

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
( Н И У « Б е л Г У » )

ФАКУЛЬТЕТ ГОРНОГО ДЕЛА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

КАФЕДРА ГЕОГРАФИИ, ГЕОЭКОЛОГИИ  
И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА В  
БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ НА РУБЕЖЕ XX-XXI ВЕКОВ**

Магистерская диссертация

обучающегося по направлению подготовки 05.04.02 География  
(программа Геоэкология) очной формы обучения, группы 81001612

Киселева Владислава Викторовича

Научный руководитель:  
к.г.н., доцент  
Лебедева М.Г.

Рецензент: Начальник  
Белгородского ЦГМС-филиала  
ФГБУ «Центрально-Черноземное  
УГМС» Решетникова Л.К.

БЕЛГОРОД 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. Физико-географическая и климатическая характеристика Белгородской области.....	8
1.1. Физико-географическая характеристика Белгородской области.....	8
1.2. История организации метеорологических наблюдений в Белгородской области.....	11
1.3. Общая характеристика климата Белгородской области .....	15
2. Природная циклика как индикатор изменения климатических характеристик и их изучение .....	20
2.1. Основные положения о климатических циклах.....	20
2.2. Природная циклика над территорией Европейской России.....	23
2.3. Формирование климатических рядов и их математическая обработка.....	29
2.4. Методика расчёта климатических характеристик зимнего сезона.....	32
3. Внутривековая изменчивость характеристик зимнего сезона на территории Белгородской области.....	36
3.1. Особенности климата Белгородской области рубеже XX-XXI вв.....	36
3.2. Характеристики температуры и осадков зимнего сезона.....	40
3.3. Экстремальность температуры зимнего сезона .....	50
3.4. Характеристики отопительного периода.....	52
3.5. Промерзание почвенного покрова.....	56
Заключение.....	59
Список использованной литературы.....	62
Приложение.....	69

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы внимание многих учёных приковано к проблеме меняющегося климата, что и определяет *актуальность* данной темы. XX и начало XXI вв. прошло под знаком его изменения в сторону потепления [8; 14; 15; 35]. И если климатические характеристики летнего и переходных сезонов (весна, осень) в этот период колебались в пределах нормы, то температуры зимнего периода повышались наиболее активно. Особая активность процесса потепления наблюдалась в последние десятилетия XX и в начале XXI веков, наиболее сильное выражение она получила в умеренных широтах Северного полушария в зимние месяцы.

С позиции природной циклики XXI век должен был ознаменоваться похолоданием климата. Однако, наблюдается обратная тенденция, которая говорит о том, что на процессы климатических изменений оказывают влияние иные механизмы, изменяя их динамику и, таким образом, создают трудности на пути изучения климата и его прогнозирования в будущем. В этой связи, мы хотим показать, каким образом происходит изменение климата на территории Белгородской области за период с 1986 по 2015 гг. (за время наиболее выраженного потепления климата) на примере зимнего сезона. Это и будет являться нашей *целью*.

Для выполнения поставленной цели нами были сформулированы следующие *задачи*:

1) Проанализировать динамику изменения климатических характеристик зимнего сезона:

- а) средних зимних температур воздуха и количества осадков,
- б) экстремальных температур воздуха (ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ ),
- в) аномалий температур и осадков,
- г) трендов изменения температуры и осадков;

2) Произвести расчёты специализированных зимних характеристик, которые включают в себя:

- продолжительность отопительного периода,
- среднюю температуру (°C) периодов со среднесуточной температурой воздуха ниже 8°C,
- статистические показатели исследуемых климатических характеристик,
- изменение глубины промерзания почвенного покрова за исследуемый временной период;

3) Составить прогностическую оценку климатических изменений на территории Белгородской области в XXI веке.

Для решения поставленных задач нами использовались исторический, сравнительно-географический, статистический, научно-поисковые *методы исследования*.

*Объектом* нашего исследования является климат Белгородской области. *Предметом* – внутривековые климатические характеристики зимнего сезона на территории Белгородской области.

*Материалом для выполнения данной работы* послужили литературные источники по климатологии, природной циклике, а так же данные по среднесуточным и среднемесячным температурам воздуха и количеству осадков в зимний период (декабрь, январь, февраль) за период с 1980 по 2015 годы на станциях Б. Фенино, Белгород и Валуйки на территории Белгородской области.

*Теоретической и методологической базой* служит методика расчёта зимних характеристик отопительного сезона, созданная Н.В. Кобышевой [54] и методика расчёта промерзания почвенного покрова.

*Научная новизна* работы заключается в том, что для территории Белгородской области впервые произведены расчёты многолетних значений специализированных характеристик холодного периода, которые возможно использовать при планировании отопительного сезона и в строительной климатологии.

*Практическая значимость* наших исследований заключается в том, что полученные климатические данные возможно использовать в строительной климатологии при проектировании жилых помещений и иной хозяйственной деятельности на территории Белгородской области. Так же на их основе возможно составить прогностическую оценку климатических изменений на территории Белгородской области. Помимо этого, результаты исследования используются в учебном процессе кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности.

*Публикации и апробация результатов работы* представлены ниже.

Киселев В.В. Внутривековая изменчивость зимних осадков над территорией Белгородской области // *Advances in Science and Technology*. Международная научно-практическая конференция – Москва: «Актуальность», 2017. С. 66-68.

Киселев В.В. Динамика основных характеристик зимней температуры воздуха над территорией Белгородской области // *Наука и образование: Отечественный и зарубежный опыт*. Международная научно-практическая конференция – Белгород: Изд-во ООО «Гик», 2017. – С. 181- 184.

Киселев В.В. Лебедева М.Г. Внутривековая изменчивость специализированных зимних климатических характеристик над территорией Белгородской области // *Наука и образование: Отечественный и зарубежный опыт*. Международная научно-практическая конференция – Белгород: Изд-во ООО «Гик», 2017. – С. 241 – 243.

Киселев В.В. Зимние климатические характеристики как индикатор динамики изменения климата над территорией Белгородской области // *Advances in Science and Technology*. Международная научно-практическая конференция – Москва: «Актуальность», 2017. С. 124-125.

Киселев В.В. СБОРНИК СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНЫХ РАБОТ «Вестник СНО НИУ «БелГУ» - 2017», выпуск XXI. часть II, раздел 9, С. 670-673. Внутривековая изменчивость климатических характеристик зимнего сезона над территорией Белгородской области.

*Структура и объем работы.* Работа общим объемом 68 страниц состоит из введения, 3 глав, заключения, списка использованной литературы из 71 наименования, а так же приложений.

# 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

## 1.1. Физико-географическая характеристика Белгородской области

Белгородская область находится в западной части Центральной России в 650 км южнее от Москвы. На западе Белгородская область граничит с Украиной, а именно с Харьковской, Луганской и Сумской областями. Из Российских регионов к Белгородской области примыкают Курская область (на севере), Воронежская область (на востоке). Протяжённость границ Белгородской области с этими регионами составляет 1150 км. Крайние точки Белгородской области имеют следующие координаты: северная (в Старооскольский район) –  $51^{\circ} 46'$  с. ш., южная (Ровеньской район) –  $49^{\circ} 41'$  с. ш., западная (Краснояружский район) –  $35^{\circ} 20'$  в. д., восточная (Ровеньской район) –  $39^{\circ} 16'$  в.д. [5].

В геоморфологическом понимании Белгородская область является равниной. На юго-западной оконечности имеются небольшие части Орловско-Курского плато. Территория здесь имеет сильное расчленение за счёт наличия большого количества речных долин, оврагов и балок. Большинство территории области имеет густую сеть рек, относящихся к бассейнам Северского Донца, Дона и Днепра [3].

Белгородская область имеет площадь в 27,1 тыс. км<sup>2</sup>. С севера на юг она тянется на 190 км, с запада на восток чуть более чем на 270 км.

Область находится в лесостепной зоне с небольшими включениями степи на юге. Наглядная карта Белгородской области представлена на рисунке 1.

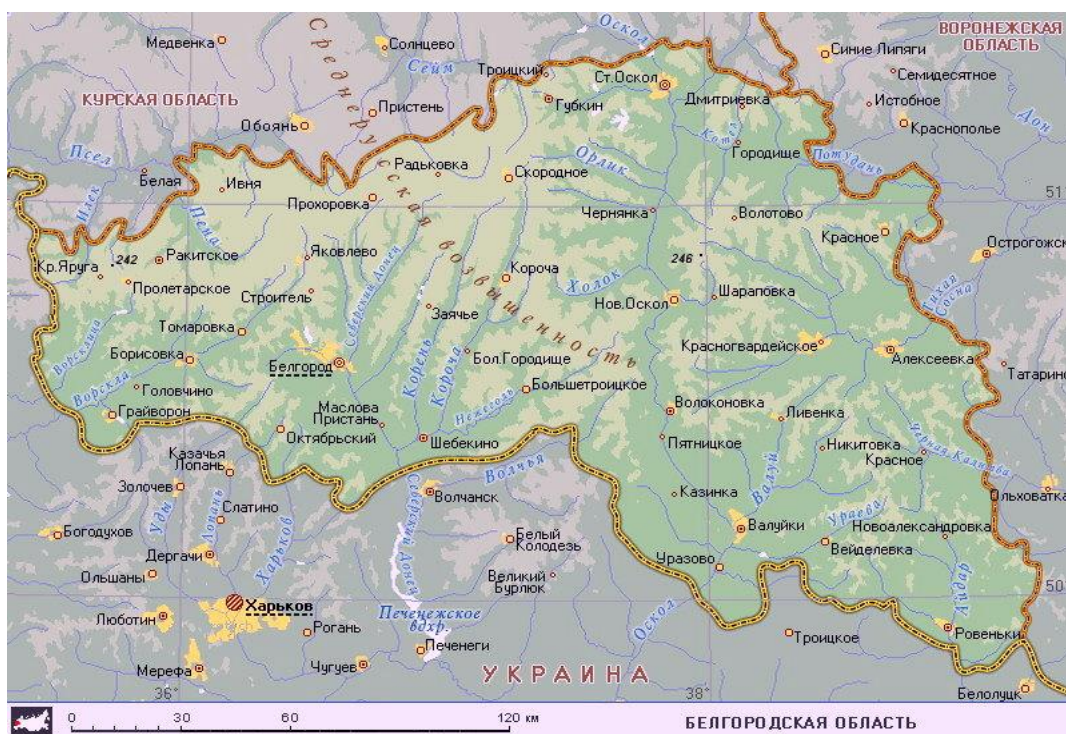


Рис.1. Физическая карта Белгородской области [5]

Поверхность территории Белгородской области располагается на высоте примерно от 100 до 300 метров над уровнем моря.

В геологическом плане область имеет очень многоступенчатую и длительную историю. Это можно объяснить тем, что слагающие её горные породы находились очень большие промежутки времени под действием различных факторов. В своей основе область имеет очень древнюю геологическую структуру – Восточно-Европейскую платформу. На ней сейчас и располагается Русская равнина, включающая в себя Белгородскую область. Фундамент платформы имеет в своём основании такие горные породы, как гранит, базальт, диабаз. Все они образовались в результате застывания магмы. Так же в фундаменте платформа сложена кварцитами, магматитами и другими породами [5].

*Воды:* реки, озёра, болота, водохранилища, пруды и подземные воды являются очень значимой составляющей на территории Белгородской



области. В первую очередь они необходимы для человека и его хозяйственной деятельности.

Большую роль в формировании поверхностных вод на территории области играют климатические особенности, а так же особенности рельефа местности. Широко на территории области распространены малые реки, болота, озера, а так же большое количество ручьёв, которые образовались в результате действия вышеописанных факторов. Так же на территории области располагается большое количество прудов и водохранилищ, созданных человеком.

По территории Белгородской области течёт более 480 рек, по длине около 3 и более км. 36 рек имеет длину более 226 км, 70 рек колеблются в пределах от 10 до 30 км. Остальные же реки имеет длину около 10 км. Большое количество рек Белгородской области можно отнести к малым рекам, которые имеют протяженность не более 100 км. Большую длину имеют следующие реки: река Оскол – 220 км, Северский Донец – 110 км, Ворскла – 115 км, Тихая Сосна – 105 км. Общая протяжённость речной сети на территории Белгородской области равна примерно 5000 км. Реки имеют равнинный тип, питаются в основном талыми водами. Наиболее полноводные реки это Северский Донец, Оскол, Ворскла, Тихая Сосна [5].

Озёра Белгородской области в большинстве случаев находятся в поймах рек. Такие озёра называются озёрами-старицами. Они находятся в долинах рек Оскол, Северского Донца и др. По виду такие озёра напоминают вытянутые полосы различной длины [3].

Широко на территории области распространены искусственные пруды. Их количество превышает 1000 объектов. Используются пруды в основном для нужд человека в сельском хозяйстве. Водный режим озёр имеет схожие показатели с реками, когда в переходные сезоны года (осень, весна) в них повышается уровень воды.

Болот на территории Белгородской области не много. Они распространены главным образом по краям прудов и озёр, а так же в днищах рек.

Основные запасы пресной воды на территории области заключены в подземных водах. Они залегают на различной глубине и имеют сверхважное значение для человека и его хозяйственной деятельности.

Белгородская область славится своими земельными угодьями, которые составляют 2713,4 тыс. га. Для неё характерны различные типы почв. Наиболее распространёнными и плодородными являются чернозёмные почвы, которые занимают более 75 % всех почв. Чуть менее 15% занято серыми лесными почвами. Остальные почвы, включающие лугово-чернозёмные, пойменные, солонцовые, песчаные и другие занимают около 9 % площади области.

Вся территория области делится на три части в соответствии с почвенным покровом: 1 – западную лесостепную; 2 – центральную и восточную лесостепную; 3 – юго-восточную степную.

По характеру растительность область можно разделить на две зоны: северо-западную лесостепную зону, которая занимает основной объём территории, и юго-восточную степную зону

## **1.2. История организации метеорологических наблюдений в Белгородской области**

Первые наблюдения за погодой с целью изучения климата на территории Белгородской области были одновременно начаты в Короче (1837, 1837, 1840гг.), Старом Осколе (1837 – 1840, 1842гг.) и Новом Осколе (1837 – 1844гг.). Они были организованы при уездных училищах.

В 1881г. одну из первых и лучших в губернии метеорологических станций организовал на свои средства в селе Богородицкое-Фенино Старооскольского уезда дворянин И.А. Пульман. Эта метеостанция работает

до сих пор и является единственной станцией области, включенной в Международную гидрометеорологическую сеть. В течение XIX-XXI веков на территории Белгородской области функционировало довольно большое число метеостанций, принадлежавших Министерству просвещения, Министерству путей сообщения, предприятиям перерабатывающей промышленности (сахарным заводам), некоторые станции существовали непродолжительное время – 5-20 лет и имели перерывы в работе.

18 июля 1931 года был образован Гидрометеорологический комитет (ГМК) ЦЧО в Воронеже. В 1934 году было образовано УГМС ЦЧО в Курске, куда входит Белгородская область [39].

Основой климатических расчетов являются данные приземных метеорологических наблюдений. К началу XXI века сеть метеорологических станций на территории Белгородской области приобрела следующие черты, которые показаны на рисунке 2 и в таблице 1.

