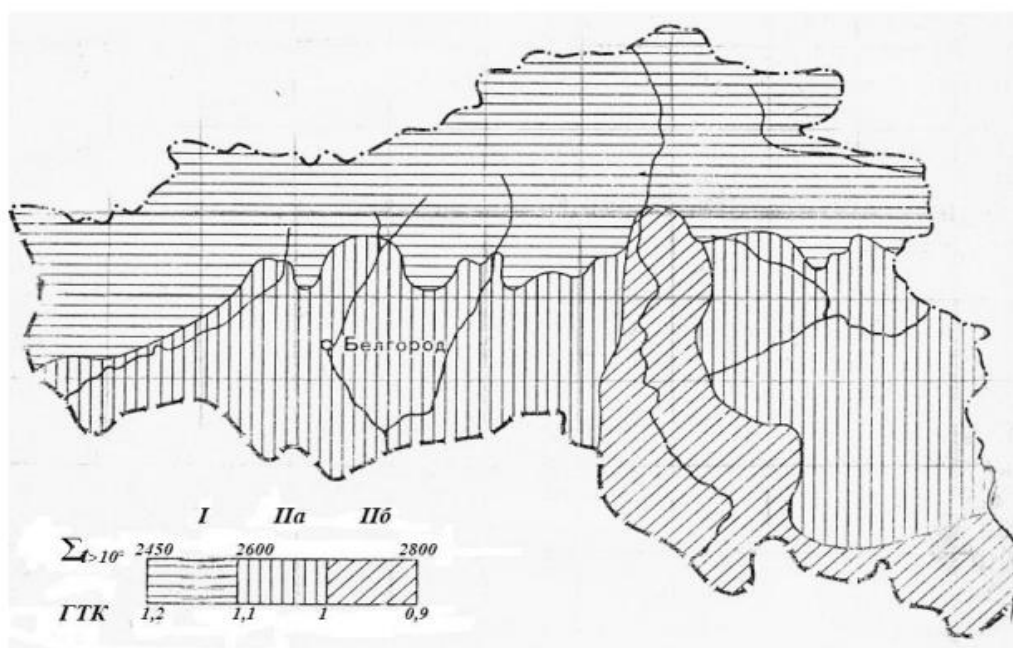


Рис.2.4. Агроклиматическое районирование за период 1890–1961 гг. [1].

Этот период взят потому, что при температуре выше 10°C активно вегетирует большинство сельскохозяйственных растений. Кроме того, учитывается коэффициент Г.Т. Селянинова, который определяет потребность растений во влаге с помощью условного показателя (обеспеченности осадками), вычисленного по отношению суммы осадков к суммам температур, уменьшенным в 10 раз, Он изменяется от 1,2 на северо-западе до 0,9 к юго-востоку области [19].

Агроклиматический район I

Занимает северную часть области. Суммы средних суточных температур за период активной вегетации растений колеблются в пределах $2450\text{—}2600^{\circ}\text{C}$. Сумма осадков за этот период составляет $270\text{—}290$ мм. ГТК равен $1,0\text{—}1,2$. В состав этого агроклиматического района входят следующие административные районы: Ракитянский, Ивнянский, Прохоровский, Губкинский, Старооскольский, Чернянский, а также северные части Борисовского, Яковлевского, Корочанского и Алексеевского районов.

Агроклиматический район II

Занимает всю остальную часть территории. Суммы средних суточных температур : за период активной вегетации растений колеблются в пределах $2600\text{—}2800^{\circ}\text{C}$. Сумма осадков за этот период составляет $240\text{--}275$ мм. ГТК равен $0,9\text{—}1,1$. По влагообеспеченности этот агроклиматический район разделен на два подрайона:

$$\text{IIa} — \text{ГТК} = 1,0 \div 1,1;$$

$$\text{IIб} — \text{ГТК} = 0,9 \div 1,0.$$

Граница между подрайонами проходит по изолинии ГТК - 1,0.

Таким образом, агроклиматический район I находится в более благоприятных условиях по обеспечению сельскохозяйственных культур влагой, но менее благоприятных по обеспечению теплом.

Произошедшие изменения агроклиматических условий сказались на севообороте сельскохозяйственных культур и урожайности агроценозов.

Как известно, начало современных климатических изменений специалисты соотносят с 70-ми годами прошлого века. Но в первые десятилетия современного потепления климата наблюдалось потепление по так называемому «зимнему типу». Со сменой характера атмосферной циркуляции в 1998 году произошли изменения в термическом режиме летнего периода, которые отразились в том, что в Белгородской области не стало первого агрометеорологического района, но появился третий агрометеорологический район, характерный ранее для более южных областей.

В магистерской диссертации представлено современное агроклиматическое районирование с учетом меняющегося климата. Районирование было построено с учетом двух параметров: сумма температур выше 10°C и значений ГТК Селянинова за вегетационный период. На рисунках 2.5. и 2.6. представлены карты агроклиматического районирования для тридцатилетних периодов 1961–1990 гг., 1971–2000 гг., 1981–2010 гг. и таблица с характеристикой агроклиматических районов (табл.5).

Для построения карт с агроклиматическими районами были взяты «скользящие» тридцатилетние ряды метеорологических наблюдений 1961–1990 гг., 1971–2000 гг. и 1981–2010 гг., чтобы выделить происходящие агроклиматические изменения. Картосхемы построены с помощью программного обеспечения БелГИС (разработчик ОАО «ВИОГЕМ»).



Рис.2.5 . Агроклиматические районы за период 1961–1990 гг., 1971–2000гг.

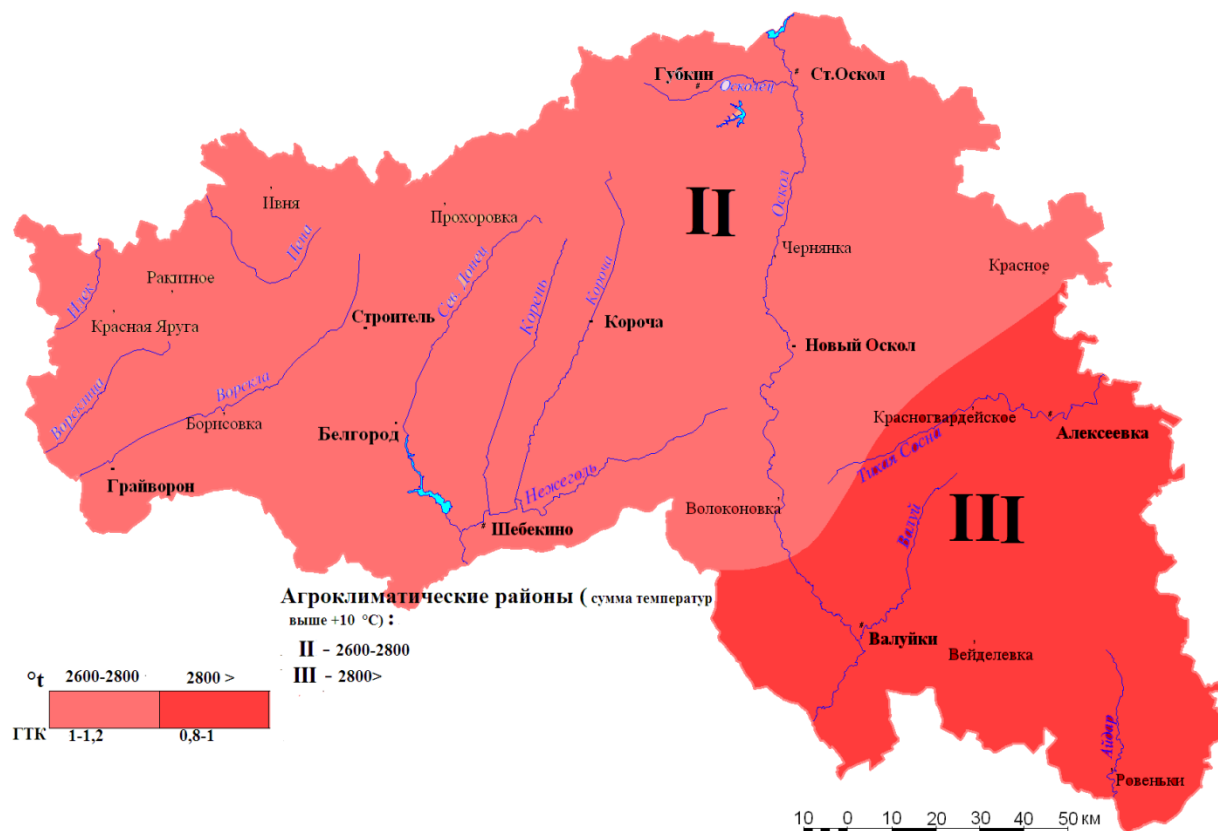


Рис. 2.6. Агроклиматические районы за период 1981–2010 гг.

Таблица 5

Характеристика агроклиматических районов [24]

Агроклиматические районы	Продолжительность периодов со среднесуточной температурой выше		Сумма температур воздуха за период с температурой выше +10°C	Сумма осадков за период с температурой выше +10°C	ГТК	Выращиваемые сельскохозяйственные культуры и культуры, которые можно выращивать
	+5°C	+10°C				
I	193–198	159–161	2400–2600	250–310	1.1–1.3	озимые культуры, овес, гречиха, картофель, горох, свекла, подсолнечник
II	198-200	162-164	2600-2800	260-270	0,9-1	кукуруза, позднеспелая свекла, томаты, подсолнечник, можно выращивать сорго
III	200-203	165-169	2800 и более	230-260	0,8-1	озимые культуры, гречиха, картофель, горох, свекла, подсолнечник, кукуруза позднеспелая, свекла, томаты, подсолнечник, можно выращивать сорго, виноград

В среднем ГТК в агроклиматическом районе II равен 1,0—1,2, что характеризует достаточным условием увлажнения и уменьшается в III районе до 0,8, что говорит о засушливых условиях. Засушливые условия складываются во II агроклиматическом районе два-три раза за 10-летний период, а в районе III — пять-шесть раз в 10 лет.

3. Изменение продуктивности сельскохозяйственного производства.

3.1. Влияние погодных условий на рост и развитие растений.

Учет климатических и водных факторов имеет большое значение в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. Умелое и эффективное использование благоприятных и преодоления вредных условий климата и погоды – одна из основных целей сельского хозяйства [32]. Известно, что динамика урожайности зерновых повторяет динамику изменчивости основных метеовеличин [39].

Производство сельскохозяйственной продукции базируется на биопродукционном потенциале природной среды. Климат является важнейшим фактором, его определяющим. До недавнего времени оценки фактического состояния сельского хозяйства, а также перспективные оценки строились, исходя из постоянства климата [30]. В связи с наблюдаемым беспрецедентно быстрым изменением глобального климата в конце XX — начале XXI века допущение о его постоянстве стало явно нереалистичным.

В настоящее время выполняются попытки прогнозирования изменений агроклиматических условий производства продукции растениеводства (температурного режима воздуха и почвы, количества и режима атмосферных осадков, продолжительности вегетационного периода, изменения плодородия почвы, содержания углекислого газа в атмосфере и других), и возникает проблема определения их влияния на динамику урожайности сельскохозяйственных культур [3].

Погодные условия могут вызвать изменения в урожайности на 50-100% по сравнению со среднестатистическими данными. Погодные условия вегетативного периода – температура, продолжительность и интенсивность

освещенности, количество и распределение осадков, и другие факторы значительно влияют на урожайность и качество продукции растений в зависимости от их биологических особенностей по-разному.

Неустойчивость погоды: смена засушливых лет влажными, суровых зим – теплыми, вызывает значительную изменчивость валовых сборов сельскохозяйственной продукции в Белгородской области [42].

Основными сельскохозяйственными культурами региона являются пшеница, рожь, сахарная свекла, кукуруза. Широко культивируется также овес, просо, ячмень, подсолнечник, гречиха. Рожь лучше удается на северных склонах. Сахарная свекла больше распространена в западной половине области. Все перечисленные культуры достаточно обеспечены теплом. Сумма температур выше 10°C колеблется от 2450°C на севере области до 2800 °C и более на юге области [1,43].

При оптимальном соотношении температуры и осадков создаются благоприятные условия для доступности элементов питания из почвы, и как следствие достигается получение наивысших урожаев с меньшей эффективностью от дополнительной подкормки. Оптимальные погодные условия для каждой культуры различные и повторяются с интервалом 10-20 лет. В традиционных погодных условиях роль внекорневого питания возрастает. Поэтому организация питания на протяжении всего периода вегетации для получения наилучшей урожайности является наиболее актуальной [49].

За последние 15 лет в ЦЧР из-за изменений климатических и погодных условий происходит смена срока сева многих культур, наблюдаются резкие скачки температур в зимний и весенний периоды, а это губит зерновые культуры, которые были посеяны под зиму.

Оптимальный срок сева озимых культур в области, по средним многолетним данным. — начало третьей декады августа, в последние годы сев происходит в первой декаде сентября.

Можно предположить, что такая зависимость объясняется тем, что при принятых ранее оптимальных сроках посева с 25 августа по 5 сентября (сейчас эти сроки переместились на более позднее время (сентябрь-октябрь), в условиях юго-западной части ЦЧР увеличение количества осадков в сентябре является определяющим фактором в формировании оптимальной густоты стояния растений и создает благоприятные условия для прохождения I-III этапов органогенеза.

Срок посева в значительной мере предопределяет урожайность озимых культур. При очень раннем посеве растения перерастают, сильно поражаются болезнями и вредителями [4]. При очень позднем сроке растения уходят в зиму слаборазвитыми, нераскустившимися, без вторичной корневой системы, что ведет к значительному изреживанию или полной гибели их в процессе зимовки. Сохранившиеся растения отстают в развитии, больше страдают от засухи и формируют низкую урожайность.

Методы анализа влияния наблюдаемых и ожидаемых изменений климата на урожайность (т. е. хозяйственно ценную биомассу, получаемую за год с единицы посевной площади. [ед. массы /ед. площади]) и качество сельскохозяйственной продукции существенно различаются. Учитывая, что с начала современного, «взрывного» потепления прошло более 30 лет и получены необходимые для анализа ряды наблюдений, эта задача может быть решена средствами корреляционного и регрессионного анализа. Осложняющим обстоятельством (особенно для территории России) является неоднородность временных рядов урожайности, обусловленная экономической перестройкой, совпавшей с периодом существенных изменений климата.

В настоящее время выполняются попытки прогнозирования изменений агроклиматических условий производства продукции растениеводства (температурного режима воздуха и почвы, количества и режима атмосферных осадков, продолжительности вегетационного периода,

изменения плодородия почвы, содержания углекислого газа в атмосфере и других), и возникает проблема определения их влияния на динамику урожайности сельскохозяйственных культур [37].

Агроклиматические факторы, важнейшими из которых являются температура воздуха и количество осадков, оказывают определяющее влияние на урожайность сельскохозяйственных культур, хотя оценки этого влияния имеют неоднозначный характер.

Анализируя показатели погодных условий, было выявлено, что неблагоприятными погодными условиями для возделывания озимых культур были годы с ГТК менее 1,0, благоприятные – с ГТК 1,0-1,04, особо благоприятные – с ГТК более 1,4. При возделывании озимых культур количество лет с неблагоприятными условиями и особо неблагоприятными условиями составляло по каждому 27%, а благоприятными – 46% лет

За последние 20 лет проведения опытов агрономов с сахарной свеклой количество лет с неблагоприятными и особо благоприятными погодными условиями складывались при ГТК менее 1,0; благоприятные – 1,0-1,25 и особо благоприятными – с ГТК более 1,25 [27].

Озимые культуры — рожь и пшеница — основные продовольственные зерновые культуры. Они занимают около 22% всех посевных площадей. Озимые культуры меньше страдают в весенне-летний период от засухи и суховеев, дают более высокие урожаи по сравнению с яровыми при условии хорошего развития и благоприятной перезимовки, а благодаря раннему созреванию ослабляют напряженность в проведении посевных и уборочных работ [45].