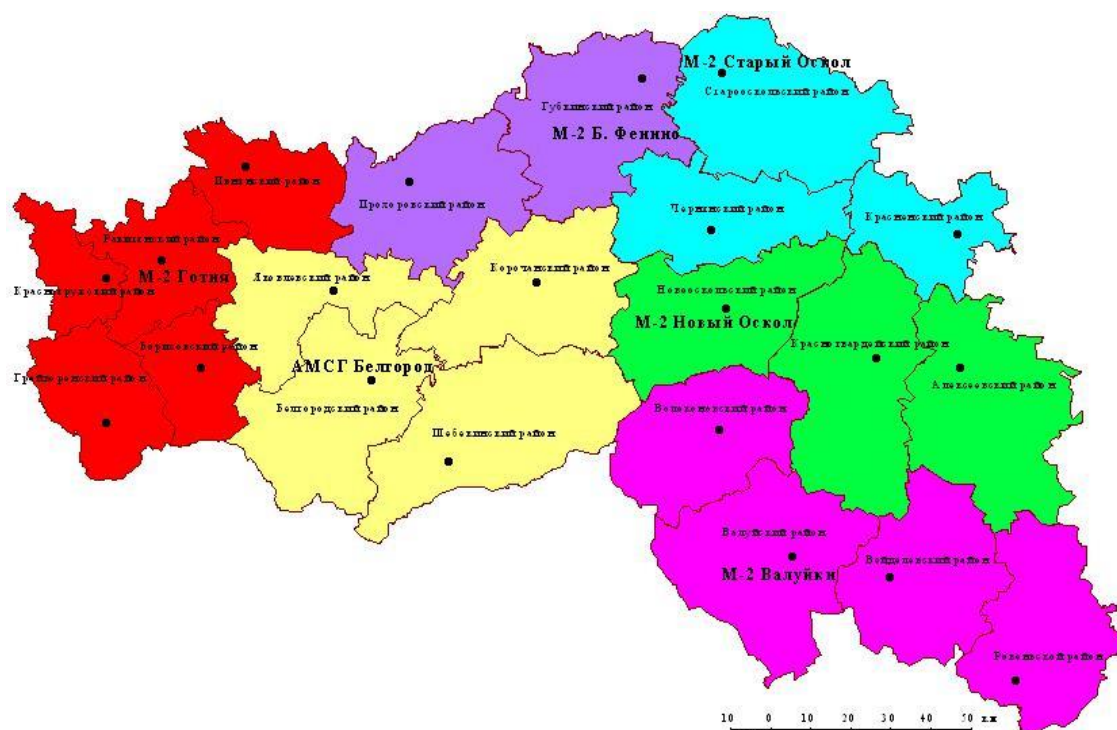


Рис. 2. Расположение метеорологических станций на территории Белгородской области [3]

## Перечень действующих станций на территории Белгородской области

<i>Станция</i>	<i>Начало работы станции, год</i>	<i>Высота станции над уровнем моря, м</i>
<i>Богородицкое Фенино</i>	<i>1881</i>	<i>226</i>
<i>Белгород</i>	<i>1884</i>	<i>224</i>
<i>Валуйки</i>	<i>1895</i>	<i>112</i>
<i>Готня</i>	<i>1928</i>	<i>215</i>
<i>Новый Оскол</i>	<i>1885</i>	<i>112</i>
<i>Старый оскол</i>	<i>1872</i>	<i>218</i>

*Богородицкое Фенино.* Метеорологическая станция Богородицкое Фенино была основана местным землевладельцем, впоследствии доктором сельскохозяйственных наук, И.А. Пульманом в 1881 году. В настоящее время эта станция имеет статус метеорологической станции второго разряда и успешно работает более 130 лет. Ценность станции заключается в том, что ее местоположение никогда не менялось. Метеорологическая станция включена в реперную сеть Всемирной метеорологической организации (ВМО). При характеристике климата Центрально-Черноземного региона исследователи прежде всего используют данные метеостанции Богородицкое Фенино.

*Белгород.* История этой станции резко отличается от истории предыдущей станции. Она была открыта в 1884 г. при Белгородской гимназии и работала до 1919 г. Затем до 1923 года был перерыв. В 1924 г. станция была восстановлена Управлением Южной железной дороги. Станция несколько раз переносилась с места на место. С августа 1955 г. по 1988 г. станция была размещена на территории аэропорта в 200 м от здания аэровокзала. В 1988 г. станцию перенесли в центральную часть аэропорта на расстояние почти в 1 км. Она сейчас находится практически рядом со взлетной полосой на открытой местности. В настоящее время станция функционирует как авиаметеорологическая станция (АМСГ), но вся

информация используется также и для обслуживания других отраслей народного хозяйства.

*Валуйки.* Эта станция была открыта в 1895 г. при железнодорожной станции. До 1924 г. практически работала по программе метеорологического поста. С 1924 г. программа была расширена Юго-восточной железной дорогой. Но местоположение не менялось и в настоящее время составляет 112 м над уровнем моря.

*Готня* расположена в Ракитянском районе Белгородской области на высоте 215 м над уровнем моря. Она была организована в январе 1928 г. Управлением Донецкой железной дороги. В период с 1943 по 1955 годы местоположение станции несколько раз менялось, правда, практически без изменения высоты места и физико-географических условий. В настоящее время данные метеостанции Гонда широко используются для характеристики климатических условий западных районов Белгородской области.

*Новый Оскол.* Метеостанция расположена в широкой пойме р. Оскол. Метеорологические наблюдения были начаты в 1885 г. и продолжались с частыми перерывами до 1919 г. Затем перерыв был только во время войны с июля 1942 по июнь 1943 г. Метеостанция многократно переносилась с места на место, что сказывается на однородности ряда наблюдений. По материалам этой станции можно составить общеклиматическое представление о центральных районах Белгородской области. Правда, при этом надо учитывать, что ее местоположение в долине реки сказывается на местной циркуляции, приводящей к усилению восходящих токов, отталкивающих облака выше, что приводит к небольшому уменьшению количества выпадающих осадков.

*Старый Оскол.* В Старом Осколе метеорологические наблюдения были начаты в 1872 г., но не по полной программе. Затем был большой перерыв в наблюдениях – с 1919 по 1926 гг. В середине 1926 г. наблюдения были вновь начаты Управлением Юго-восточной железной дороги. За последующие 30 лет местоположение станции часто менялось. Начиная с

1958 года по 1988 г. станция находилась в северо-восточной части города. В 1988 г. станция была перенесена на территорию аэропорта и там остается по настоящее время [39;51].

### **1.3. Общая характеристика климата Белгородской области**

Климат любой территории формируется под совместным влиянием таких факторов как солнечная радиация, циркуляция атмосферы и рельеф подстилающей поверхности. Их называют климатообразующими факторами. Кроме этих характеристик климат территории зависит также от географических факторов. К ним относятся такие факторы как широта местности, высота над уровнем моря, удаленность от морей и океанов, формы рельефа (орография), характер растительного и снежного покровов. В настоящее время к климатообразующим факторам относят и деятельность человеческого общества, так как вторжение человека в природную среду приводит к изменениям некоторых географических факторов климата [1; 6; 14;15].

Радиационный баланс. Величина радиационного баланса за год над территорией Белгородской области достигает 1650 МДж/м<sup>2</sup>, что составляет 42 % от значения суммарной радиации. Среднегодовое значение отраженной радиации равно 27 %. В течение года оно изменяется от 20 % в мае до 70 % в январе. В осенне-зимний период над территорией области преобладает рассеянная радиация, в весенне-летний – прямая. При этом зимой облачность ослабляет не только прямую радиацию, но и уменьшает потоки тепла в атмосферу, в результате чего зимние температуры воздуха повышаются. Удалённость Белгородской области от экватора в среднем на 50° и её географическое положение обуславливают значительную величину солнечной радиации, поступающей на 1 кв. метр горизонтальной

поверхности при средних условиях облачности – около 4000 МДж (мегаджоулей).

Циркуляция атмосферы. В зимний период на характер перемещения воздушных масс над территорией области оказывают влияние два фактора: 1) возрастание давления атмосферы с северо-запада на юго-восток на всей территории Центрально-Чернозёмной области; 2) прохождение полосы высокого давления в её юго-восточной части. Первая причина связана с установлением наибольших температурных различий между морем и сушей в результате резкого выхолаживания земной поверхности и образованием горизонтальных потоков воздушных масс на значительной по площади территории, включая и Центрально-Чернозёмную область [39].

Над территорией Белгородской области проходит так называемая «ось Воейкова». Она представляет собой отрог сибирского антициклона, пришедшего к нам с востока. Этот фактор обуславливает преобладание зимой в области восточных ветров, которые приносят к нам континентальный воздух умеренных широт.

Тёплый период года (летний) характеризуется господством над территорией области западных ветров, которые приносят с собой континентальный воздух умеренных широт.

Осень и весна на территории области характеризуются преобладанием воздушных масс умеренных широт. Весной имеют место восточные ветры, осенью – западные [5].

Важным климатическим фактором является подстилающая поверхность. В нашем случае она проявляется через характер залегания снежного покрова, рельеф и растительность.

*Температурный режим* на территории области формируется в результате сложного совместного влияния поступающей солнечной радиации и господствующих воздушных масс. Средняя годовая температура воздуха изменяется от +5,4° на севере (Богородицкое Фенино) до +6,7° на юго-востоке (Валуйки). Самый холодный месяц у нас – январь. Средняя температура

воздуха колеблется от  $-9,2^{\circ}$  на севере (Богородицкое Фенино), до  $-8,5^{\circ}$  в центральных районах (Белгород) и  $-8,1^{\circ}$  на юго-востоке (Валуйки). Безморозный период продолжается в среднем от 154 до 163 дней и зависит от местоположения пункта и наблюдений на местности.

В последние годы изменение климата на территории Белгородской области сопровождается изменением экстремальных климатических явлений. Для того, что бы понять что же происходит с климатом на территории области, следует проследить динамику метеорологических и климатических показателей за предыдущие годы и даже столетия.

В начале XX века абсолютные максимумы температуры воздуха в регионе были связаны с широтным западным переносом и распространением гребней Азорского антициклона, при западном переносе. Повторяемость Азорских антициклонов увеличивалась до середины века. В период 30-60 годов их было в 1,5 раза больше чем в 1901-30 г.г., а так же ближе к конце века (1971-2000 г.г.).

Стационарные антициклоны в XX веке приводили к формированию экстремально высоких летних температур (наиболее часты в 1931-60 г.г.). В целом, первая половина XX века характеризовалась более высокими максимальными температурами, чем конец столетия. С 1961 года произошла смена циркуляционных процессов. Абсолютные максимальные температуры в конце XX столетия стали ниже по сравнению с предыдущим периодом.

Что касается второй половины столетия, то на климат в этот период оказал Сибирский антициклон и его отроги. Потепление климата нашло своё отражение в том факте, что произошло уменьшение сезонов с минимальными температурами. С этой точки зрения наиболее экстремальным были 1930-60 года [39].

Потепление климата, особенно в зимний период, привело к уменьшению температурного режима. Произошло уменьшение амплитуд температуры, что говорит о смягчении климата [22;50;53].



В течение XX столетия произошли определенные изменения в формировании климатических условий Центрально-Черноземного региона и Белгородской области, а так же их экстремальных характеристик.

*Атмосферные осадки* являются важной характеристикой климата. Наибольшее количество осадков выпадает в западных и северных районах области и в среднем составляет 540-550 мм. По мере движения с запада на восток и юго-восток количество осадков постепенно уменьшается.

Характерной особенностью для Белгородской области является большое колебание количества выпавших осадков не только в разные годы, но и по сезонам года. За апрель-октябрь на всей территории области выпадает 65 % годового количества. Наиболее существенное уменьшение годовых сумм осадков наблюдалось во втором десятилетии XX века. Затем последовал постепенный рост осадков, а в период наиболее активных современных изменений климата с начала 70-х годов XX века годовое количество осадков менялось незначительно. Рост осадков начался в начале XXI века.

На территории Белгородской области осадки теплого периода составляют примерно две трети от годового их количества. На лето приходится более 60% сумм осадков, выпадающих с апреля по сентябрь. Конец 20-х – середина 50-х годов прошлого века характеризуется повышенной засушливостью, как и период со середины 80-х годов XX века до конца первого десятилетия XXI века. Учитывая одновременно тенденции изменения средней летней температуры воздуха и сумм летних осадков, можно отметить тенденцию увеличения засушливости летнего сезона.

В зимнее время рост количества осадков начался со середины 50-х годов прошлого века и достиг максимума в середине 70-х. В начале XXI века наметилась тенденция к уменьшению осадков, выпадающих в зимний период. Замедление роста средних зимних температур, уменьшение количества осадков, выпадающих в зимний период – свидетельства

изменений в атмосферной циркуляции, проявляющихся в уменьшении интенсивности тепляющего влияния Атлантики на наш регион.

*Первый снег* выпадает в октябре-ноябре. Средняя дата выпадения снега на севере области (Богодицкое Фенино) – 9 ноября, а на юго-востоке (Валуйки) – 13 ноября. Продолжительность периода со снежным покровом составляет 120 дней [39].

## 2. ПРИРОДНАЯ ЦИКЛИКА КАК ИНДИКАТОР ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ИХ ИЗУЧЕНИЕ

### 2.1. Основные положения о климатических циклах

Гипотеза о циклических изменениях климата и чередовании прохладно-влажных и тепло-сухих периодов в интервале 35-45 лет была предложена в конце XIX века русскими учеными Э.А. Брикнером и А.И. Воейковым. Более подробно эти научные гипотезы стали предметом изучения А.В. Шнитникова [69]. Согласно его исследованиям, отдельные внутривековые «брикнеровские» климатические циклы колеблются примерно от 20-30 до 45-47 лет, на фоне которых развиваются циклы продолжительностью в 7-11 лет. В каждом втором «брикнеровском» цикле максимальные и минимальные значения температуры и влажности существенно превышают внутривековые показатели и классифицируются как циклы векового масштаба проявления. Вековые циклы развиваются в интервале 60-80 лет, приближаясь в северных районах к 90 годам [37;43;44].

В своих работах Шнитников особо уделил внимание исследованию климата голоцена, то есть последним 12 тыс. лет. Им было доказано, что климат в этот период времени изменялся циклически, имея интервал 1500-2100 лет. Всего же за 12 тысяч лет развивалось 6 макроклиматических циклов. Они, в свою очередь, имели следующую последовательность: прохладно-влажная эпоха (300-500 лет), тепло-сухая эпоха (600-800 лет), переходная эпоха (700-800 лет). XIX век Шнитников расценил как период окончания прохладно-влажной эпохи и начала тепло-сухой, которая длится и в наши дни. Особенно эта тенденция проявилась в конце XIX начале XX века.

Помимо Шнитникова этой темой занимались многие учёные, среди которых Э. Ле Руа Ладюри, Е.П. Борисенков и В.М. Пасецкий, Л.Н. Гумилёв и другие. Похожим анализом, что и Шнитников, занимался и Н.В. Кинд. В своих работах он реконструировал климат голоцена и обобщил сведения о

климатических тенденциях в этот период. Данный анализ подтвердил гипотезу Шнитникова о том, что в период голоцена произошло 6 макроклиматических циклов, они имели интервал 1300-2000 лет [20;38].

Если оценивать современную ситуацию, в первую очередь исходя из позиций концепции природной циклики, то можно сказать о том, что с 1979 г. до настоящего времени мы живем в условиях вековой прохладно-влажной фазы климата, развивающейся на фоне диаметрально противоположной тенденции, а именно многовековой тепло-сухой эпохи 2000-летнего цикла, начавшейся с середины XIX века. Это явилось следствием развития вековой прохладно-влажной фазы климата в последние десятилетия на огромных пространствах Земного шара. Данная тенденция наиболее ярко проявляется на многих территориях земного шара, начиная от Канады, и заканчивая Юго-восточной Азией, где в это время участились случаи землетресений, цунами, наводнений, обильных снегопадов, сильных штормов, а так же аномальных кратковременных похолоданий [13;34;35;36].

Исходя из вышеупомянутой информации о вековых циклах климатических колебаний, накопленной в результате длительных исследований и наблюдений, в настоящее время принято выделять следующие подразделения внутривековых циклов, показанных в таблице 2 [69].

Многовековые колебания климата определяются сложным взаимодействием геологических и астрономических факторов, которые зависят от геокосмических связей, в частности, от движения планет Солнечной системы, Луны, Солнца. Относительные смещения ядра Земли имеют циклический характер, из-за циклических воздействий на систему ядро–мантия внешних небесных тел, формирование потоков тепла и разогретого вещества также будет иметь циклический характер.

## Подразделение климатических циклов [38]

№ п/п	Название цикла	Характеристика цикла
1	Вековой цикл (90-100 лет)	Усиление солнечной активности, в результате чего получаются двойные и тройные циклы
2	Полувековой (35-40 лет)	Усилением вулканизма, учащением катастрофического схода лавин и селей
3	11-летний цикл	Имеет схожие характеристики с первым внутривековым циклом
4	3,5-3,7 лет	Четверть 11-летнего цикла солнечной активности, научно не доказан
5	Годовой цикл	Имеет космическое объяснение
6	Сезонный цикл	Смена ландшафтов, ледовые явления на реках (ледостав/ледоход, половодье/межень), различные реакции биоты (спячка животных, миграция рыб, птиц, млекопитающих)
7	Суточный цикл	Включают смену дня и ночи, суточный ход температур, ход абсолютной и относительной влажности, фотосинтез, ночной и дневной бриз

Внутривековые (30–40 лет), вековые (70–90 лет) и многовековые ритмы климатических изменений связаны с проявлением различных природных циклов, определяемых эндогенными и экзогенными процессами.