На скорость развития озимых в начальный период их роста большое влияние оказывают температура и степень увлажнения почвы, а также глубина заделки семян, качество семян и др.

Несмотря на то, что на урожайность оказывает воздействие целый комплекс метеорологических показателей и явлений, из них можно выделить

три самых важных показателя: атмосферные осадки, температуру воздуха и солнечную радиацию, обо всех этих параметрах организации должна информировать местная метеостанция. Урожайность большинства культур напрямую зависит от сроков выпадения и количества выпадаемых осадков. Наиболее заметной эта зависимость является в засушливых районах.

3.2. Современные изменения урожайности сельскохозяйственных культур

Урожайность – важнейший показатель, отражающий уровень интенсификации сельскохозяйственного производства.

Климат существенно влияет на формирование урожая сельскохозяйственных культур, определяя средний уровень урожайности, межгодовую изменчивость и пространственную структуру национального и мирового сельскохозяйственного производства.

Методом корреляционного анализа определяли зависимость урожайности зерновых культур с основными параметрами агрометеорологических условий. Рассчитывались уравнения линий трендов для определения динамики изменения урожайности сельскохозяйственных культур за 50-летний период.

В структуре посевных площадей традиционно наибольшую долю занимают озимая пшеница (22%) и ячмень (17%) (2013 г.) (рис.3.1).

Минимальное значение посевной площади озимой пшеницы в Белгородской области было отмечено в 1960 г. и составило 53,2 тыс. га. Однако, с конца 1960-х гг. на полях области стали широко высеваться новые высокопродуктивные сорта сельскохозяйственных культур [9].

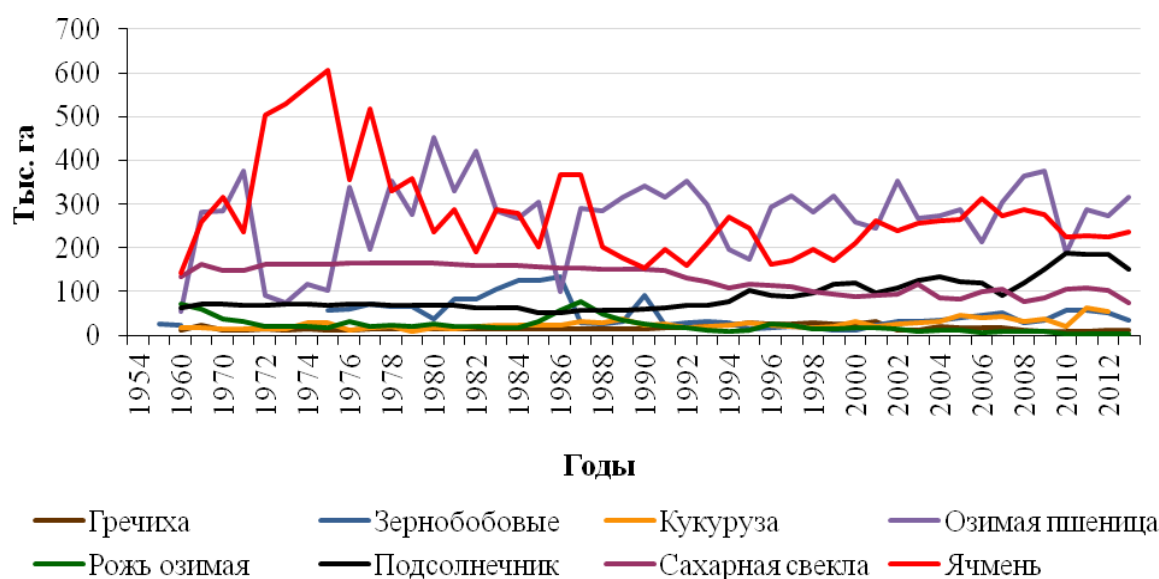


Рис. 3.1. Изменение посевных площадей основных сельскохозяйственных культур Белгородской области

В короткие сроки сельскохозяйственные предприятия области перешли на сплошные сортовые посевы озимой пшеницы. В результате чего наблюдалось резкое увеличение посевной площади под данной культурой, максимум которой был зафиксирован в 1980 г. и 1982 г. – 453,8 тыс. га и 422,4 тыс. га соответственно.

Возделывание озимых культур хлебов позволяет значительно снизить интенсивность и напряжение в работе сельских хозяйств в период весенней посевной. Площади посевов озимых сейчас растут. Так, в 2014г. в Белгородской области было засеяно озимыми 303,7 тыс. га. Возделывание высокопродуктивных, зимостойких, короткостебельных, стойких к полеганию сортов озимых хлебов (пшеница, рожь, ячмень) дает очень высокие показатели урожайности [6].

Продуктивность озимых зерновых культур (пшеницы и ржи), в отличие от яровых, определяется агроклиматическими условиями теплого и холодного времени года. Преимущество озимых посевов перед яровыми заключается в том, что озимые эффективно используют почвенную влагу

осеннего и ранне-весеннего периодов и в связи с этим меньше подвергаются летней засухе. Основными факторами, ограничивающими распространение озимых культур, являются условия перезимовки, которые определяются продолжительностью холодного периода с отрицательными значениями температуры, суровостью зимы, а также высотой снежного покрова и климатическими факторами переходных периодов — от осени к зиме и от зимы к весне.

Перезимовка — очень важный период в жизни озимых культур, она часто сопровождается повреждениями и даже гибелью растений. Наиболее распространенными причинами повреждений являются вымерзание, выпревание, вымокание, выпирание и образование ледяной корки. Озимая пшеница и озимая рожь характеризуются различной зимостойкостью, имеют свои специфические особенности и по-разному реагируют на одни и те же неблагоприятные условия перезимовки [5].

При внесении минеральных удобрений урожайность озимой пшеницы по погодным условиям и видам севооборота изменяется. При благоприятных погодных условиях и внесении удобрений урожайность вырастает порядком на 25-30%, а в особо благоприятных условиях — на 50-70%. Независимо от погодных условий удобрения повышают продуктивность озимой пшеницы примерно на 25-40%.

Сбор зерна озимой культуры в области, как правило, всегда был выше, чем в среднем по России. В среднем в течение последних пяти лет (2009-2013 гг.) он составил 31,8 ц/га, что на 14% выше, чем по РФ. В целом самая низкая урожайность зафиксирована в период 1965-1972 гг. Наиболее низкие показатели были отмечены в 1960 г. — 10,3 ц/га, в 1965 г. — 17,7 ц/га, в 1967 г. — 15,7 ц/га и в 1995 г. — 16,6 ц/га (рис.3.2.). Главной причиной такой ситуацией были крайне неблагоприятные условия увлажнения сентября и мая. За сентябрь 1964, 1966 и 1994 гг. выпало соответственно 11,3, 28,1 и 16,0

мм осадков при норме 47,7 мм, а в мае 1965, 1967 и 1995 гг. – 32, 13,9 и 18,3 мм (норма 48 мм).

Урожайность озимой пшеницы за последние 34 года увеличилась с 24,7 до 34,0 ц/га. При значительно меньших площадях этих культур по сравнению с ранними яровыми (яровой ячмень, пшеница и овес) валовой сбор их превосходит валовой сбор яровых на 15-20 %, при этом зерно озимых в южной половине региона, где преобладает озимая пшеница, имеет высокое качество.

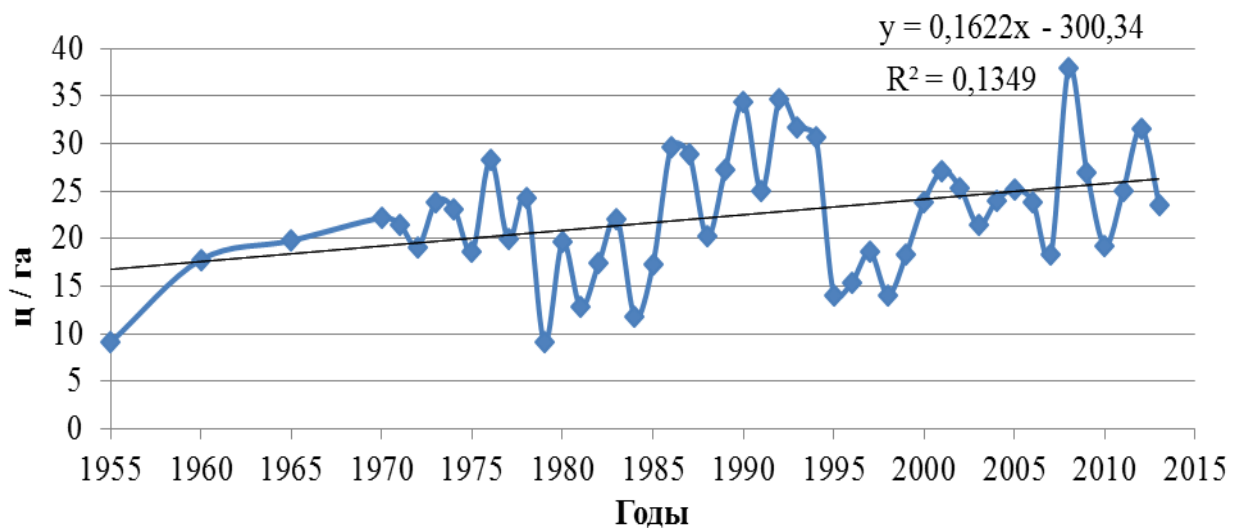


Рис.3.2. Изменение урожайности озимой пшеницы

Наибольший сбор зерна озимой пшеницы с единицы площади был в 1989-1990 гг. – 38,6-37,7 ц/га, что является результатом интенсивного использования минеральных удобрений. Рекордная урожайность данной культуры наблюдалась в 2008 г. – 45,2 ц/га. [9]. Погодные условия на территории области являются вполне благоприятными для формирования урожая озимой пшеницы в 60-70% лет.

Наиболее сильное влияние на урожай зерна озимой пшеницы в регионе оказывает степень влагообеспеченности [2].

Отмечена средняя положительная корреляционная связь между количеством осадков и урожайностью зерна озимой пшеницы в сентябре

($r = 0,38$) и эта зависимость доказана на 5%-ном уровне значимости ($t_{\text{факт.}} = 2,30$ при $t_{\text{теор.}} = 2,04$). В январе и июле корреляционные связи между количеством осадков и урожайностью зерна были средними отрицательными ($r = -0,32$ и $r = -0,51$ соответственно).

Между температурным режимом сентября и урожайностью зерна озимой пшеницы существует отрицательная корреляционная связь средней силы ($r = -0,42$; $t_{\text{факт.}} = 2,40$ при $t_{\text{теор.}} = 2,04$), т. е. с повышением температуры воздуха урожайность снижается.

Рассчитанные коэффициенты регрессии свидетельствуют о том, что увеличение количества осадков в сентябре месяце на 1 мм по сравнению со среднемноголетними значениями приводило к существенному увеличению, а повышение температуры воздуха на 1°C – к существенному снижению урожайности зерна озимой пшеницы на 1,25 и 0,59 кг/га соответственно, так как $t_{\text{факт.}} > t_{\text{теор.}}$.

Коэффициенты детерминации свидетельствуют о том, что 15% колебаний в урожайности зерна озимой пшеницы зависят от количества осадков, а 16% – от температурного режима сентября месяца [27].

Метеорологические условия остальных месяцев вегетации оказывали незначительное влияние на формирование урожая зерна.

Основное назначение озимой ржи – продовольственное. В зерне ржи содержание белка колеблется от 9% до 17% в зависимости от условий выращивания и сорта. Кроме того, в зерне содержатся витамины А1, В1, В2, РР и Е. По мукомольно-хлебопекарным качествам она уступает только зерну пшеницы. Ржаной хлеб по переваримости и усвояемости хуже пшеничного, но по калорийности и вкусовым достоинствам не уступает ему. В зерне ржи лизина содержится больше, чем в пшенице. Используется ржаная мука и для изготовления различных сортов смешанного ржано-пшеничного хлеба.

Зерно озимой ржи используют для получения крахмала и спирта. Рожь широко используется в кормовых целях.

Благодаря хорошему кущению и быстрому росту, озимая рожь заглушает сорняки и является одним из лучших предшественников для сельскохозяйственных культур[4].

Озимая рожь среди других зерновых культур выделяется наиболее высокой морозостойкостью и реже гибнет при перезимовке, чем озимая пшеница. Динамика изменения урожайности озимой ржи представлена на рис.3.3.

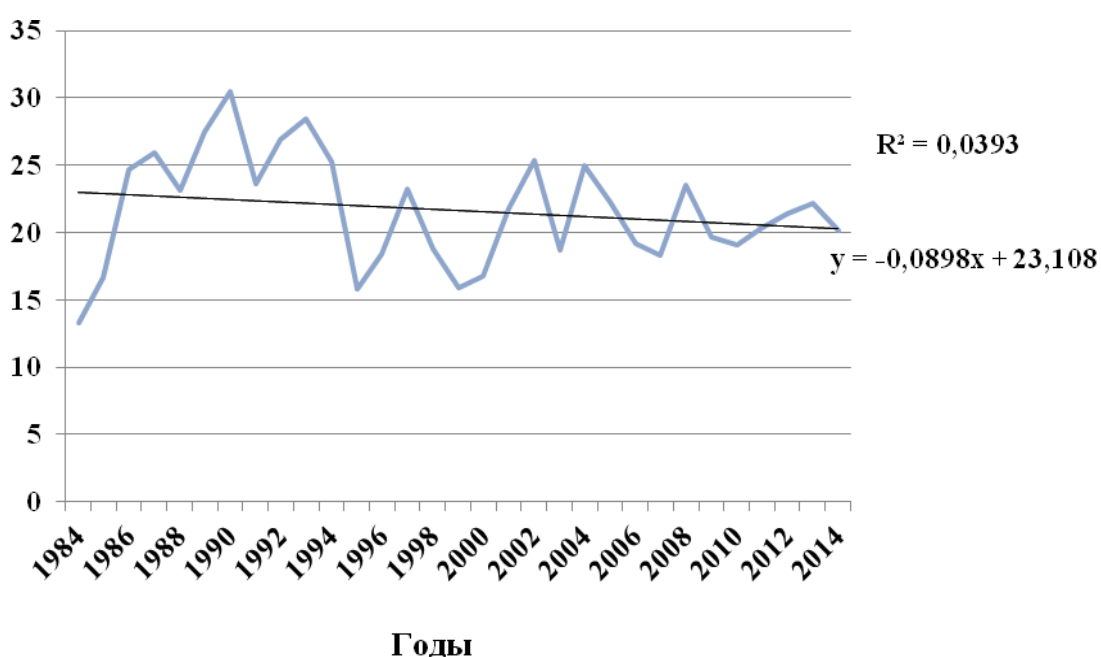


Рис.3.3. Изменение урожайности озимой ржи

В последние годы урожайности озимой ржи в Белгородской области падает (25 ц/га до 20 ц/га, основной из причин является зависимость данной культуры от погодных условий летнего сезона: роста температур за период вегетации и увеличения засушливости.

Второе место по посевным площадям в Белгородской области занимает ячмень. Он менее требователен к теплу, чем другие хлебные злаки, и обладает большой устойчивостью к засухе. В связи с этим

агроклиматические условия для возделывания ячменя на территории области в целом более благоприятны, чем для пшеницы.

Максимальное значение посевной площади ячменя в регионе было отмечено в период с 1972 г. по 1975 г. – 530-606 тыс. га, минимальное в 1960 г. – 141,8 тыс. га и в 1990 г. – 154,4 тыс. га.

Средняя урожайность данной культуры за весь рассматриваемый период составила 22,4 ц/га убранной площади. Заметен тренд к увеличению урожайности ячменя с 17 ц/га до 26 ца/га. Наиболее низкие показатели урожайности были зафиксированы в 1979 г. – 9,1 ц/га, в 1984 г. – 11,8 ц/га и в 1981 г. – 12,8 ц/га (рис.3.4.).