Коротко-ритмичные изменения климата связаны с колебаниями солнечной активности. Это циклы продолжительностью 1800–1900, 180–190, 80–90, 30–35 лет, 22 года, 11 лет, 5–6, 3–4 и менее 2 лет [38;58;60].

Внутривековые климатические циклы, по мнению учёных, являются основополагающими характеристиками климата, так как включают в себя климатические промежутки имеющие важнейшее значение для жизни и деятельности человека.

Большинство учёных сходятся во мнении, что внутривековая циклика имеет космическое объяснение. Оно заключается во взаимосвязи нашей планеты с ритмами на Солнце и других космических объектов. Такую точку

зрения разделяют такие известные исследователи, как Е.В. Максимов, М.М. Ермолаев и другие.

По современным представлениям Брикнеров цикл с характерным периодом около 30 лет и квази-четырёхлетними флуктуациями большой амплитуды определяется сложением колебаний гидрометеорологических характеристик с периодами солнечного (365 суток) и лунного (355 суток) года. В результате формируется 35-летний цикл «биений», когда климат Европейской России становится то (при совпадении фаз), континентальным, с преобладанием холодных зим и жарких летних сезонов (например, периоды 1963–1975 г.г. и 1995–2011г.г.), то (при расхождении фаз на 180 град.), морским, с частыми оттепелями зимой и прохладными летними сезонами (1956–1962 г.г., 1976–1994г.г.) [2;43].

По мнению Н.С. Сидоренкова квази 35-летние колебания возрастают с широтой и становятся особенно значимыми в полярных областях. Большие колебания теплового режима в полярных областях порождают возмущения межполушарной циркуляции, приводящие к большим аномалиям обмена массой воздуха, тепла, водяного пара между северным и южным полушариями. Из-за этого возникают эпохи атмосферной циркуляции, декадные вариации интенсивности муссонов, изменения массы ледниковых щитов Антарктиды и Гренландии, приводящие к декадным вариациям параметров вращения Земли [19;58;59;60].

## **2.2. Природная циклика над территорией Европейской России**

В последнее время наблюдается повышенный интерес многих учёных к исследованию климата прошедших лет. Основная причина такой тенденции заключена в поиске закономерностей климата прошлого для предсказания климатических изменений в будущем. В наше время изменение климата происходит значительными темпами, и поэтому учёные хотят знать: что же

ждёт нас в ближайшем будущем, какие последствия грядут за изменением климата, а, что самое главное, каким образом это отразится на человеке?

Природная циклика является основополагающим фактором изменения климата, поэтому мы сочли необходимым в нашей работе уделить внимание рассмотрению исторических климатических процессов [16;17;18].

На Европейской территории России климат, максимально приближенный к современному, установился примерно 12 тысяч лет назад (период голоцена). Во 2 тысячелетии до нашей эры на Земле началось резкое похолодание климата, и он стал суше. Этот период характеризовался понижением температуры в среднем на 2 С по сравнению с климатическим оптимумом [13;48;53;65;67].

Если же говорить об этом периоде более подробно, то данным вопросом в своей работе занимались А.В. Слепцов и В.В. Клименко [61]. По результатам их исследования климата голоцена на Европейской части России можно сказать следующее.

Наиболее значимым компонентом климата является температура воздуха, поэтому её динамика в исследованиях занимает особое место. Исследования средне годовой температуры воздуха на Европейской части России с применением математического моделирования проходило с использованием современных технологий по восстановлению исторических данных. Было выяснено, что X век был самым тёплым на Европейской равнине за последние 2000 лет, после чего была отмечена трендовая тенденция к похолоданию вплоть до второй половины XIX века. Скорость этого похолодания значительно уступает скорости так называемого глобального потепления климата во второй половине XX века.

Интересно заметить, что за последнюю тысячу лет на территории Европейской части России имеет место последовательное чёткое чередование тёплых и холодных периодов. Причём все чётные столетия обязательно являются тёплыми, а нечётные – холодными. Данная

тенденция характеризует яркий пример существования двухсотлетнего климатического ритма на территории Европейской части России [70].

В XX веке тенденция к похолоданию, имевшая место на протяжении тысячелетия, сменяется на противоположную. Истинные причины такой перемены неизвестны, однако учёные предполагают, что виной этому является антропогенное влияние [49;56;57].

Анализ сравнения среднегодовой температуры с увлажнённой исследуемой территории указывает на то, что холодные периоды являются более сухими. Однако, ярко выраженного тренда к переувлажнению или иссушению территории не наблюдается в Российской истории. Если же сравнивать температуры зимы и лета, то учёные установили, что зимние аномалии имеют вдвое большую амплитуду, чем летние. Антропогенное воздействие в XX веке не изменило естественного хода температур в летний период, однако оказало значительное влияние на потепление зимнего сезона. Особо отмечается тот факт, что лето на протяжении тысячелетия холодает, что является следствием вышеописанных тенденций, а зимние температуры, особенно в последние сто лет, имеют серьёзную тенденцию к потеплению.

Слепцов и Клименко отмечают роль антропогенного воздействия на территории Европейской части России. При расчёте колебаний среднегодовой температуры воздуха за предыдущую тысячу лет, а так же прогноза до 2050 года, был сделан с одной стороны поражающий, а с другой вполне логичный вывод. Отсутствие антропогенного фактора в начале, а за тем и в середине XXI века привело бы к сильнейшему похолоданию на территории Русской равнины, сопоставимому со значениями самого холодного периода за последние 2000 тысячи лет, наблюдавшегося в последней декаде XVII века. Таким образом, по результатам расчётов Клименко и Слепцова, так называемое глобальное потепление климата, не только не принесло в конце XX века территории России предрекаемых бедствий, но и на против уберегло, и в будущем ещё убережёт, от сильнейших экономических и социальных проблем [61].



Общие выводы по реконструкции палеоклимата Европейской части России можно объединить в следующие:

1) динамика изменения климата в прошлом на территории Европейской части России соответствует представлением об изменении климата прошлого на территории Евразии в целом;

2) за последнее тысячелетие наблюдалось снижение среднегодовых, а так же зимних и, в менее сильной форме, летних температур. В XX веке эта тенденция резко изменилась на противоположную. Эти процессы проходили на фоне квазициклических колебаний;

3) что касается количества осадков, то за отмеченный период не было установлено серьёзных изменений в их вариациях. Засушливые годы на изученной территории соответствовали холодным периодам, а дождливые – тёплым;

4) со второй половины XX века на территории Европейской части России глобальное потепление нашло своё отражение в зимний период, в то время как серьёзных изменений летних температур на протяжении тысячелетия не происходит;

5) среднегодовые температуры на территории Европейской части России в начале XXI века находятся на уровне максимального средневекового оптимума, наблюдавшегося в X веке. Что касается зимних температур, то они соответствуют рекордно высокой отметке за последние полторы тысячи лет, а летние – в пределах климатической нормы за этот же период.

Как уже говорилось нами ранее, учёными принято выделять, так называемые, макро-циклы в 2000 лет, на фоне которых развиваются вековые (80-90 лет) и внутривековые (30-45 лет) циклы. Последние, по другому, называют Брикнеровскими циклами [43].

С середины XIV века мы живём в тёпло-сухой фазе (600-800 лет) 2000-летнего макро-цикла, на фоне которого с середины XIX по конец XX века развивалась тёпло-сухая фаза векового цикла. В конце XX века,

приблизительно в 1979 году, эта фаза должна была смениться следующей вековой прохладно-влажной фазой. Если углубляться в терминологию, то по прогнозам учёных планету ожидал, так называемый, малый ледниковый период. Однако, вместо того, чтобы почувствовать на себе всю суровость этого процесса, в наши дни мы и все учёные мира наблюдаем климатический катаклизм, называемый глобальным потеплением климата.

Причины в нарушении динамики природной циклики в XX и начале XXI века до конца не ясны. В настоящий момент учёные всей планеты активно спорят относительно того, чем вызвано такое поведение природной циклики, и единого мнения на этот счёт не существует. До недавнего времени была популярна теория о воздействии на атмосферу Земли CO<sub>2</sub>, вызванного активной антропогенной деятельностью. Однако существует мнение, что она, как минимум, является ошибочной. Причиной этому является предположение о том, что рост глобальной температуры на Земле в последние десятилетия XX-ого века не обусловлен антропогенными причинами (основными причинами, по мнению ряда учёных, которые являются предвестниками глобального потепления климата). Как и проблема уменьшения толщины озонового слоя, прогноз глобального повышения температуры, по мнению группы учёных, отнюдь не зависит от деятельности человека, а является следствием естественно протекающими атмосферно-циклическими процессами. Основной причиной данной цикличности являются вариации солнечной активности, которые, чередуясь, происходят в определённой последовательности [44].

Утратив свою популярность под давлением новых, более обоснованных теорий, парниковая гипотеза уступила место другим прогнозам, среди которых есть мнение о том, что в ближайшем будущем нас ждёт не продолжение тенденции глобального потепления климата, а глобальное похолодание, которое так же будет вызвано циклическими процессами. По мнению ряда учёных, в наступившем XXI веке ожидается два этапа глобального похолодания. Экстремально суровые зимы должны

будут проявиться на период 2011-2020 гг. Они могут принести с собой проблемы в топливно-энергетической сфере и других значимых сферах человеческой деятельности. Данная проблема вызовет цепную реакцию проблем, вплоть до возникновения локальных военных конфликтов из-за недостатка природных ресурсов. Данная проблема, по мнению учёных, достигнет своего пика к 2035 году, то есть к тому моменту, когда возрастание солнечной активности достигнет своего пика [38].

По мнению учёных РАН [9, 29] через несколько лет на Земле начнётся холодный цикл, который продлится 30 лет. В частности, существует мнение, что средняя температура на Земле понизится на полтора-два градуса. Примечательно, что холодный цикл будет кратковременным относительно Ледникового периода и на процессах глобального потепления не отразится.

В этой связи К.Я. Кондратьев в своей работе [31] продемонстрировал необоснованность «парниковой гипотезы» глобального потепления и привлёк внимание к необходимости изучать климатическую систему «атмосфера-океан-суша-ледовый покров-биосфера» с учётом сложности обратных связей между её интерактивными компонентами.

Так высказывается ряд гипотез, одной из которых является предположение о «Квазипериодическом воздействии со стороны солнечной активности» [28;41;42]. Любопытно, что последний большой минимум такой солнечной активности пришёлся на период с XV по XIX. Исторический период этого времени, как нами уже отмечалось ранее, ознаменовался сильным похолоданием климата на планете и, в частности, на Европейской части России. По расчётам учёных, в начале XXI века что то подобное может повториться снова. Этот процесс окажет серьёзное воздействие на климат Земли и приведёт к заметному похолоданию климата. Следствием чего станет существенное снижение продуктивности экосистем, что непременно отразится на отраслях экономики, которые используют природные ресурсы [31].

Так или иначе, на протяжении последнего тысячелетия наибольшей трансформации, как в мировом масштабе, так и над территорией Северного полушария, а значит и в Белгородской области подвергся зимний сезон. Более того, в конце XX начале XXI веков, в свете так называемого глобального потепления климата, эта тенденция стала наблюдаться наиболее отчётливо. Всё больше учёных обращают внимание на этот вопрос.

Если брать в расчёт Белгородскую область, то в работе [40] при исследовании экстремальных температур на территории Белгородской области было подтверждено потепление климата на её территории по «зимнему типу». Так же было установлено увеличение средне зимней температуры на территории Белгородской области на 2,9°C за период с 1890 по 2015 годы [32;33;52].

### **2.3. Формирование климатических рядов**

Для того, что бы корректно использовать климатическую информацию, необходимо правильно распоряжаться верифицированными исходными данными. Для того, что бы их получить, необходимо руководствоваться следующими задачами [10;11;66]:

1. характеристики климата должны обязательно отражать особенности климата, которые сложились на территории в течение длительного времени. Так же необходимо учитывать тот факт, что в последний полувековой период зафиксированы серьёзные перемены в климате Земли, которые влекут за собой последствия. В этом случае целесообразнее применять длину периода наблюдений для получения средних многолетних значений;

2. наиболее важной задачей при получении климатической информации в условиях меняющегося климата является тщательный анализ однородности метеорологического ряда;

3. так же не меньшую важность при обработке климатических рядов играет получение многолетних средних месячных значений и их средних квадратических отклонений. При этом возникает проблема оценки влияния пропусков в рядах метеонаблюдений на их величину. Нужно рассматривать все пути подобной оценки климатических рядов.

Для климатологического прогноза не рекомендуется использовать простые средние арифметические значения. Намного эффективнее уточнять связь значений метеорологического ряда между своими же показателями и использовать это при расчётах.

Так же существует возможность расчета среднего значения с весами для членов ряда, уменьшающегося от конца к началу ряда по экспоненте [21;45;46].

Для того, что бы установить однородность рядов, необходимо изучить разности и отношения общих совпадающих значений метеорологических величин на станциях, находящихся недалеко друг от друга. Принцип, при котором выявляется неоднородность климатических рядов, называется малой изменчивостью во времени исследуемых разностей. Примечательно, что при этом имеется в виду однородность ряда в климатологическом смысле, которую метеорологи и климатологи называют методической. Это название в полной мере показывает её значение. Существует такое понятие, как ступенчатые графики разностей и отношений по температуре и осадкам. Оно диктует нам условие, при котором утверждение об относительном постоянстве значений разностей и отношений не может быть правильным.

Так как в настоящее время происходят значительные перемены в климате, ряды метеорологических данных практически всегда будут статистически неоднородными.

Для того, что бы проанализировать однородность рядов, возможно рассматривать ряды разностей и сами величины рядов. Такую процедуру проводят тогда, когда сложно подобрать пару станций, находящихся рядом с другом, с похожими климатическими условиями. В таких случаях

проверку однородности можно проводить по рядам значений самой метеорологической величины.

Исходя из вышесказанного, при подготовке климатологических рядов к расчету характеристик, необходимо производить проверку однородности климатических рядов по всем станциям. Если же этот путь является долгим, и не хватает времени для его реализации, то целесообразно при изменении уровня разностей (отношений) возможно предполагать соответствие исходной неоднородности ряда.

Математические методы представляют совокупность алгоритмов, основанных на теоретических положениях и идеях определенного раздела математики и позволяющих осуществить комплексный анализ тех или иных закономерностей и отношений.

Основными задачами математической обработки экспериментальных данных являются: определение характеристик случайных величин и событий, сравнение между собой их вычисленных значений, построение законов распределения случайных величин, установление зависимости между полученными случайными величинами, анализ случайных процессов.

В своей работе, при рассмотрении зимних климатических характеристик, мы сочли необходимым использовать следующие статистические показатели [12]:

1) Среднее значение:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (1)$$

где  $x$  – значения величин, для которых необходимо рассчитать среднее значение;  $n$  – общее количество значений  $x$  (число единиц в изучаемой совокупности).

2) Среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (2)$$

где  $x_i$  – первый элемент выборки,  $n$  – объём выборки,  $\bar{x}$  – среднее арифметическое выборки (выборочное среднее).

3) Коэффициент вариации:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (3)$$

где  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение,  $\bar{x}$  – среднее арифметическое выборки (выборочное среднее).

4) Дисперсионный анализ:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (4)$$

где  $x_i$  – первый элемент выборки,  $n$  – объём выборки,  $\bar{x}$  – среднее арифметическое выборки (выборочное среднее).

5) Коэффициент корреляции по Стьюденту:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \quad (5)$$

где  $M_1$  – средняя арифметическая первой сравниваемой совокупности (группы),  $M_2$  – средняя арифметическая второй сравниваемой совокупности (группы),  $m_1$  – средняя ошибка первой средней арифметической,  $m_2$  – средняя ошибка второй средней арифметической.

#### **2.4. Методика расчёта специализированных климатических характеристик зимнего сезона**

*Отопительный период* – период года, когда устойчивая среднесуточная температура наружного воздуха меньше или равна  $+8^\circ\text{C}$ .

Основные показатели отопительного периода, которые используются для расчетов систем отопления следующие:

- температура наружного воздуха в холодный период года, град. С,
- продолжительность отопительного периода, сутки,
- средняя температура отопительного периода, град. С.,
- градусо-сутки отопительного периода, °С\*сут. Этот показатель

рассчитывается по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{вн}} - t_{\text{от.пер.}}) * Z_{\text{от.пер.}}, \quad (6)$$

где  $t_{\text{вн}}$  – температура внутреннего воздуха в помещении, °С; для частного дома принимаем равной 20°С по о ГОСТ 12.1.005-88,

$t_{\text{от.пер.}}$  – средняя температура отопительного периода, °С,

$Z_{\text{от.пер.}}$  – продолжительность отопительного периода, сут.