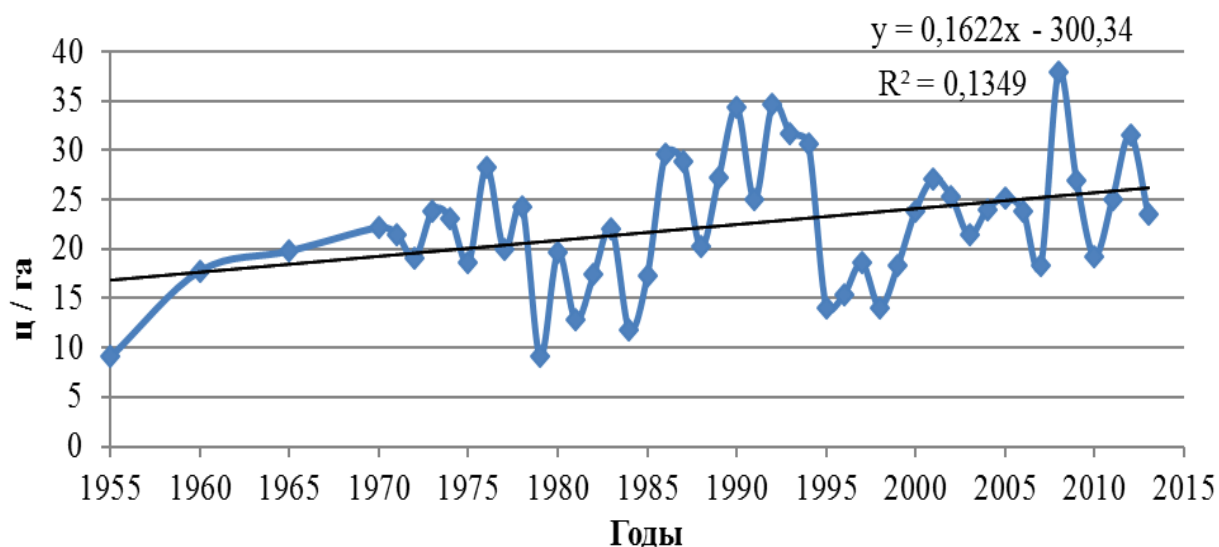


Рис.3.4. Изменение урожайности ячменя

Рекордная урожайность данной культуры также как и озимой пшеницы наблюдалась в 2008 г. – 37,9 ц/га.

Возделывание высокопродуктивных, зимостойких, короткостебельных, стойких к полеганию сортов озимых хлебов (пшеница, рожь, ячмень) дает очень высокие показатели урожайности [6].

Третье место по посевным площадям вплоть до 1999 г в области занимала сахарная свекла. Сахарная свекла – культура высокоурожайная. За период с 1965 по 1991 гг. посевные площади этой самой рентабельной

сельскохозяйственной культуры были достаточно стабильны и находились в пределах 147...164 тыс. га. С 1991 г. по экономическим и технологическим причинам посевы сахарной свеклы стали сокращаться достаточно быстро. Минимальный показатель посевных площадей под данной культурой был зафиксирован в 2008 г. и составил 75,9 тыс. га. На территории области сахарная свекла занимает 9% всей посевной площади.

Важные биологические особенности сахарной свёклы – относительная засухоустойчивость, высокая потребность в питательных элементах, хорошая отзывчивость на внесение органических и минеральных удобрений, значительное снижение урожайности на кислых почвах [28]. Питательные элементы эта культура может в значительной степени использовать из подпахотных слоев почвы [2].

При урожайности корнеплодов 300 ц/га можно получить 40 ц сладкого продукта, а также жом, патоку и ботву, или 72 ц кормовых единиц.

Урожайность культуры в области всегда была выше, чем в среднем по России. Средневзвешенная урожайность сахарной свеклы в области за рассматриваемый период изменялась в пределах 110...424 ц/га (рис.3.5.).

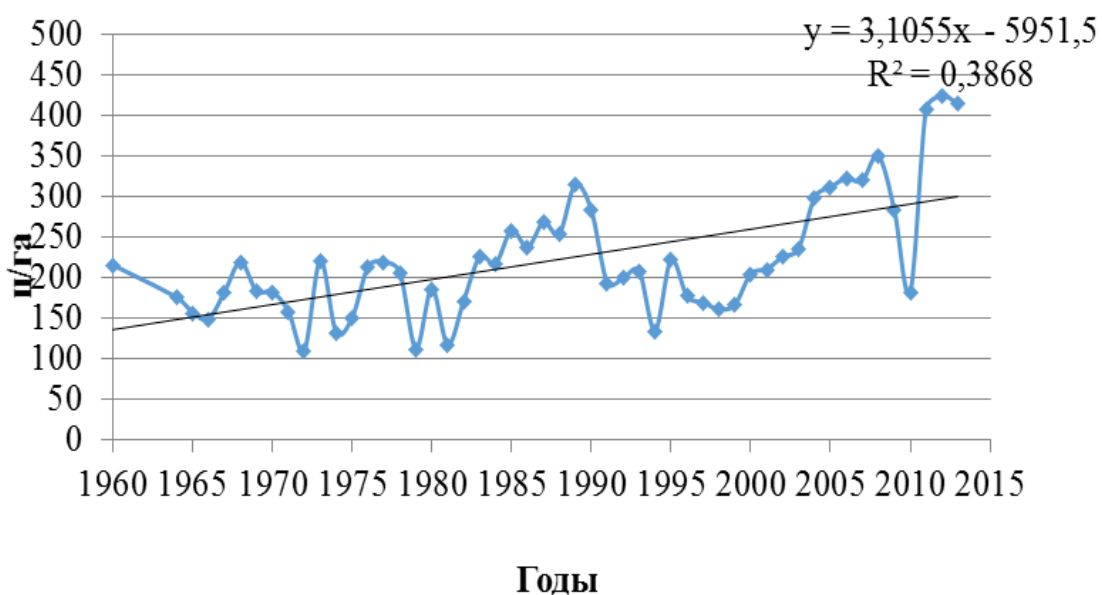


Рис. 3.5. Изменение урожайности сахарной свеклы

Например, в 1971-1975 гг. она составляла 154 ц/га, в 1986-1990 гг. – 271 ц/га, что соответственно на 8,5 и 17,8 % больше. Заметен тренд к увеличению урожайности сахарной свеклы со 150 ц/га до 300 ц/га за последние 55 лет. За последние годы (2007- 2014 гг.) средняя урожайность сахарной свёклы в Белгородской области составила 302 ц/га, что на 11 % выше, чем в 1986-1990 гг.

Самый низкий сбор корнеплодов с единицы площади был зафиксирован в 1972 г. – 110 ц/га, в 1979 г. – 112 ц/га и в 1981 – 117 ц/га. Причиной низкой урожайности свеклы в эти годы были засушливые условия мая и июня. За эти месяцы гидротермический коэффициент в 1972 составлял 0,95, в 1979 г. – 0,28, в 1981 г. – 0,38 (при норме 1,1).

Включение сахарной свеклы в севооборот имеет большое агротехническое значение, так как она способствует повышению культуры земледелия и урожайности последующих культур благодаря глубокой обработке почвы, внесению больших норм удобрений, борьбе с сорняками и вредителями на ее посевах.

Урожайность сахарной свеклы зависит более чем на 65% от правильности выбора технологии возделывания сахарной свеклы (исключая погодные условия года). Сахарная свекла имеет большое агротехническое значение. Величина урожая сахарной свеклы непосредственно зависит от применения агроприемов и складывающихся погодных условий. Размещение ее в севооборотах способствует повышению культуры земледелия, продуктивности севооборота и интенсификации сельскохозяйственного производства. Глубокая обработка почвы под сахарную свеклу и систематический уход во время ее вегетации способствуют очищению полей от сорняков и накоплению влаги в почве [34]. Сахарная свекла весьма требовательна к условиям произрастания. Эта культура умеренно теплолюбива. Для прорастания семян необходима минимальная температура почвы 3-4°C. По причине хорошо развитой корневой системы и способности

поглощать влагу с более глубоких слоев почвы, сахарную свеклу можно отнести к относительно засухоустойчивым растениям.