Последние два показателя принимаются по СНиП 23-01-99 "Строительная климатология и геофизика". Все эти показатели отличаются по городам. Их значения приводятся в СНиПах.

Наши расчёты отопительного периода будут вестись на основе Руководства по специализированному обслуживанию, созданному Н.В. Кобышевой [54]. По этому документу, среднее число градусо-дней определяется как сумма разностей между температурами помещения (базовой температурой) и внешней среды за все дни отопительного сезона. Базовая температура в нашей стране для большей части зданий составляет 18 °С. (для Белгородской области 20°С). Расчеты выполняются косвенным способом по данным многолетних средних месячных температур воздуха.

Так как в течение отопительного периода все суточные температуры ниже базовой, число градусо-дней вычисляется по формуле:

$$Q = \Sigma (T_{\text{в}} - T) * n, \quad (7)$$

где  $Q$  – среднее число градусо-дней за отопительный сезон;

$T_{\text{в}}$  – температура воздуха в помещении, равная 18 °С;

$T$  – средняя многолетняя температура месяца, °С;



$n$  – число дней в месяце.

По этим данным строим график годового хода температуры воздуха.

Для автоматизации расчетов можно по средним месячным температурам восстановить значения за каждый день месяца аналитическим способом.

В Главной Геофизической Обсерватории был предложен метод Хлебникова, который заключается в восстановлении суточных значений, основанный на применении рядов Фурье.

Расчетные температуры воздуха наиболее холодного периода, более холодных суток и наиболее холодной пятидневки или их аналоги в виде квантилей заданной обеспеченности также имеют первостепенное значение при расчете ограждающих конструкций [54].

Для их расчета из метеорологических ежемесячников производят выборку температуры воздуха наиболее холодных суток и наиболее холодной пятидневки за 30 – 50 лет. Эти данные располагаются в убывающем порядке с присвоением каждой величине порядкового номера. Температура воздуха наиболее холодных суток и наиболее холодной пятидневки округляется до  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Интегральную вероятность (обеспеченность)  $P$  рассчитывают по формуле:

$$P = m / (n + 1) \quad (8)$$

где  $m$  – порядковый номер;  $n$  – число членов ряда, равное числу принятых к обработке лет наблюдений [62].

*Промерзание почвенного покрова.* Нормативная глубина сезонного промерзания грунта принимается равной средней из ежегодных максимальных глубин сезонного промерзания грунтов (по данным наблюдений за период не менее 10 лет) на открытой, оголенной от снега горизонтальной площадке при уровне подземных вод, расположенном ниже глубины сезонного промерзания грунтов.

Нормативную глубину сезонного промерзания грунта  $d_{fn}$ , м, при отсутствии данных многолетних наблюдений следует определять на основе

теплотехнических расчетов. Для районов, где глубина промерзания не превышает 2,5 м, ее нормативное значение допускается определять по формуле:

$$dfn = d\theta * \sqrt{Mt} \quad (9)$$

где  $Mt$  – безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе, принимаемых по СНиП по строительной климатологии и геофизике, а при отсутствии в них данных для конкретного пункта или района строительства - по результатам наблюдений гидрометеорологической станции, находящейся в аналогичных условиях с районом строительства;

$d\theta$  – величина, принимаемая равной, м, для:

- а) суглинков и глин – 0,23;
- б) супесей, песков мелких и пылеватых – 0,28;
- в) песков гравелистых, крупных и средней крупности – 0,30;
- г) крупнообломочных грунтов – 0,34.

Значение  $d\theta$  для грунтов неоднородного сложения определяется как средневзвешенное в пределах глубины промерзания.

Расчетная глубина сезонного промерзания грунта  $df$ , м, определяется по формуле:

$$df = kh * dfn \quad (10)$$

где  $dfn$  – нормативная глубина промерзания, определяемая;

$kh$  – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения, принимаемый: для наружных фундаментов отапливаемых сооружений по специальной табличной величине; для наружных и внутренних фундаментов неотапливаемых сооружений  $kh = 1,1$ , кроме районов с отрицательной среднегодовой температурой [62].

### **3. ВНУТРИВЕКОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК ЗИМНЕГО СЕЗОНА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

#### **3.1. Особенности климата Белгородской области на рубеже XX-XXI вв.**

Для прослеживания особенностей климата Белгородской области за последние 30 лет в зимний период нами были использованы данные с трёх метеостанций, находящихся на территории Белгородской области: Богородицкое-Фенино, Белгород и Валуйки. Богородицкое-Фенино является старейшей реперной станцией на территории области, а так же самой северной по отношению к другим пунктам наблюдений, что даёт ей возможность наиболее оптимальной отражать динамику именно зимних климатических характеристик. Все нормативные климатические значения были получены на станции Белгород. Станция Валуйки является самой южной из всех станция Белгородской области, и выбрана нами для сравнения показателей с вышеупомянутыми станциями.

Для определения особенностей климата был выбран период с 1985 по 2015 год. За этот временной промежуток были проанализированы следующие климатические характеристики: среднегодовая и средне зимняя температура воздуха, экстремальные зимние температуры, среднее количество осадков и количество осадков в зимний период, тренды зимних температур и садков, аномалии зимних температур и осадков. Произведён расчёт специализированных зимних характеристик, которые включают в себя: параметры отопительного периода на территории области, а так же глубину промерзания почвенного покрова за исследуемый период. Так же была проведена математическая обработка климатической информации.

На рисунках 3-7 представлена динамика изменения среднегодовой температуры воздуха и осадков, а так же их аномалии за исследуемый период на станциях Богородицкое-Фенино и Белгород.

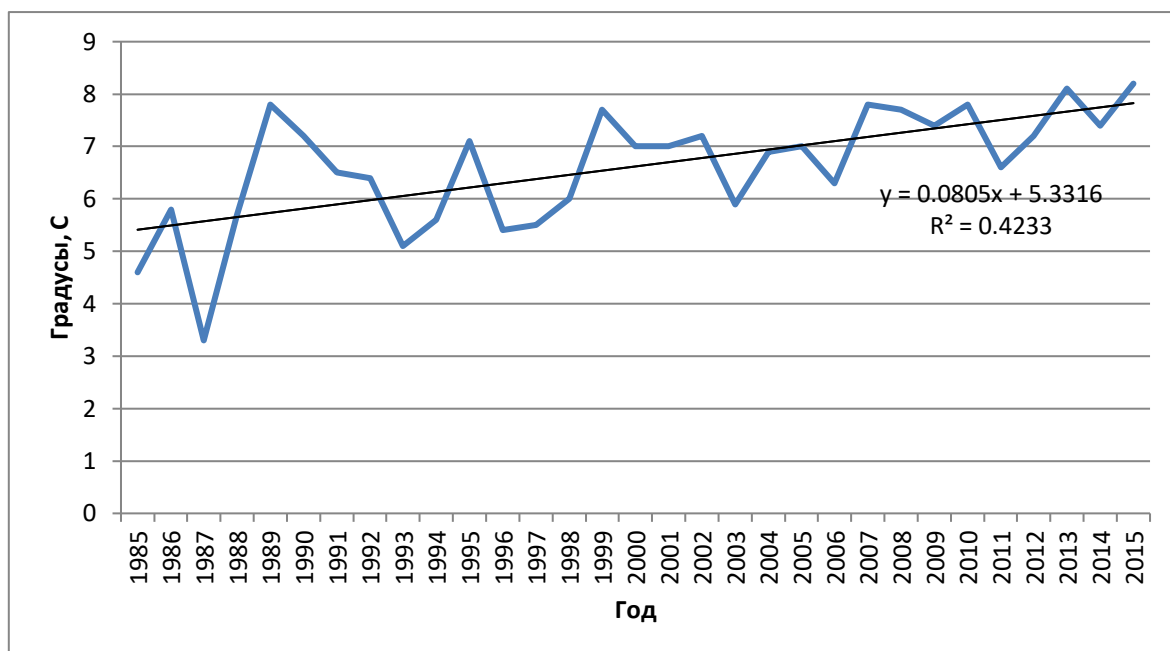


Рис. 3. Среднегодовая температура воздуха на ст. Б. Фенино в период 1986-2015 гг.

Как видно из рисунка 3, за рассматриваемый тридцатилетний период, скорость изменения температуры достигла роста в пределах 0,12 °С/год. Однако, в последнем десятилетии (2006-2015 годы) отмечено падение годовой температуры со скоростью 0,05 °С/год. Тренд среднегодовой температуры является положительным.

Аномалии годовой температуры воздуха на станции Богородицкое-Фенино, показанные на рисунке 4, имеют динамику к стабилизации за последнее десятилетие исследуемого периода.

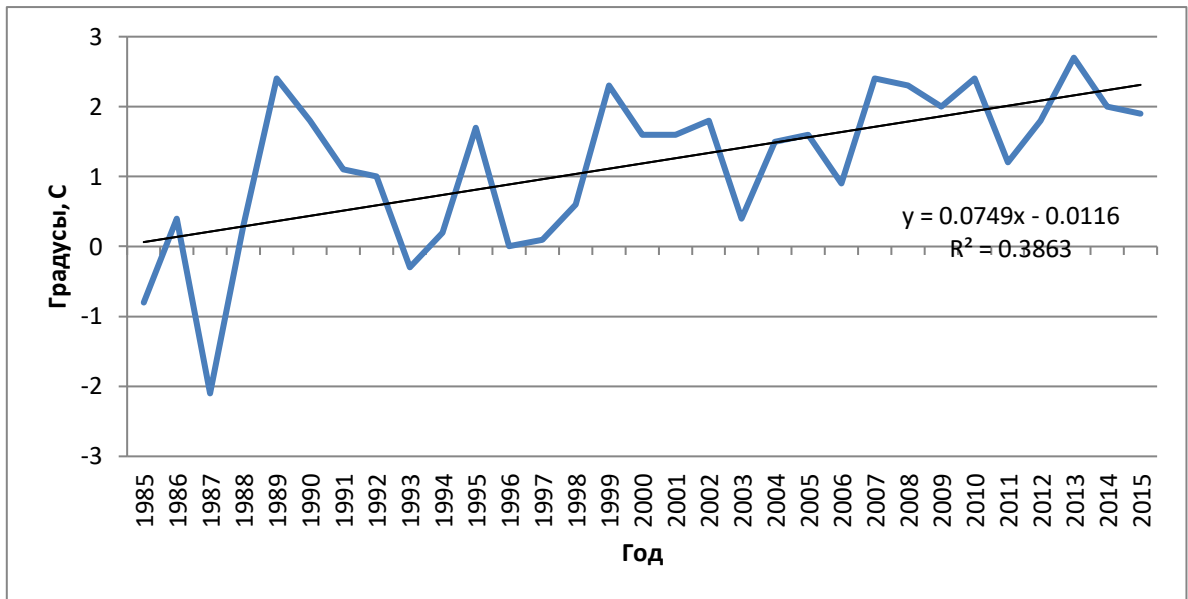


Рис. 4. Аномалии годовой температуры воздуха на ст. Б. Фенино в период 1986-2015 гг.

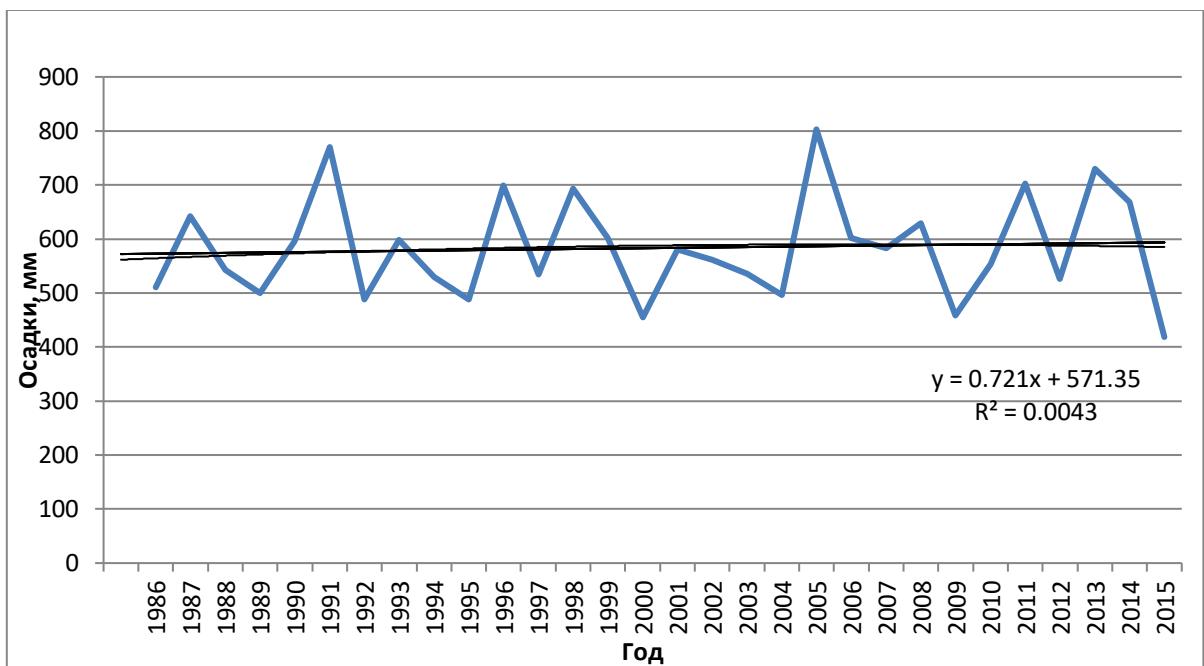


Рис. 5. Количество осадков, год, мм на ст. Б. Фенино в период 1986-2015 гг.

Как видно из рисунка 5, количество осадков в году за исследуемый период возрастает. Однако тренд этого возрастания минимален.

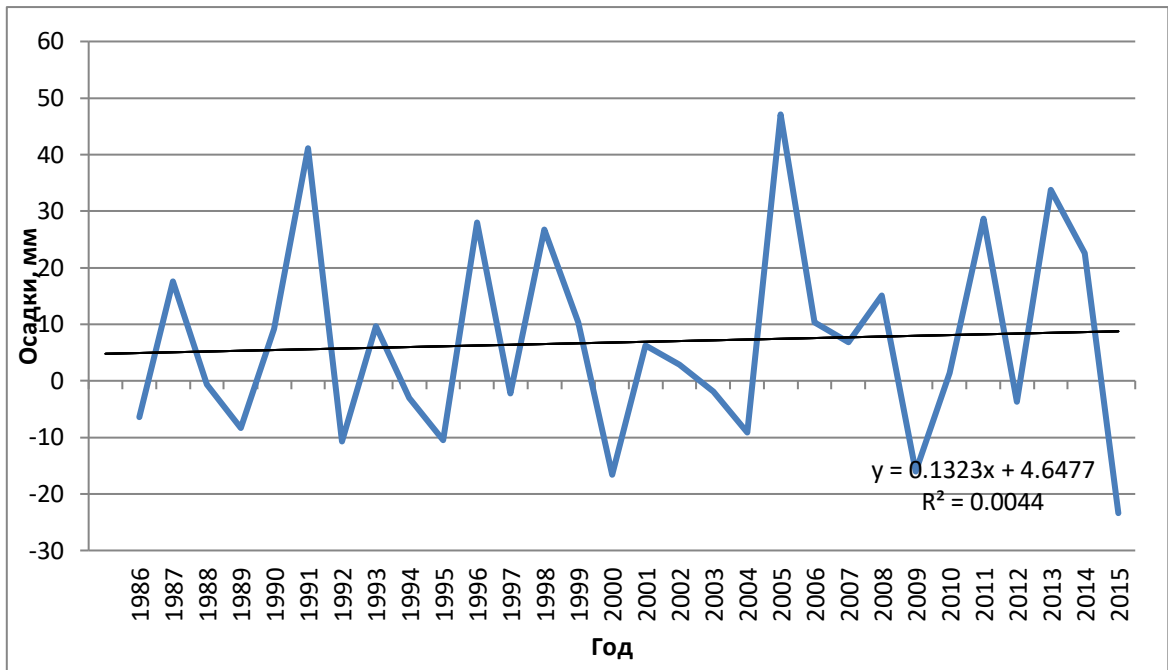


Рис. 6. Аномалии осадков, год, на ст. Б. Фенино в период 1986-2015 гг.

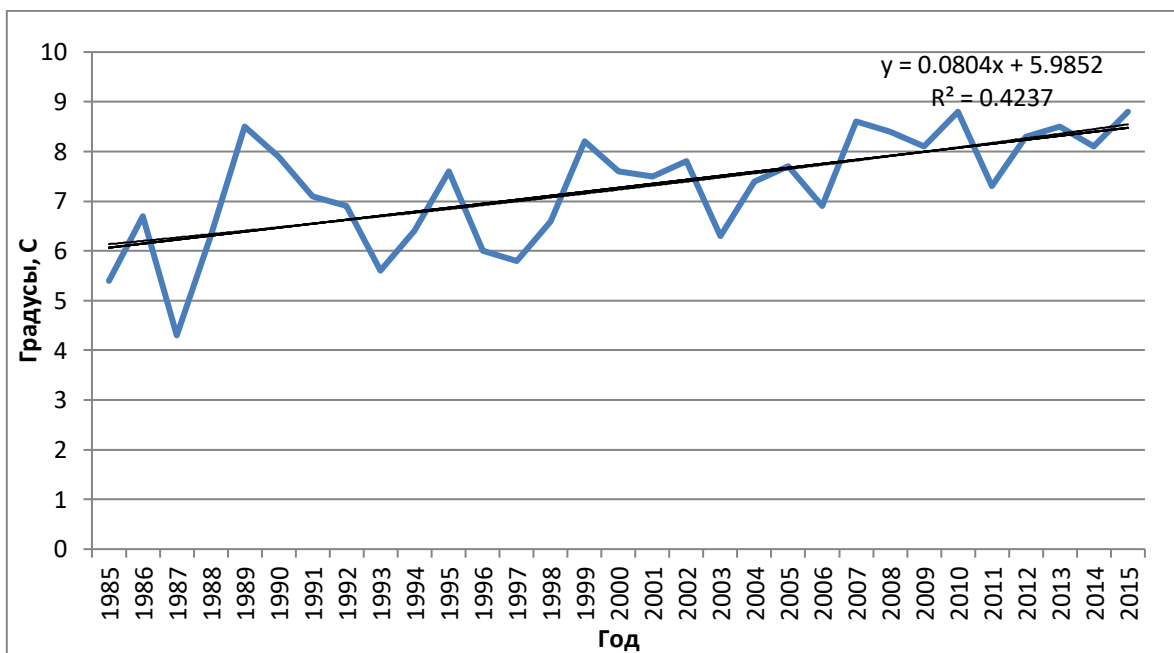


Рис. 7. Среднегодовая температура воздуха, град. С на ст. Белгород в период 1986-2015 гг.

Аномалии годовых осадков на станции Б. Фенино имеют минимальный возрастающий тренд. После 2000 года наблюдается увеличение показателей аномалий осадков, что можно связать с началом глобальных изменений в циркуляции атмосферы.

Как видно из рисунка 7, среднегодовая температура на станции Белгород имеет схожую динамику со станцией Б. Фенино. Аномалии годовой температуры воздуха, а так же годовые осадки и их аномалии на станции Белгород так же имеют схожую динамику к стабилизации за последнее десятилетие исследуемого периода со станцией Богородицкое-Фенино.

В целом, изменение годовых характеристик на станциях Белгородской области за исследуемый период имеют общую тенденцию. Среднегодовые показатели температуры постепенно возрастают, количество осадков уменьшается. Разница лишь в величине показателей.

### **3.2. Характеристики температуры и осадков зимнего сезона**

Для нашего исследования был выбран зимний температурный режим, так как именно он претерпевал самые значительные изменения на протяжении всей истории климатических наблюдений. Более того, XX и начало XXI веков характеризуется потеплением климата по «зимнему типу». В связи с этим для расчётов нами были выбраны основные зимние характеристики.

Изменение средне зимней температуры воздуха и количества осадков по годам на метеостанциях Богородицкое-Фенино, Белгород и Валуйки представлено на рисунках 8-13.

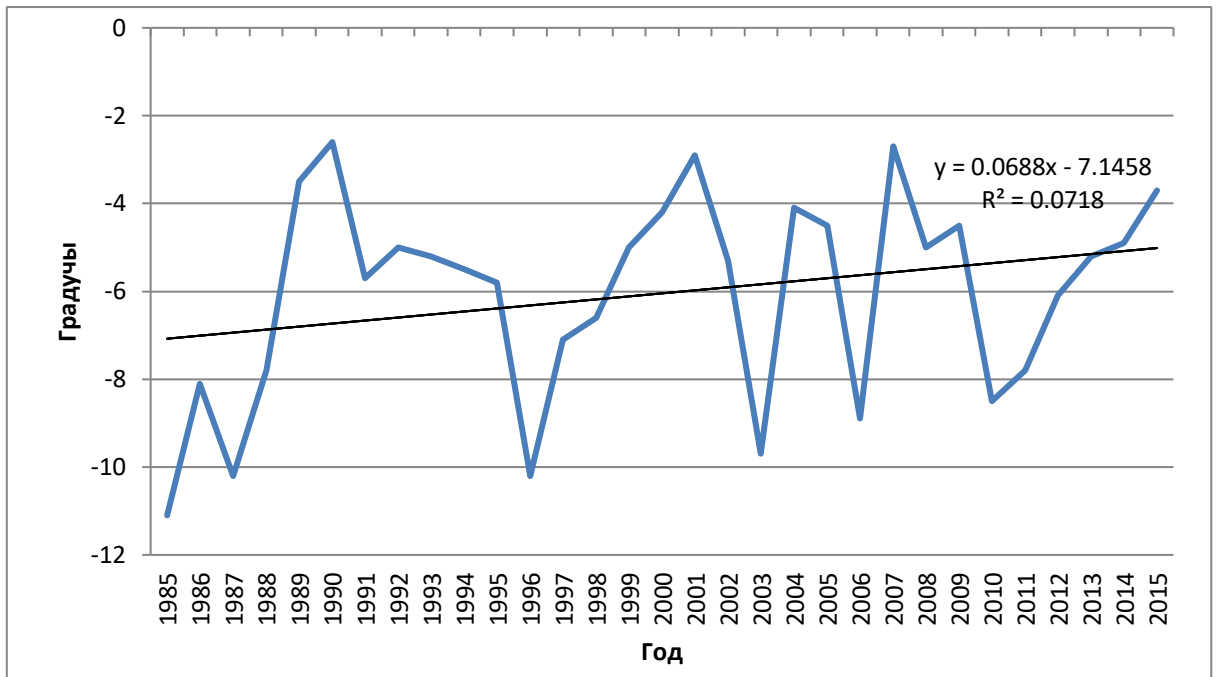


Рис. 8. Средняя зимняя температура воздуха, град. С на ст. Б. Фенино

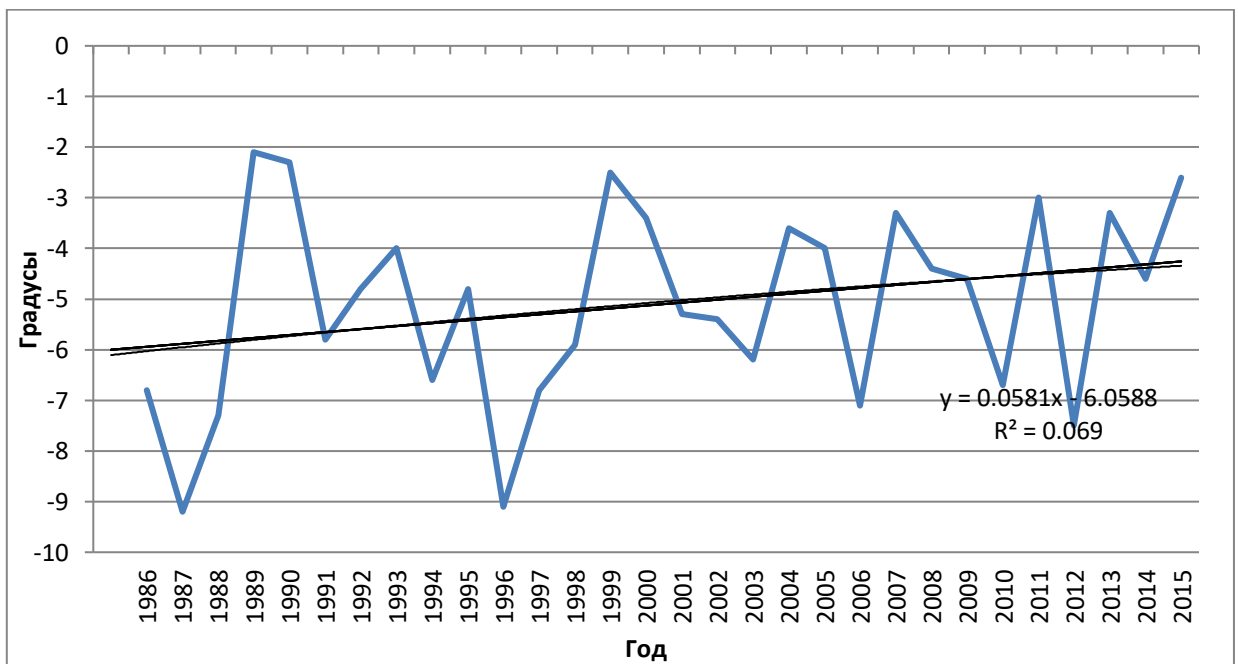


Рис. 9. Средняя зимняя температура воздуха, град. С на ст. Белгород



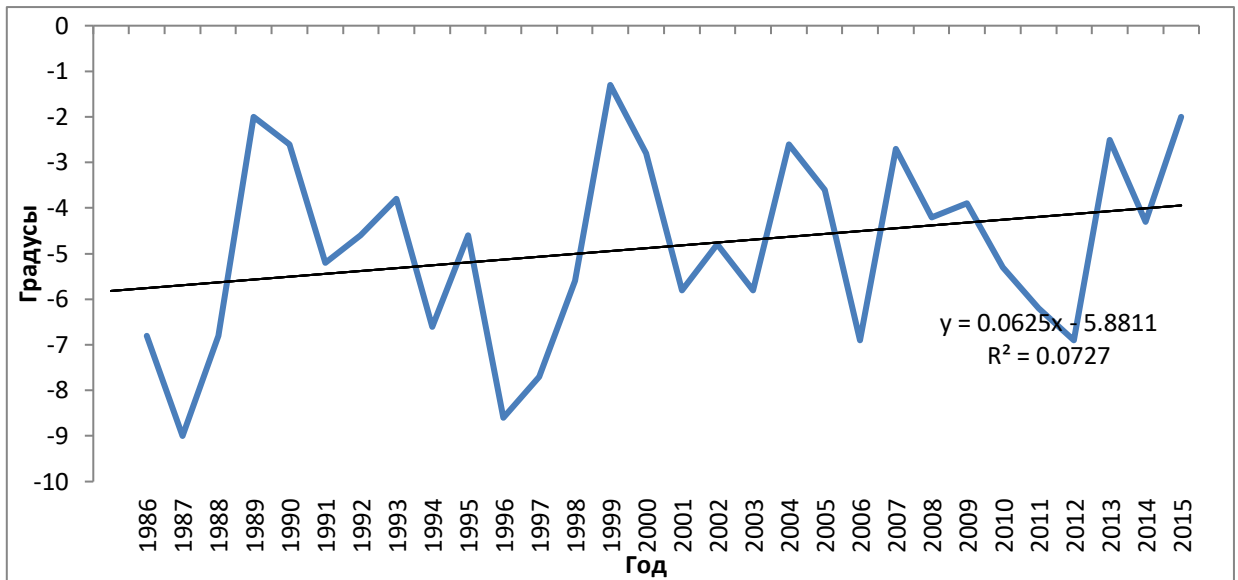


Рис. 10. Средняя зимняя температура воздуха, град. С на ст. Валуйки

Зимняя (декабрь, январь, февраль) температура воздуха на территории Белгородской области за рассматриваемый период на всех станциях неуклонно возрастает. Однако её рост был не однородным. С 1985 по 2005 год скорость роста была максимальной на 0,35 °С/год, а в последующем периоде (с 2006 по 2015 гг.) скорость увеличения температуры зимних месяцев составила 0,16 °С/год. На всех станциях наблюдается одинаковая тенденция, разница лишь в величине исследуемых показателей. Тренды температуры является положительными.

Как видно из рисунка 11, в зимнее время количество осадков имеет незначительный рост в течение двух десятилетий XX века. Однако, в начале века XXI-ого наметилась тенденция к уменьшению осадков, выпадающих в зимний период. Тренд средне зимнего количества осадков является положительным, хотя и минимальным.