Корнеплоды сахарной свеклы содержат – 16-20% сахарозы. При высокой урожайности корней свеклы (40-50т/га) сбор сахара может составить – 7-8т/га и более. В годы с повышенном количеством осадков, урожаи корнеплодов обычно бывают высокими, но сахаристость при этом снижается. Из рис. 3.6. видно, что в годы с высоким ГТК сахаристость падает, а в годы с низкими значениями ГТК сахаристость повышается.

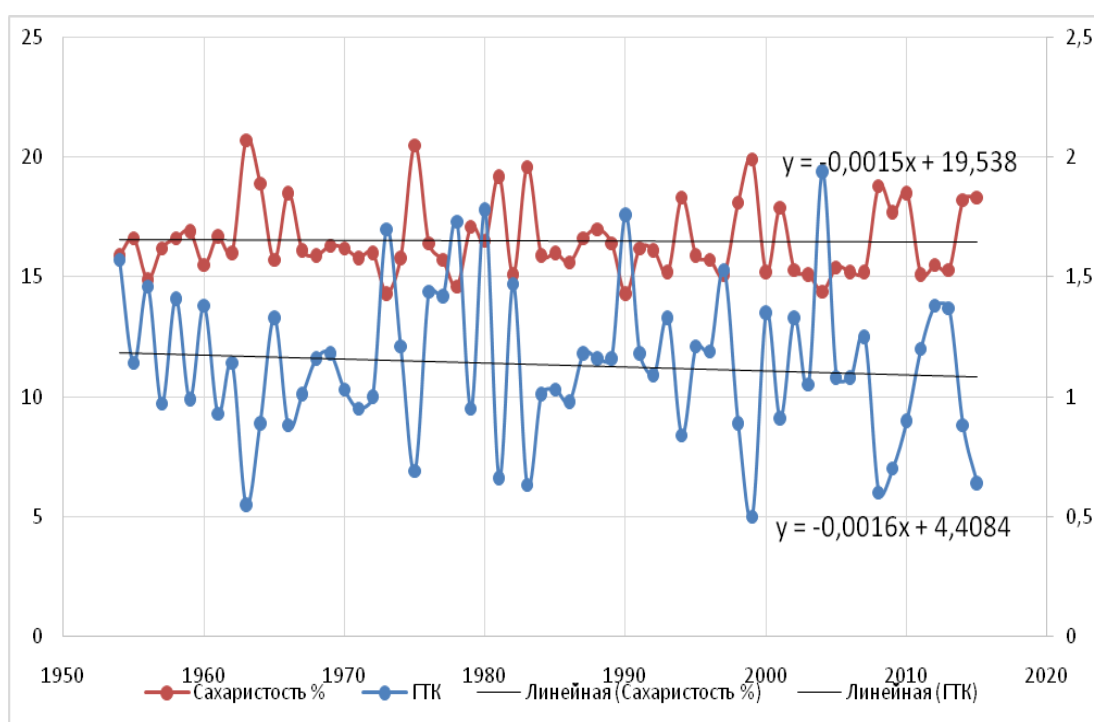


Рис.3.6. Гидротермический коэффициент и сахаристость

Сахаристость свеклы определяют погодные условия конкретных лет – коэффициент корреляции с ГТК - 0,8, что отражает благоприятность трендов климатических изменений для данной культуры.

Начиная с 1999 г., в структуре посевных площадей области начала стремительно увеличиваться доля подсолнечника. Однако наибольшее значение она достигла в последние годы – свыше 180 тыс. га. (2010-2012 гг).

Минимальное значение посевной площади данной культуры в регионе было отмечено в 1986 г. – 50,5 тыс. га.

В последние годы существенно повысился валовый сбор семян подсолнечника, это вызвано, во-первых, увеличением посевных площадей, во-вторых, повышением урожайности. Стремительный рост урожайности, в свою очередь, объясняется большей интенсификацией производства, использованием высокоурожайных гибридов, интенсивного использования минеральных удобрений.

Развитие подсолнечника и его продуктивность во многом зависит от сочетания метеорологических условий в разные периоды вегетации, непосредственно влияющие на урожайность

Средняя урожайность подсолнечника в Белгородской области за рассматриваемый период составила 16,5 ц/га убранный площади. Наиболее низкий показатель урожайности был зафиксирован в 1980 г. – 2,9 ц/га (рис.3.7.). Заметен рос урожайности подсолнечника за последние 55 лет с 7 ц/га до 17,5 ца/га.

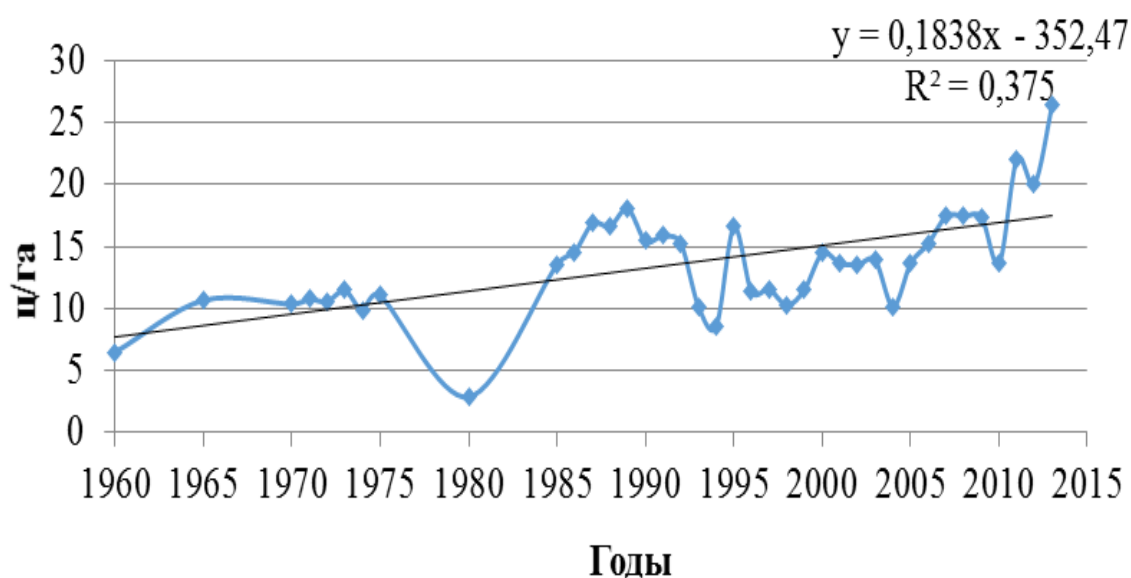


Рис. 3.7. Изменение урожайности подсолнечника

Таким образом, за последние 50-60 лет урожайность озимой пшеницы и ячменя увеличилась ненамного. Заметна тенденция к росту урожайности

сахарной свеклы и подсолнечника. Рассчитанные коэффициенты линейной корреляции, показывают, что между урожайностью зерна озимой пшеницы, сахарной свеклы, подсолнечника, ячменя и гидротермическим режимом в период вегетации (ГТК) наблюдается довольно слабая зависимость. Для озимой пшеницы он составляет 0,38, сахарной свеклы 0,06, подсолнечника 0,5, ячменя 0,4. Такая малая зависимость урожайности от ГТК свидетельствует о том, что в результате селекции выведены новые сорта, которые устойчивы к меняющимся погодным условиям, в том числе к засухе летом. Сахарная свекла наименее зависима от вариаций климата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка последствий влияния изменений климата на продуктивность сельского хозяйства России представляет собой чрезвычайно актуальной для обеспечения продовольственной безопасности и обоснования аграрной политики [3]. В последние десятилетия происходят заметные климатические изменения, проводятся социально-экономическая перестройка в аграрном секторе страны, кроме того, осуществлен переход государственной статистической отчетности на урожайность в доработанном весе [35].