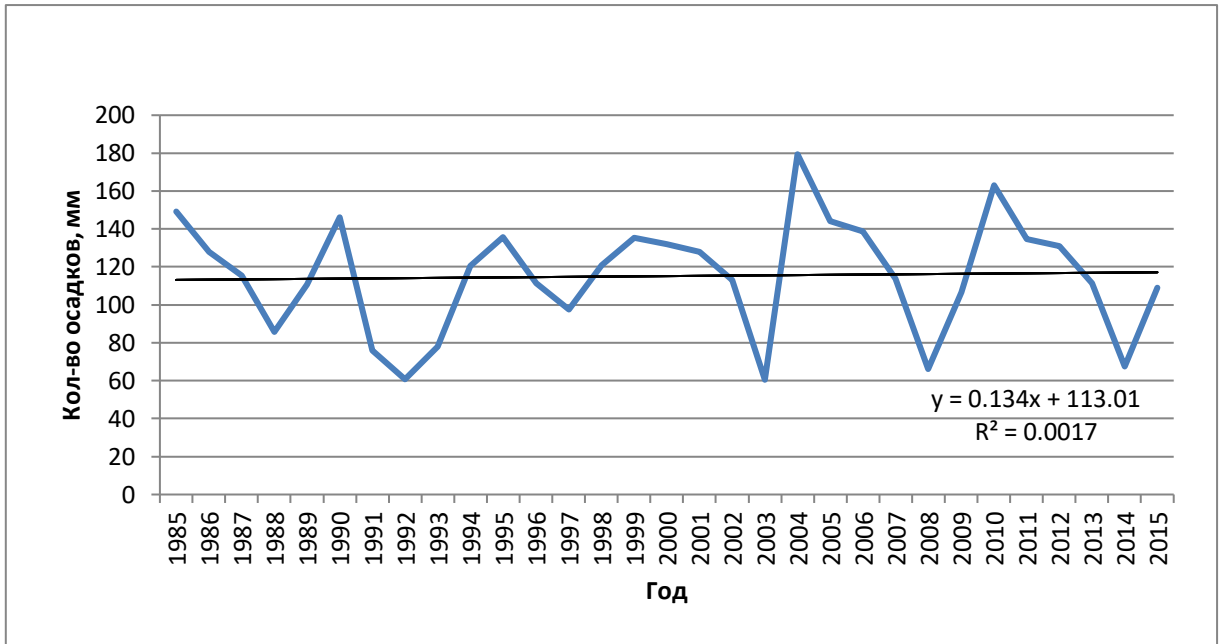


Рис. 11. Осадки, зима, мм на ст. Б. Фенино

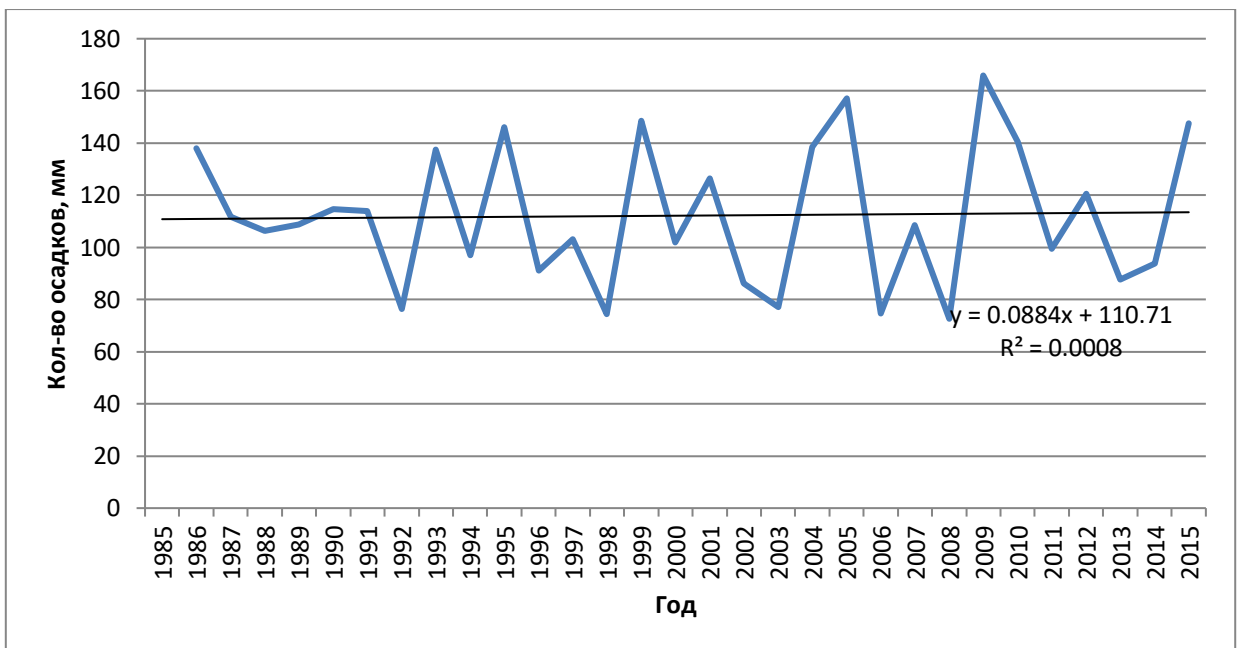


Рис. 12. Осадки, зима, мм на ст. Белгород

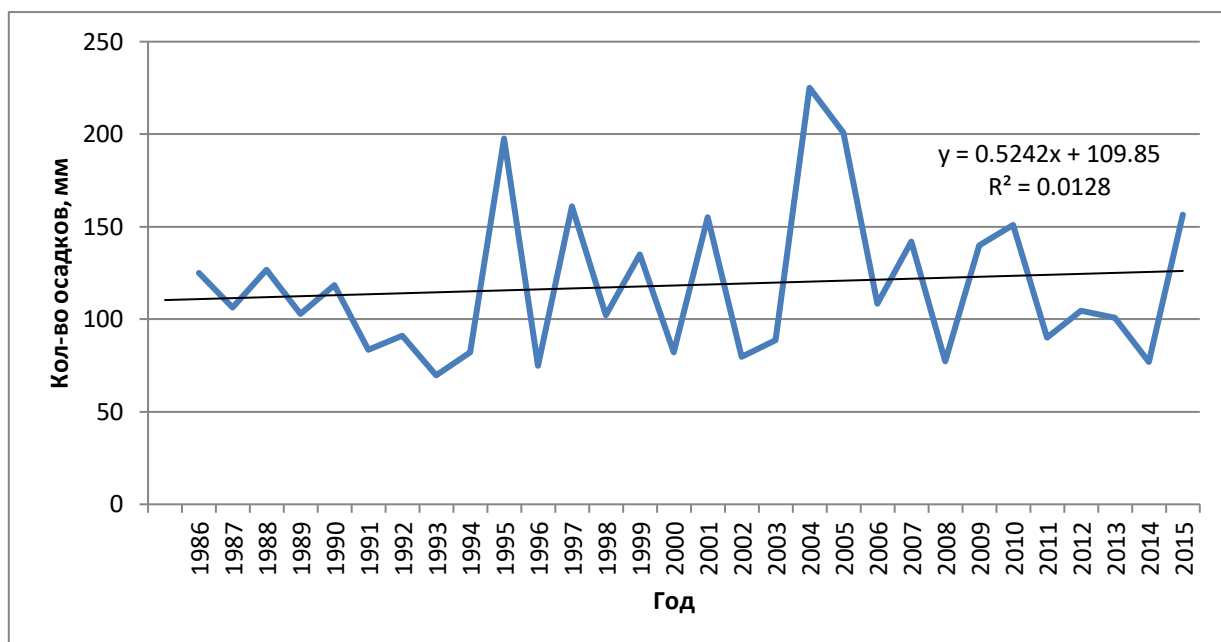


Рис. 13. Осадки, зима, мм на ст. Валуйки

Похожая динамика наблюдается и на станциях Белгород и Валуйки, представленная на рисунках 12 и 13, разница лишь в величине осадков.

Аномалиями климатических показателей являются показатели, которые представляют собой разницу между фактическими данными взятыми за исследуемый период на метеорологической станции и средним многолетним значением этих данных, характерным для широты, на которой находится метеорологическая станция.

На рисунках 14 и 15 показаны аномалии зимних характеристик на территории Белгородской области.

Как видно из рисунка 14, динамика зимних аномалий температуры воздуха в конце XX начале XXI веков возрастает, что можно объяснить значительными изменениями в климате. Однако общая динамика температурных аномалий в XXI веке имеет тенденцию к стабилизации.

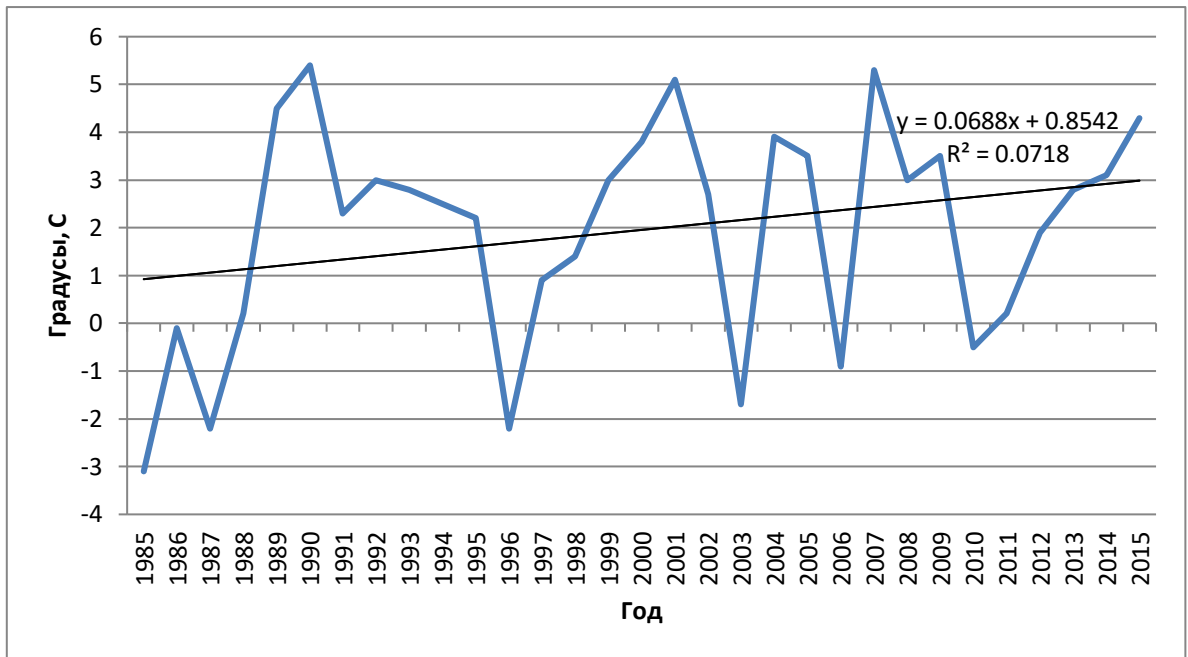


Рис. 14. Аномалии зимней температуры на ст. Б. Фенино (°С)

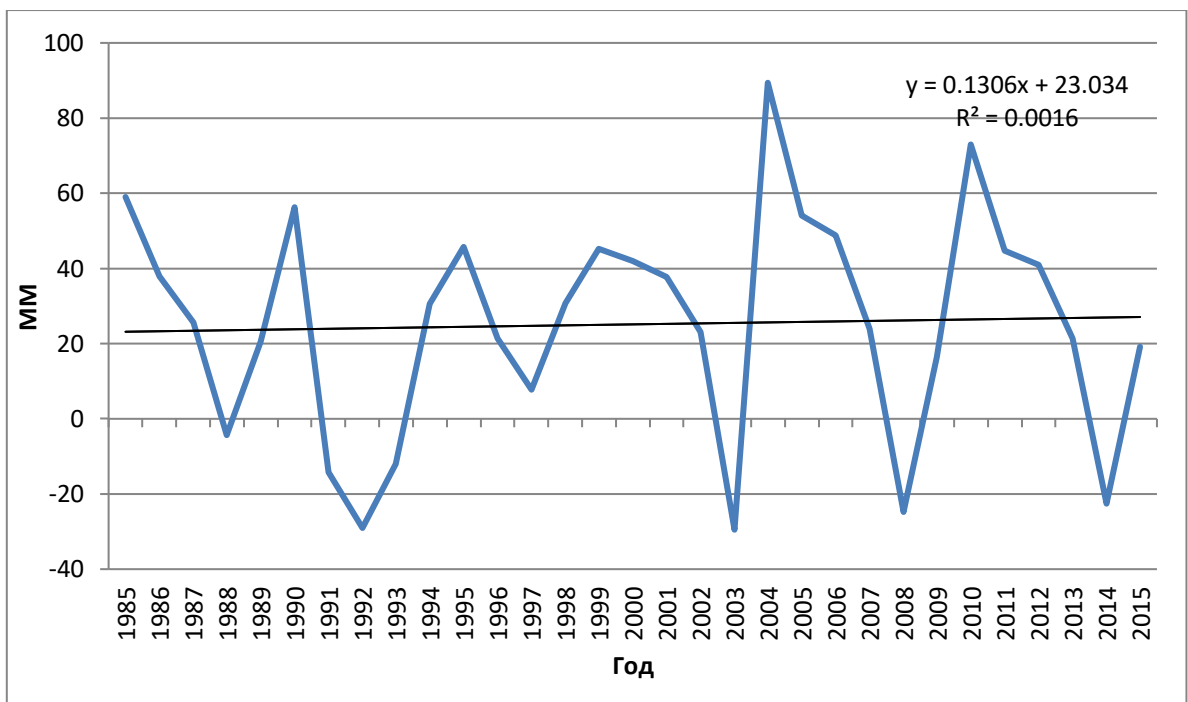


Рис. 15. Аномалии зимних осадков на ст. Б.Фенино (мм)

Показатели зимних аномалий осадков, показанных на рисунке 15, имеют минимальный возрастающий тренд. После 2000 года наблюдается тенденция к увеличению роста аномалий зимних осадков.

Отклонения зимних температур и осадков, показанные в таблице 3, выделялись нами на основе многолетних осреднённых в пределах месячных интервалов значений зимних температур и осадков. Это позволило нам проследить динамику изменения климатических показателей по каждому месяцу зимнего сезона, а так же выявить зимний месяц, который подвергся наибольшему изменению за исследуемый период.

Таблица 3

Величина отклонений зимних температур и осадков на станциях  
Белгородской области

Станция	Величина тренда зимних температур, (°С)/30 лет				Величина тренда зимних осадков, (мм) /30 лет			
	Дек.	Янв.	Фев.	Зим.	Дек.	Янв.	Фев.	Зим.
Б.Фенино	0,15	0	0,08	0,07	0,03	0,01	0,08	0,01
Белгород	0,11	-0,01	0,03	0,06	0,12	-0,18	0,1	0,03
Валуйки	0,15	0,27	0,24	0,22	0,17	0,24	0,09	0,17

Из таблицы видно, что месячные отклонения как температуры, так и осадков на станции Б. Фенино не имеют существенного различия в пределах зимнего сезона. Наибольшее декабрьское отклонение температуры (+ 0, 15) и наименьшее январьское (0) колеблется в пределах значения 0,15. Отклонение осадков колеблется в пределах ещё меньшей величины 0,02.

Отклонения зимних температур и осадков на станции Белгород имеют схожую динамику с показателями отклонений со станции Б. Фенино. Наибольшее отклонение температур и осадков является декабрьское. Для температуры оно составляет (+0,11), для осадков – (+0,11). Наименьшим является январьское отклонение. Оно же является отрицательным и для температуры (-0,01 ) и для осадков (-0,18 ).

Отклонения зимних показателей на станции Валуйки имеют некоторое отличие от предыдущих станций. Наибольшим является январское отклонение, которое составляет (+0,27) для температуры и (+0,24) для

осадков. Наименьшее для температуры – январское (+0,15), а для осадков – отклонение февраля (+0,09).

Таким образом, мы видим, что наибольшее изменение за рассматриваемый период на станциях Б. Фенино и Белгород претерпел декабрь, а на станции Валуйки – январь, чьи показатели наиболее сильно стремились к потеплению и увеличению количества осадков.

Для более детального анализа зимних температур и осадков за указанный срок, нами рассчитаны их основные статистические параметры, представленные в таблицах 4 и 5. (для ст. Б. Фенино)

Таблица 4

Основные статистические параметры многолетних значений зимних температур (°С) за период с 1986 по 2015 гг. на станции Б.Фенино

Год	Дек.	Янв.	Фев.	Среднее значение	Среднеквадратическое отклонение	Дисперсия	Коэффициент вариации
1	2	3	4	5	6	7	8
1986	-6,3	-5,1	-13,6	-8,3	3,8	14,1	46
1987	-6,9	-17	-7,3	-10,4	4,7	21,8	45
1988	-6,7	-8,8	-7,7	-7,7	1	0,7	13
1989	-3,5	-2,9	-0,8	-2,4	1,2	1,3	50
1990	-3,9	-4,2	0	-2,7	2	3,7	74
1991	-5,7	-4,7	-8,6	-6,3	1,7	2,7	27
1992	-6,5	-4,3	-5,1	-5,3	0,9	0,8	17
1993	-3,8	-4,5	-4,5	-4,2	0,3	0,1	7
1994	-9,7	-2,2	-10,6	-7,5	3,8	14,1	51
1995	-8,2	-6,7	-1,1	-5,3	3,1	9,3	58
1996	-7,3	-13	-10	-10,1	4,7	5,4	47
1997	-7,9	-8,4	-5,6	-7,3	1,2	1,5	16
1998	-8,1	-6,2	-5,6	-3	0,8	0,6	27

(окончание табл. 4)

1	2	3	4	5	6	7	8
1999	-1,9	-3,5	-3,5	-3,8	2,7	7,4	71
2000	-0,8	-7,4	-3,3	-6	3,1	9,6	52
2001	-10,1	-2,6	-5,3	-6	3,1	9,6	52
2002	-11,9	-6,1	-0,4	-6,1	4,7	22	77
2003	-3,2	-6,6	-10,5	-6,8	3	8,9	44
2004	-2,7	-4,1	-4,9	-3,9	0,9	0,8	23
2005	-3,1	-2,2	-8,5	-4,6	2,8	7,7	61
2006	0,1	-11	-12,2	-7,7	5,5	30,6	71
2007	-3,6	-0,7	-7,5	-3,9	2,8	7,8	72
2008	-3,6	-8,2	-3,1	-5	2,3	5,3	46
2009	-5,6	-5,8	-4,1	-5,2	0,8	0,6	15
2010	-3,5	-14	-6,1	-7,9	4,5	19,9	57
2011	-0,2	-8,6	-11,4	-6,7	4,8	22,6	72
2012	-7,1	-5,9	-12,1	-8,4	2,7	7,2	32
2013	-2,9	-5,4	-3,1	-3,8	1,1	1,3	29
2014	-3,6	-8,5	-3,5	-5,2	2,3	5,4	44
2015	-0,6	-4,4	-3,3	-2,8	1,6	2,5	57

Таблица 5

Основные статистические параметры многолетних значений зимних осадков (мм) за период с 1986 по 2015 гг. на станции Б.Фенино

Год	Дек.	Янв.	Фев.	Среднее значение	Среднеквадратическое отклонение	Дисперсия	Коэффициент вариации
1	2	3	4	5	6	7	8
1986	35,4	60,4	41,6	45,8	10,6	113	23
1987	25	56,1	24,1	35,1	14,9	221,3	42

(продолжение табл. 5)

1	2	3	4	5	6	7	8
1988	52,9	33	32,8	39,6	9,4	88,9	24
1989	56,1	25,3	32,4	38	13,2	173,4	35
1990	16,2	43,2	47	35,5	13,7	188	39
1991	17,8	27,6	32	25,8	5,9	35,2	23
1992	19,2	25,7	17,4	20,8	3,6	12,7	17
1993	63,7	27	31,8	40,8	16,3	265,3	40
1994	41,8	31,2	25,7	32,9	6,9	44,6	21
1995	35	61,9	32	43	13,4	180,7	31
1996	31,6	27	49,3	36	9,6	92,4	27
1997	63,9	32,3	33,8	43,3	14,6	212,6	34
1998	31,6	31,4	25,4	29,5	2,9	8,3	9
1999	62,8	49,7	54	55,5	5,5	29,7	10
2000	30,1	29,1	40	33,1	4,9	24,2	15
2001	48,2	45,5	52	48,6	2,7	7,1	6
2002	13,8	11,8	43,1	22,9	14,3	204,7	62
2003	46,7	34,5	12,2	31,1	14,3	204	46
2004	32,8	74,9	57,8	51,5	17,3	298,9	34
2005	67,2	68,8	42,4	59,5	12,1	146	20
2006	16,4	30,6	41	29,3	10,1	101,7	34
2007	12,3	51,7	45,9	36,6	17,4	301,7	48
2008	12,6	35	17,9	21,8	9,6	91,4	44
2009	87,2	42,4	51,5	60,4	19,3	373,8	32
2010	87,7	49,3	26,5	54,5	25,3	637,8	46
2011	59	26,1	12,5	32,5	19,5	391,1	60
2012	51,3	43,6	49,5	48,1	3,3	10,8	7
2013	14,7	30,3	62,1	35,7	19,7	389	55



(окончание табл. 5)

1	2	3	4	5	6	7	8
2014	41,4	43,2	20,7	35,1	10,2	104,2	29
2015	51,7	42,6	40	44,8	5	25,2	11

Так же нами рассмотрена корреляционная взаимосвязь между многолетними показателями средней зимней температуры воздуха и показателями зимних осадков на станциях Б. Фенино, Белгород и Валуйки, показанных в таблице 6.

Таблица 6

Коэффициент корреляции температуры воздуха и количества осадков в зимнем сезоне за период 1986-2015 гг. на станциях Б. Фенино, Белгород и Валуйки

Станция	Декабрь	Январь	Февраль	Зимние
Б. Фенино	0,27	-0,4	0,32	0,1
Белгород	0,1	-0,47	-0,1	0,24
Валуйки	0,1	0,3	0,32	0,23

Как видно из таблицы 5, во всех случаях корреляционная взаимосвязь между температурой воздуха и количеством осадков является очень слабой или отсутствует, так как он не превышает показателя 0,3.

### 3.3. Экстремальность температуры зимнего сезона

При расчёте экстремальных зимних температур воздуха (ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ ) в зимний период за основу были взяты экстремальные зимние температуры воздуха так же на станции Богородицкое-Фенино Белгородской области. Анализ данных расчётов показывает, что в начале XXI века тенденция к уменьшению экстремальности зимних температур воздуха, наметившаяся в

XX веке, продолжает сохраняться. По данным среднесуточных температур за два тридцатилетних периода времени: 1981-2010 г. и 1986-2015 г., мы рассчитали экстремальные зимние температуры воздуха (ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ ) за эти периоды и сравнили их. Эти результаты представлены в таблице 7.

Количество лет с экстремальными зимними температурами (ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ ) в XXI веке уменьшилось по сравнению с концом XX века. Абсолютный минимум температуры наблюдался 22 января 2006 г. и составил  $-32,8^{\circ}\text{C}$ . Так же мы наблюдаем здесь тот факт, что после 2010 года температура воздуха не опускалась ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Таблица 7

Характеристика периодов с экстремальными температурами воздуха зимой на станции Богородицкое - Фенино за периоды с 1981 по 2010 и с 1986 по 2015 г.г.

Период	Пункт	Кол-во лет, когда отмечались дни с $t_{\min} < -30^{\circ}\text{C}$	Наибольшее число дней зимой с $t_{\min} < -30^{\circ}\text{C}$	Среднее число дней зимой с $t_{\min} < -30^{\circ}\text{C}$	Абсолютный минимум температуры
1981-2010	Богородицкое -Фенино	6 (1985, 1987, 1994, 1997, 2006, 2010 г.)	3 (6,8-9 января 1987 г. и 22 января, 7-8 февраля 2006 г.)	<1	$-32,8^{\circ}\text{C}$ (22 января 2006 г.)
1986-2015	Богородицкое -Фенино	5 (1987, 1994, 1997, 2006, 2010 г.)	3 (6,8-9 января 1987 г. и 22 января, 7-8 февраля 2006 г.)	<1	$-32,8^{\circ}\text{C}$ (22 января 2006 г.)

Если же сравнивать рассматриваемые нами тридцатилетние периоды потепления климата в XXI веке с веком XX [41], то можно заметить, что

колебания экстремального режима в XXI в. сглаживаются постепенно, что позволяет сделать прогноз на будущее о стабилизации экстремального зимнего режима на территории области.

В совокупности с замедлением роста средних зимних температур и уменьшение количества осадков, выпадающих в зимний период, этот факт стабилизации экстремального зимнего режима на территории Белгородской области говорит об изменениях в атмосферной циркуляции над территорией Белгородской области.

### 3.4. Характеристики отопительного периода

За основу наших исследований были взяты средние месячные температуры воздуха на станции Богородицкое-Фенино и Белгород за период с 1986 по 2015 гг. Результаты расчётов (формулы 6-7) по отопительному периоду представлены в Приложении 1.

По результатам расчётов, построены графики, показанные на рисунках 16- 19, отражающие динамику основных параметров отопительного сезона на территории Белгородской области.

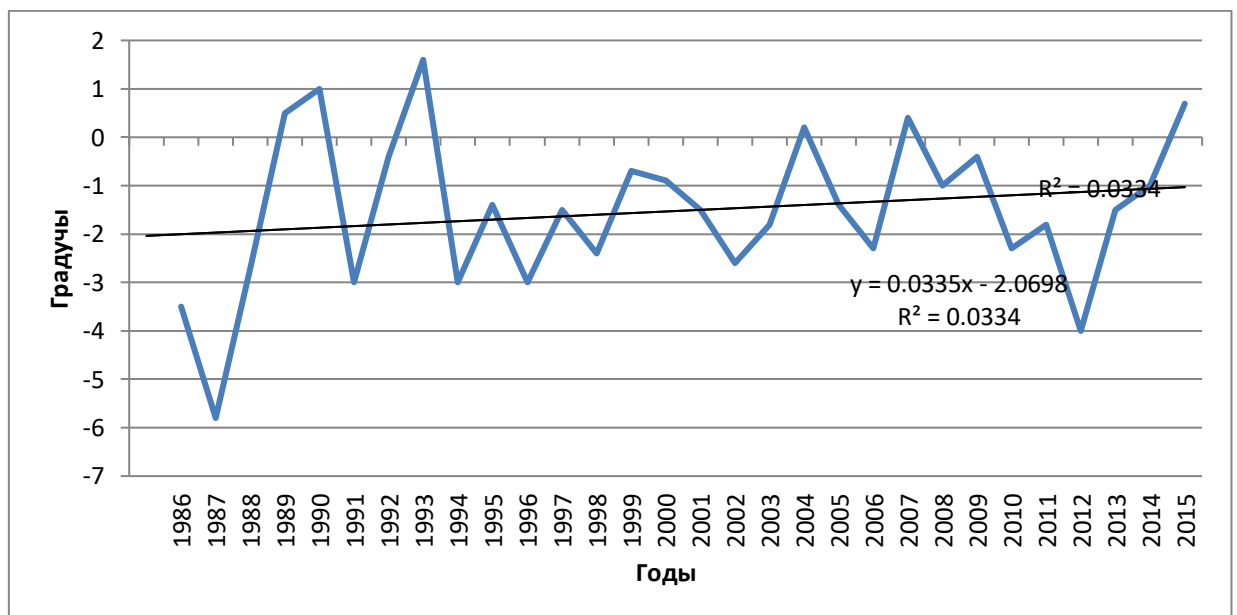


Рис. 16. Средняя температура отопительного периода (°C) на станции Б. Фенино

Температура отопительного сезона на станции Б. Фенино имеет положительную возрастающую динамику. Однако, её рост был неоднородным. Особая интенсивность повышения температуры наблюдается с 1986 по 1994 года, за тем происходит значительное замедление в течение следующих 20 лет. Исключение составляет 2012 год, когда произошёл резкий скачок зимней температуры в сторону похолодания.

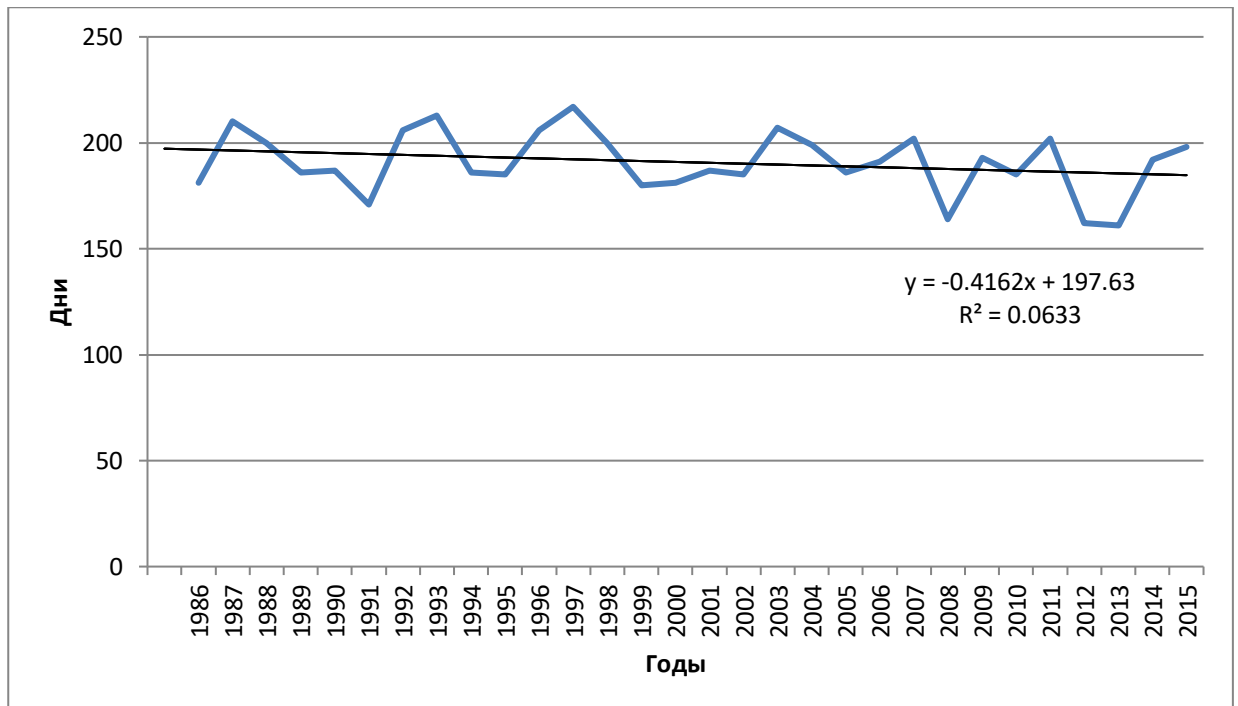


Рис. 17. Продолжительность отопительного периода на станции Б. Фенино

Продолжительность отопительного сезона имеет незначительный отрицательный тренд, что является прямым отражением повышения температуры холодного периода.

Как видно из рисунка 18, температура отопительного периода на станции Белгород имеет схожую динамику со станцией Б. Фенино. Однако, температуры здесь гораздо выше. После 2006 года температура отопительного периода на станции не опускалась ниже нулевой отметки.

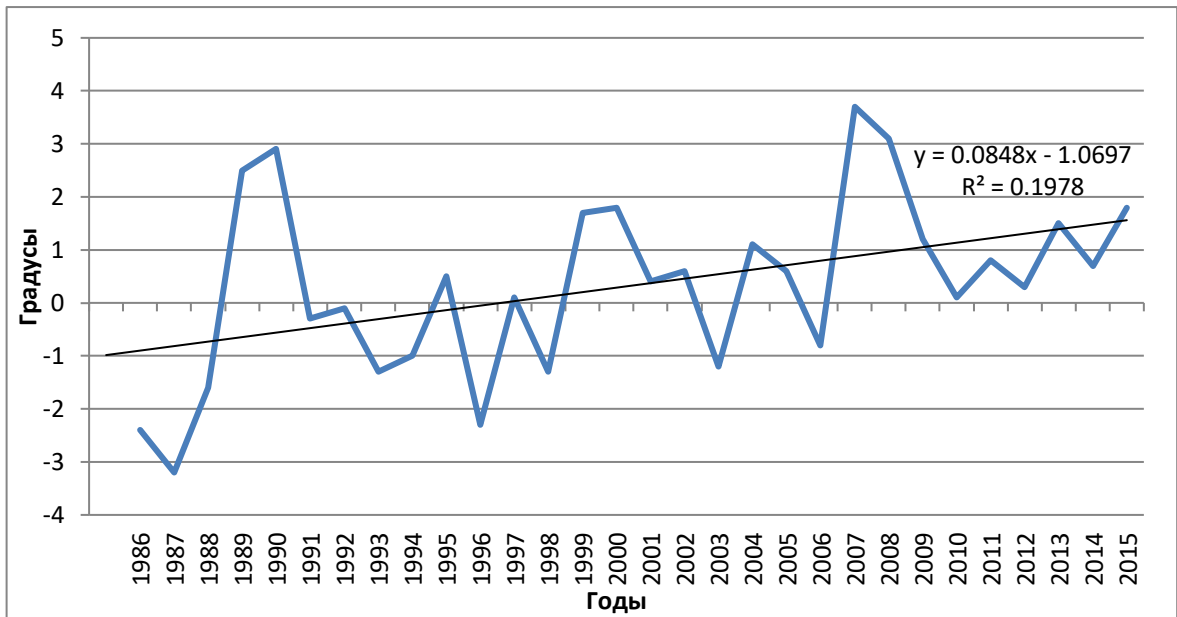


Рис. 18. Средняя температура отопительного периода (°C) на станции Белгород

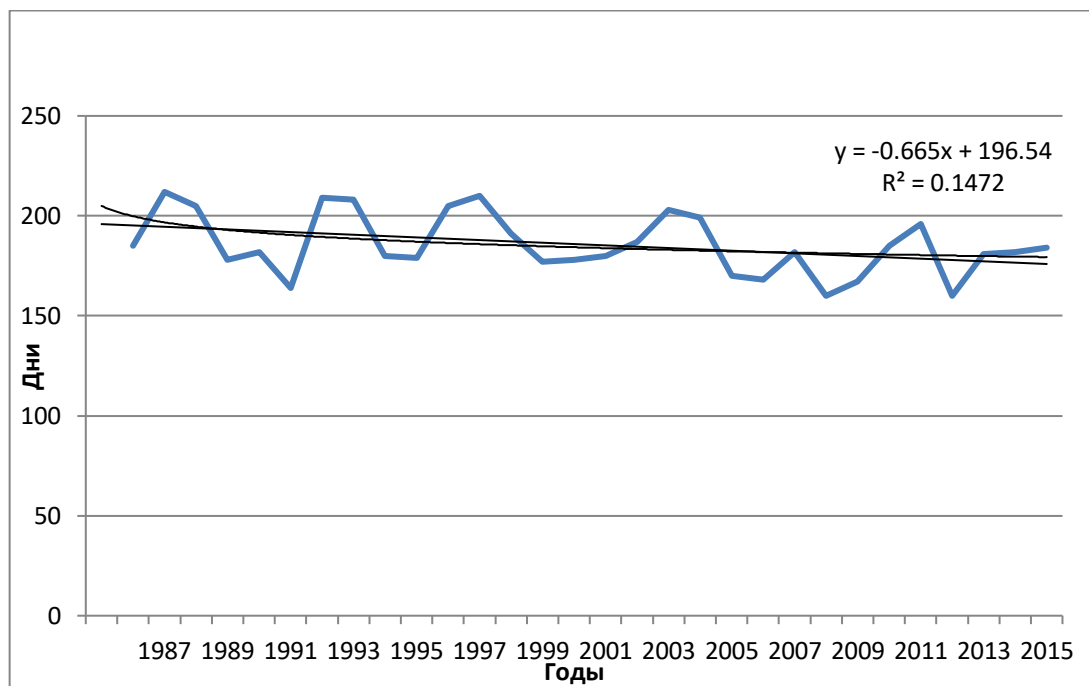


Рис. 19. Продолжительность отопительного периода на станции Белгород

Количество дней отопительного сезона, показанных на рисунке 19, имеет незначительный отрицательный тренд, что является прямым отражением увеличения температуры по этому показателю на станции Белгород.

Согласно СНиП 23-01-99 [62], который был введён в действие 01.01.2000 г. с поправками в 2012 г. и применяется до настоящего момента, на территории Белгородской области количество дней отопительного периода составляет 191 сутки, средняя температура отопительного периода равна -1,9 °С. Количество градусо-дней (при температуре в помещении 20 °С) равно:  $20 - (-1,9) * 191 = 4183$  °С/дней.