Из всех отраслей экономики сельскохозяйственное производство, и особенно земледелие, несет наибольшие убытки от неблагоприятных гидрометеорологических условий [36]. Исследование показало, что природные условия и современные агроклиматические ресурсы Белгородской области потенциально благоприятны для возделывания зерновых и зернобобовых культур. Однако вследствие значительной изменчивости агрометеорологических условий во времени и пространстве урожайность зерновых культур испытывает значительную вариабельность по годам и административным районам области.

Белгородская область является аграрной областью, и озимые зерновые культуры занимают значительный удельный вес в структуре посевных площадей 442,9 тыс. га. Изучение агроклиматического потенциала Белгородской области и изменения условий произрастания озимых культур в зависимости от вариации климата необходимо для выработки мер адаптации сельскохозяйственного производства к меняющемуся климату. Научно обоснованные мероприятия по увеличению эффективности использования агроклиматических ресурсов могут существенно повысить продуктивность сельскохозяйственного производства.

Как известно, начало современных климатических изменений специалисты соотносят с 70-ми годами прошлого века. Наблюдается

увеличение годового количества осадков, но за счет холодного периода, а в летний период наблюдается их изменчивость. Средняя температура приземного слоя воздуха за последние 25 лет возросла на 0,7°C. Но в первые десятилетия периода климатических изменений наблюдалось потепление по так называемому «зимнему типу». В конце XX века изменение циркуляционных механизмов атмосферы привело к изменениям тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода.

Произошли существенные изменения в агроклиматическом районировании. Если сравнивать районирование, представленное в справочной литературе с районированием за период 1971–2000 гг. и 1980–2010 гг., то можно проследить произошедшие изменения. В последний 30-летний период не наблюдается первый агроклиматический район, первый заменился вторым районом, появился третий агроклиматический район. На территории области стало возможным выращивать более южные сорта сельскохозяйственных культур. Учитывая мало изменившуюся продолжительность периода активной вегетации, следует отдавать предпочтение теплолюбивым культурам с коротким сроком созревания.

Происходящие климатические изменения привели к повышению теплообеспеченности территории, что в целом положительно для агропромышленного комплекса. Но следует отметить, что рост активных температур происходит на фоне снижения показателей увлажнения на 10%.

В конце XX века на западе и северо-востоке области показатель увлажнения по Сапожниковой составлял 1,03 – 1,06, что отражало оптимальные условия увлажнения. В начале XXI века оптимальное увлажнение наблюдается только в отдельных районах области в 10-30% случаев. Средние условия увлажнения региона характеризуются как слабо засушливые. Наблюдаемый рост засушливости при активном росте температур в летний период может в дальнейшем негативно сказаться на биоклиматическом потенциале территории.

Подобная ситуация не очень благоприятна для сельскохозяйственного производства, так как отражает нестабильные погодные условия и межгодовую изменчивость основных агрометеорологических показателей.

В последнее время в Центрально-Черноземном регионе из-за климатических и погодных условий происходит смена срока сева многих культур, происходят резкие скачки температур в зимний и весенний периоды, а это губит зерновые культуры, которые были посеяны под зиму.

Изменение климата привело к снижению урожайности (с 25 до 20 ц/га) озимой ржи и со временем она выпадет из севооборота. Видна тенденция к увеличению урожайности других сельскохозяйственных культур (озимая пшеница, ячмень, сахарная свекла, подсолнечник) в среднем на 10-15% за последние 30 лет.

Для сахарной свеклы климатические изменения наиболее благоприятны. При низких значениях ГТК снижается урожайность, но у корнеплодов возрастает сахаристость.

К 2020 г., при сохранении существующих тенденций, предполагаемые изменения климата приведут к существенным изменениям агроклиматических условий возделывания сельскохозяйственных культур в регионе. Повысится теплообеспеченность (суммы активных температур возрастут на 350–400°C), но увеличится аридность климата. Увеличится продолжительность вегетационного и безморозного периодов года на 10–20 дней, что приведет к улучшению условий проведения сельскохозяйственных работ и к уменьшению потерь продукции при уборке урожая. В перспективе необходимо более широко использовать наиболее продуктивные и выносливые сорта зерновых культур.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Белгородской области. – Л.: Управление гидрометеорологической службы Центрально-Черноземных областей, 1972. – 92с.
2. Акулов П.Г., Азаров Б.Ф., Лукин С.В., Черкашин М.В., Соловиченко В.Д. Продуктивность сахарной свёклы в зависимости от способов основной обработки почвы и доз удобрений // Агрехимия. – 1994. – №2. – С. 25-31
3. Ашабоков Б.А. Некоторые проблемы и методы адаптации аграрного сектора к изменению климата // Региональные эффекты глобальных изменений климата (причины, последствия, прогнозы): материалы междунар. науч. конф. (г. Воронеж, 26-27 июня 2012г.) – Воронеж, Изд-во «Научная книга», 2012. – С.360-365.
4. Балабанова Т.Н., Смелый А.Н., Наумкина В.Н. Озимая рожь в условиях Белгородской области // Земледелие. – 2007. – № 5. – С. 26.
5. Белолобцев А.И., Суховеева О.Э., Асауляк И.Ф. Агроклиматическая оценка продуктивности озимой пшеницы на склоновых землях// Известия ТСХА –2012. – № 2. – С. 46-57
6. Библиотека диссертаций. Территориальная организация агропромышленного комплекса Белгородской области. – 2013 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.dslib.net/econom-geografia/territorialnaja-organizacija-agropromyshlennogo-kompleksa-belgorodskoj-oblasti.html> (дата обращения: 2.04.2013).
7. Будыко М.И. Изменения климата. – Л.: Гидрометеорологическое Изд-во, 1969. – 320с.
8. Вагурин И.Ю., Соловьев А.Б., Толстопятова О.С. Специфика агроклиматических ресурсов Белгородской области // Сб. докл. меж. науч. практ. конф «Стратегия развития приграничных территорий: традиции и инновации» – Курск, 2015. – С.53-60

9. Вагурин И.Ю., Толстопятова О.С. Изменения климата, как фактор динамики урожайности с/х культур Белгородской области // сборн. Студ. науч. работ в Вестнике СНО - НИУ «БелГУ», 2015. – С. 424-428.
10. Гордеев А.В., Клещенко А.Д., Черняков Б.А., Сиротенко О.Д. Биоклиматический потенциал России: теория и практика. М.: Из-во научных изданий КМК, 2006. – 512 с.
11. Григорьев А.А., Будыко М.И. «О периодическом законе географической зональности», Доклады академии наук СССР. – 1956. Вып. 110(1), С. 129-132
12. Дронин Н.М. Изменение климата и продовольственная безопасность России: историко-географический анализ и модельные прогнозы. – М.: Из-во ГЕОС, 2014. – 303с.
13. Израэль Ю.А., Сиротенко О.Д. Моделирование влияния изменений климата на продуктивность сельского хозяйства России// Метеорология и гидрология. – 2003. – № 6. – С. 5-17.
14. Клещенко А.Д., Сиротенко О.Д. Влияние наблюдаемых изменений климата на продуктивность сельского хозяйства России и меры по адаптации// Прогнозирование и адаптация общества к экстремальным климатическим изменениям: материалы Междунар. науч. конф. (г.Москва, 26-29 сентября 2007 г.). – М.: Изд-во Триада ЛТД, 2007. – С. 245-258.
15. Коломейченко В.В. Растениеводство: учебник для студ. – М.: Из-во Агробизнесцентр, 2007. – 552 с.
16. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому. – М.: Воентехиниздат, 2009. – 372 с.
17. Кононова Н.К. Динамика циркуляции атмосферы в XX - начале XXI века. – 2010 [Электронный ресурс]. – URL: www.atmospheric-circulation.ru. (дата обращения: 22.01.2016)
18. Лаборатория картографии Института РАН. – 2016 [Электронный ресурс]. – URL:<http://map.igras.ru> (дата обращения: 22.01.2016)

19. Лебедева М.Г., Крымская О.В. Экология региона. Часть 3. Экологическая климатология и климатические ресурсы Центрально-Черноземных областей / под ред. А.Н.Петина: учебное пособие – Б.: Изд-во БелГУ, 2007. – 240 с.
20. Лебедева М.Г., Крымская О.В., Котова М.И. Климатические характеристики вегетационного периода в конце XX века в Центрально-Черноземном регионе // Метеоспектр. – 2007. – № 1. – С. 146-151.
21. Лебедева М.Г., Крымская О.В. Проявление современных климатических изменений в Белгородской области // Научные ведомости БелГУ. – 2008, №3 (43), вып.6. – С. 188-196.
22. Лебедева М.Г., Крымская О.В. Экстремальность температурного режима в Центрально-Черноземном регионе: Изменение климата, почвы и окружающая среда: Материалы международного научного семинара. Белгород: КОНСТАНТА, 2009. – С.9-16.
23. Лебедева М.Г., Крымская О.В. Запасы продуктивной влаги под агроценозами Белгородской области// Научные ведомости БелГУ. – 2011, № 15 (110), вып. 16. – С.180-185.
24. Лебедева М.Г., Соловьев А.Б., Толстопятова О.С. Агроклиматическое районирование Белгородской области в условиях меняющегося климата// Научные ведомости БелГУ –2015. №9 (206), вып.31 – С. 160-167.
25. Лебедева М.Г., Крымская О.В., Соловьев А.Б., Толстопятова О.С. Опасные агрометеорологические явления на территории Белгородской области//Сб. докл. VI меж. науч. конф. «Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской части России» – Белгород, 2015. – С.249-264.
26. Лосев А.П., Журина Л.Л. Агрометеорология: учеб. пособие. – М.: Колос, 2001. – 257с.

27. Лукин С. В. Динамика использования удобрений и урожайность основных сельскохозяйственных культур в Белгородской области // Достижения науки и техники АПК. – 2008. №4. – С. 7-20.
28. Лукин С.В. Динамика урожайности сахарной свеклы в Белгородской области//Достижение науки и техники АПК – 2012. №8 – С. 17-18.
29. Оразаева И.В. Реакция сортов озимой пшеницы на условия выращивания в юго-западной части ЦЧЗ: дис... канд..с.-х. наук – Белгород, 2010. – 192 с.
30. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / под ред. руководителя Росгидромета А.И. Бедрицкого. Т. 2. Последствия изменений климата. – М.: Росгидромет, 2008. – 289с.
31. РД 52.04.563 – 2002 «Инструкция. Критерии опасных гидрометеорологических явлений и порядок подачи штормового сообщения». – М.: Росгидромет. 2003. – 27 с.
32. Русакова Т.И., Лебедева В.М., Грингоф И.Г. Исследования климатообусловленных колебаний урожайности основных зерновых культур, их количественная оценка в новых социально- экономических условиях Российской Федерации// Метеорология и гидрология. – 2010. – №12. – С. 88-97.
33. Сапожникова С.А. Об уточнении оценки сельскохозяйственного бонитета климата//Агроклиматические ресурсы природных зон СССР и их использование. Л.:Гидрометеиздат. – 1970. – С.80-92.
34. Сахарная Свекла – 2015 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.brestagro.com/page/crops/sugar-beet> (дата обращения: 05.11.2015).
35. Сельскохозяйственный энциклопедический словарь – 2016 [Электронный ресурс]. URL: <http://sbiblio.com> / (дата обращения: 20.01.2016).

36. Семенов С.М. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. М.: Росгидромет, 2012. – 509с.
37. Сенников В.А., Ларин Л.Г. Практикум по агрометеорологии: учеб. пособие. – М.: Колос, 2006 – 215 с.
38. Соловченко В.Д., Тютюнов С.И., Уваров Г.И. Воспроизводство плодородия почв и рост продуктивности сельскохозяйственных культур Центрально-Черноземного региона. – Б.: Изд-во «Отчий край», 2012. – 256с.
39. Тихонов В. Е. Роль климата в формировании тренда урожайности зерновых культур в лесостепи Оренбургского Предуралья / В. Е. Тихонов, В. В. Федосеев. – Известия Оренбургского гос. аграрного ун-та. – 2009. – т. 4. – № 24. – С. 9-12.
40. Толстопятова О. С., Оразаева И.В. Влияние метеорологических условий на период активной вегетации озимых культур в Белгородской области// Проблемы и перспективы инновационного развития животноводства: материалы XVII Междунар. науч. – производ. конф. (г.Белгород, 15-16 мая 2013г.) – Белгород, Изд-во БелГСХА им. Горина, 2013. – С. 34
41. Толстопятова О.С., Крымская О.В. Современные изменения вегетационного периода на территории Белгородской области // Сб. докл. Всеросс. науч. – практ. конф. «Экологические исследования и экологическое образование в Европейских регионах России». – Арзамас, 2012. – С. 56-58.
42. Толстопятова О.С. Урожайность зерновых культур и современные изменения агроклиматических ресурсов в Белгородской области // Сб. студ. науч. работ – Белгород, Изд-во НИУ «БелГУ», 2014. – С.728-731.
43. Толстопятова О.С. Современные изменения агроклиматических условий на юге Центрально-Черноземного региона (на примере

- Белгородской области) // Сб. докл. меж. науч. конф. «Ломоносов-2015» - <http://shpil.info/rus/event/3000/> Москва, 2015.
44. Толстопятова О.С. Засушливые явления на юге Центрально-Черноземного региона в начале XXI века (на примере Белгородской области) // Сб. докл. меж. науч. конф. «Ломоносов-2016» - <http://shpil.info/rus/event/3000/> Москва, 2016.
45. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 302 с.
46. Федеральная служба государственной статистики по Белгородской области – 2016 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 12.03.2016).
47. Фондовые материалы исследований отдела земледелия агрономического факультета Белгородской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Я.Горина за 1978 – 2010гг.
48. Фондовые материалы Белгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за 1978 – 2014 гг.
49. Шульгин И.А., Тарасова Л.Л., Сенников В.А. Агрометеорологические аспекты оценки урожая в условиях климатических изменений //Адаптация сельского хозяйства России к меняющимся погодно-климатическим условиям: Сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2011. С. 90-99.
50. Электронный журнал ИДК.Эксперт. – 2014 [Электронный ресурс]. – URL: <http://exp.idk.ru/news/urozhaj-2013-v-belgorodskoj-oblasti-znachitelno-prevoskhodit-proshlogodnij/364827/>(дата обращения: 22.10.2015).
51. Энциклопедия сельского хозяйства. – 2016 [Электронный ресурс]. – URL: http://enc-dic.com/enc_selhoz/Agroklimaticheskoe-raonirovanie-36/ (дата обращения: 22.01.2016).

52. ЯРУГА.РФ. Общественный сайт Красноярского района. – 2014 [Электронный ресурс]. – URL: <http://яруга.рф/index.php/> (дата обращения 08.05.2014).
53. Birk K., Lupo A.R., Guinan P.E., Barbieri C.E. The interannual variability of Midwestern temperatures and precipitation as related to the ENSO and PDO. *Atmosfera*. – Vol. 23: 2010, pp.95 – 128.
54. Chendev Y.G., Petin A.N., Lupo A.R. Soils as indicators of climatic changes. *Geography, Environment, Sustainability* – Vol. 1: 2012, pp. 4-17.
55. Chendev Y.G., Lupo A.R., Petin A.N., Lebedeva M.G. Influence of Long- and Short-Term Climatic Changes on Chernozem Soils: Central Chernozem Region of Russia. *Papers in Applied Geography*. Vol. 36: 2013, pp. 156-164.
56. Lebedeva M.G., Krymskaya O.V., Lupo A. R., Chendev Y. G., Petin A. N., Solovyov A.B. Trends in Summer Season Climate for Eastern Europe and Southern Russia in the Early 21st Century// *Advances in Meteorology* – Vol.1: 2016, pp. 1-10, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/5035086>.
57. Petin A.N., Lebedeva M.G., Krymskaya O. V.,Chendev Y.G., Kornilov A.G., Lupo A.R. Regional Manifestations of Changes In Atmospheric Circulation in Central Black Earth Region (By the Example of Belgorod Region) // *Advances in Enviromental Biology*, 8(10), June 2014, pp. 544-547.