По нашим расчётам, средние значения за 30-ний период по основным показателям отопительного сезона на территории Белгородской области представлены в таблице 8.

Таблица 8

## Средние показатели отопительного сезона за исследуемый период

Станция	Температура отопительного периода, °С	Количество дней отопительного периода, сутки	Число градусо-дней отопительного периода, °С/дни
Б. Фенино	-1,5	191	4106
Белгород	0,3	185	3645

Таким образом, увеличение температуры отопительного периода для станции Б. Фенино произошло на 0,4 °С, для станции Белгород на 2,2 °С. Число дней отопительного периода на станции Б. Фенино полностью схоже с нормативными показателями, а на станции Белгород уменьшается на 6 дней и составляет 185 суток. Число градусо-дней на станции Б. Фенино уменьшается на 77 °С/дней, а на станции Белгород на 538 °С/дней по сравнению с нормативным показателем в 4183 °С/дня.

Данные показатели свидетельствуют о продолжающемся незначительном потеплении зимнего сезона на территории Белгородской области, которое выражается в росте температуры отопительного периода.

Так же нами были выполнены расчёты затрат на стоимость климатических ресурсов для теплоснабжения на примере наших расчётов отопительного периода. Нормативная стоимость ресурсов теплоснабжения для Белгородской области в отопительный период (при отопительном

периоде в 191 день) составляет 192 млн. руб [39]. Так как для станции Б. Фенино продолжительность отопительного периода по нашим расчётам составляет 191 день, то стоимость затрат при этом не меняется. Для станции Белгород, где по нашим расчётам продолжительность отопительного периода составляет 185 дней, стоимость ресурсов теплоснабжения снизится до 186 млн. в период отопительного сезона.

### 3.5. Промерзание почвенного покрова

Результаты, полученные в ходе расчётов глубины промерзания почвенного покрова (формулы 9,10) за исследуемый период, представлены в таблицах Приложения 2.

По результатам расчётов построены графики, показанные на рисунках 20 и 21 и отражающие динамику промерзания почвенного покрова на территории Белгородской области за рассматриваемый период.

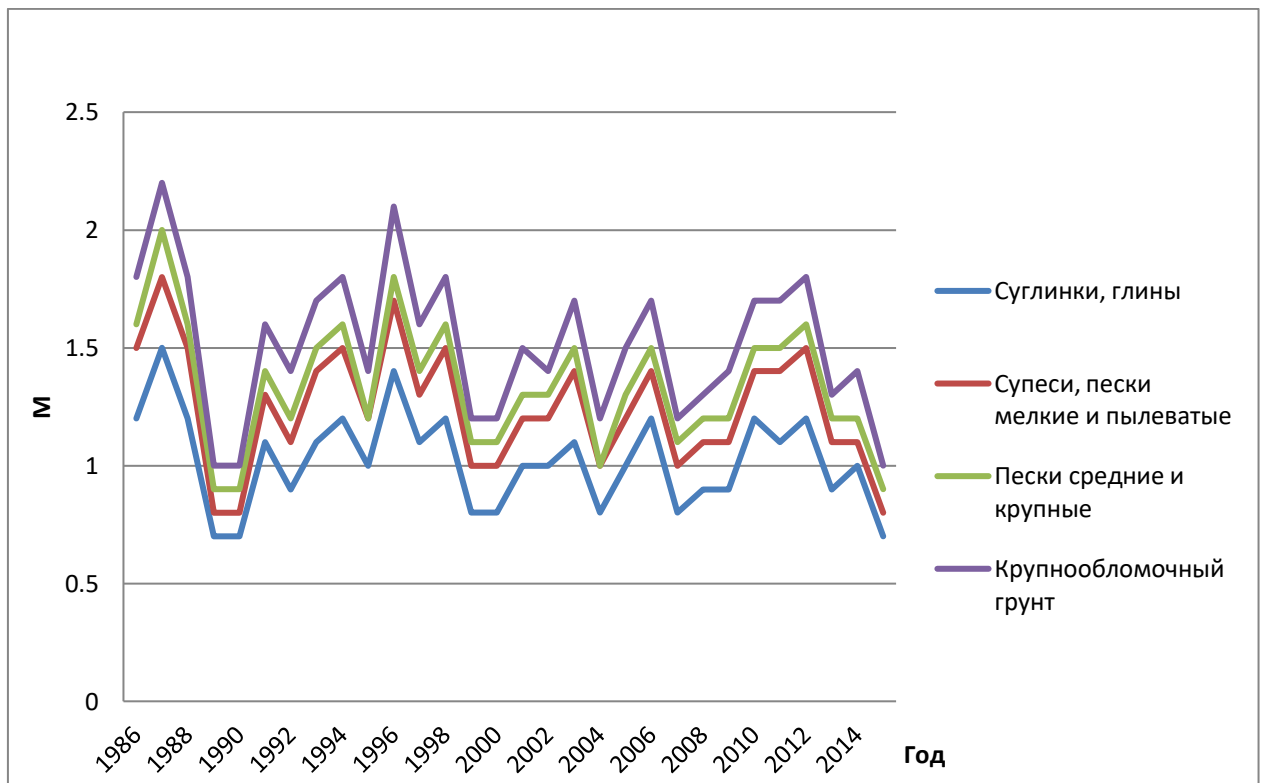


Рис. 20. Глубина промерзания почвенного покрова по климатическим показателям на станции Б. Фенино, м

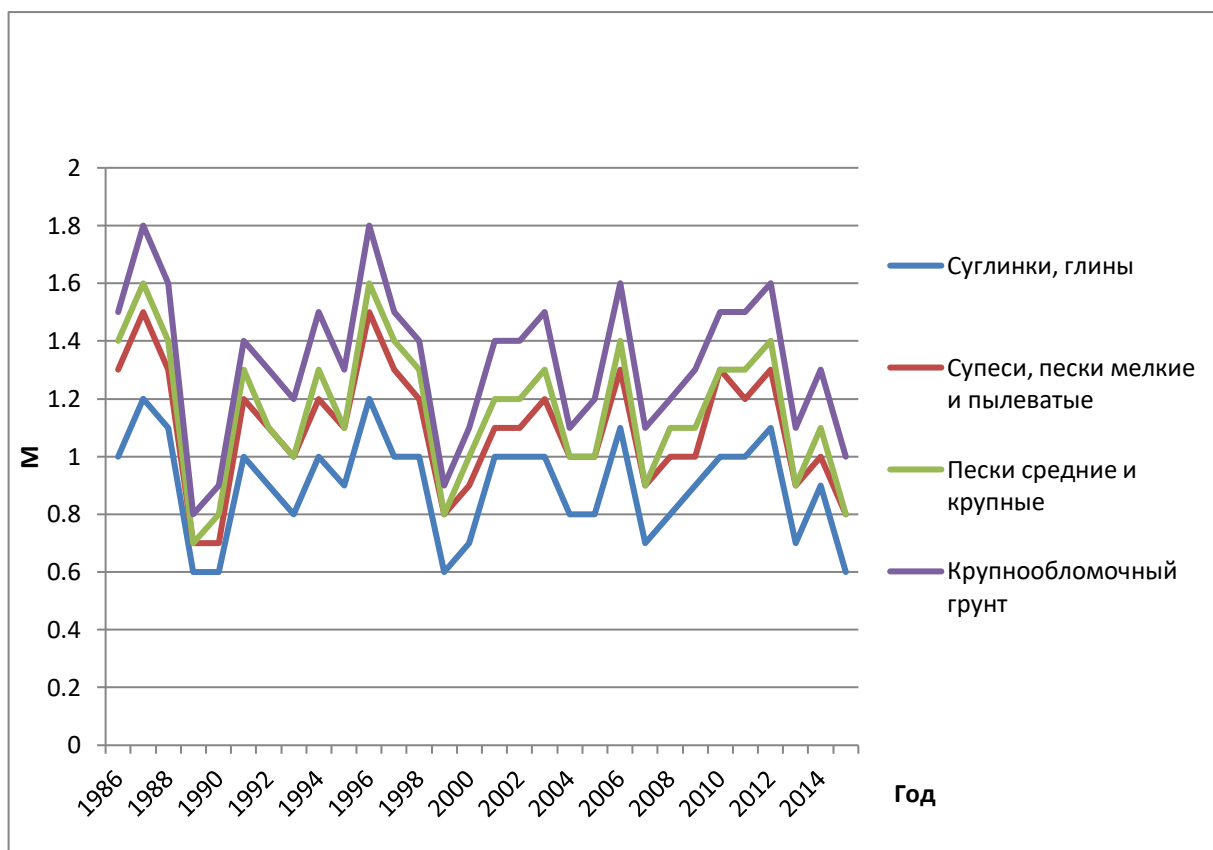


Рис. 21. Глубина промерзания почвенного покрова по климатическим показателям на станции Белгород, (м)

Глубина промерзания почвенного покрова на территории Белгородской области уменьшается, что является прямым следствием увеличения температуры. Однако, в последние годы наметилась стабилизация промерзания почвенного покрова.

Согласно СНиП 23-01-99, СП 2012 г. [62], на территории Белгородской области нормативная глубина промерзания почвенного покрова имеет следующие показатели (м):

- а) суглинки и глина – 1,08;
- б) супеси, пески мелкие и пылеватые – 1,31;
- в) пески гравелистые, крупные и средней крупности – 1,4;
- г) крупнообломочные грунты – 1,59.

По нашим расчётам, средние значения промерзания почвы на территории Белгородской области представлены в таблице 9.



Средние значения промерзания почвенного покрова за исследуемый период

Станция	Суглинки и глина	Супеси, пески мелкие и пылеватые	Пески гравелистые, крупные и средней крупности	Крупнообломочные грунты
Б. Фенино	1,03	1,24	1,34	1,51
Белгород	0,91	1,1	1,16	1,33

Таким образом, мы видим, что по нашим расчётам происходит уменьшение глубины промерзания почвенного покрова по сравнению с нормативными показателями. Наибольшее изменение глубины промерзания почвенного покрова на станции Б. Фенино имеют супеси, пески и крупнообломочные грунты – 8 см. На станции Белгород – гравистые пески (24 см).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проследив характеристики 30-ти летних (полувековой климатический цикл) климатических показателей зимнего периода и рассчитав специализированные зимние характеристики, мы пришли к выводу о том, что климат зимнего сезона на территории Белгородской области в этот промежуток времени имел тенденцию к потеплению.

Общие выводы по результатам исследования выглядят следующим образом:

1) цикличность природных процессов является главным индикатором изменения климата на территории Белгородской области;

2) активное потепление зимней температуры воздуха в конце XX века на территории Белгородской области замедлилось в веке XXI, количество осадков в зимнем сезоне имеет незначительный рост в течение двух последних десятилетий XX века. Однако, в начале века XXI-ого наметилась тенденция к уменьшению осадков, выпадающих на территории Белгородской области. Аномалии температуры воздуха зимнего сезона в конце XX – начале XXI веков возрастают, количество зимних аномалий осадков имеет минимальный возрастающий тренд. После 2000 года наблюдается тенденция к увеличению роста аномалий зимних осадков. Рост аномалий зимней температуры и количества осадков, начавшийся с наступлением XXI века, можно объяснить значительными изменениями в глобальном климате Земли. Тенденция к уменьшению экстремального температурного режима в зимний период («потепления по зимнему типу»), сложившаяся на территории Белгородской области в конце XX века, по нашим расчётам продолжает сохраняться и в веке XXI. Вероятность экстремально низких зимних температур ниже в XXI веке по сравнению с XX веком, что позволяет сделать прогноз на будущее о стабилизации экстремального зимнего режима на территории Белгородской области.

3) Отклонения зимней температуры и количества осадков от

средних многолетних значений имеют минимальную положительную динамику. Наибольшее изменение температуры воздуха в сторону потепления и увеличение количества осадков на станциях Б. Фенино и Белгород за исследуемый 30 летний период, произошли в декабре, тренд которых имеет положительную возрастающую динамику. На станции Валуйки наибольшие изменения к потеплению имели январские показатели температуры воздуха и количества осадков. Корреляционная взаимосвязь между многолетними показателями температуры воздуха и количества осадков в зимние месяцы в большинстве случаев является очень слабой. Замедление роста зимних температур и уменьшение количества осадков в зимний период, наметившееся в начале XXI века, в совокупности со стабилизацией экстремального зимнего режима температуры на территории Белгородской области говорит об изменениях в атмосферной циркуляции, проявляющейся в уменьшении интенсивности отепляющего влияния Атлантики на Белгородскую область.

4) Температура отопительного сезона на территории Белгородской области имеет положительную возрастающую динамику. Однако, её рост был неоднородным. Особая интенсивность роста температуры наблюдается с 1986 по 1994 года, скорость увеличения которой составляет  $0,35 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год}$ . За тем происходит значительное замедление роста температуры в течении 20 лет. В 2012 год произошёл резкий скачок зимней температуры в сторону понижения. Продолжительность отопительного сезона на станции Б. Фенино полностью схоже с нормативным показателем в 191 день, а на станции Белгород имеет незначительный отрицательный тренд и составляет 185 дней, что является прямым отражением увеличения температуры отопительного периода для станции Б. Фенино на  $0,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , для станции Белгород на  $2,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Стоимость затрат на климатические ресурсы для теплоснабжения на примере наших расчётов отопительного периода составляет 186 млн. руб., и, таким образом, снизится на 3 % по сравнению с нормативными показателями (192 млн.).

5) Глубина промерзанию почвенного покрова имеет тенденцию к сокращению, что вызвано продолжающимся незначительным потеплением зимнего сезона на территории Белгородской области. В среднем для станций Б. Фенино и Белгород промерзание грунта уменьшилось на 14 см по сравнению с нормативными показателями.

Общую минимальную возрастающую динамику по всем показателям за исследуемый период можно разделить на два этапа. К первому относится резкое потепление всех климатических показателей зимнего сезона за первые 20 лет исследуемого периода (1980 – 2000 гг.). Второй этап охватывает первые 15 лет XXI века, когда потепление климатических показателей зимнего сезона значительно замедлилось и стало более постепенным. Так же наблюдается увеличение числа аномалий зимних показателей и экстремальных явлений, что говорит о серьёзных изменениях в климатической системе над территорией Белгородской области. Данная тенденция даёт основание предположить о наступлении в скором времени заметного похолодания зимнего сезона над территорией нашей области.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Авдюшин С.И., Данилов А.Д. Солнце, погода и климат: сегодняшний взгляд на проблему (обзор) // Геомагнетизм и аэрономия. – 2000. – Т.40. - №5. – С.3-14.
2. Алисов, Б. П. Климатология: учебник для географических факультетов университетов / Б. П. Алисов. – М.: МГУ, 1974. – 278 с.
3. Атлас "Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области". [Электронный ресурс]. – URL: <http://maps.bsu.edu.ru/atlas> (дата обращения: 29. 03. 2018).
4. Атмосфера: справочник. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 286 с.
5. Белгородская областная дума. Природно-климатическая характеристика Белгородской области. [Электронный ресурс.] – URL: <http://www.belduma.ru/infoobl/31/> (дата обращения: 03. 02. 2018).
6. Бышев В.И. Природные факторы глобальной изменчивости современного климата / И.В. Бышев, В.Г. Нейман, Ю.А. Романов // Изв. РАН. Сер. географическая. – 2009. – Вып. №1. – С. 55-70.
7. Владимирский Б. М., Мартынюк В.С. Первое глобальное похолодание XXI века: возможные геополитические последствия // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2007. – № 1. – С. 6-14.
8. Городецкий, О. А. Метеорология, методы и технические средства наблюдений / О. А. Городецкий. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 194 с.
9. Груза Г.В. О неопределённости некоторых сценарных климатических прогнозов температуры воздуха и осадков на территории России // Метеорология и гидрология. – 2006 – № 10 – С. 5-23.
10. Гуральник, И. М. Задачи и упражнения по метеорологии. – М.: Наука, 1983. – 117 с.
11. Гуральник, И. И. Метеорология: учебник для гидрометеорологических техникумов. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 300 с.

12. Елисеева И.И. Общая теория статистики // Финансы и статистика, 2005. – 657.
13. Зимние погодные аномалии на территории Северного полушария в 2011-2012 гг. // ФГБОУ ВПО «ИГО». Латышева И.В., Лощенко К.А., Домбровская Н.С.
14. Израэль Ю.А. Изменение глобального климата. Роль антропогенных воздействий // Метеорология и гидрология. – 2001. – № 5. – С. 5-21.
15. Изменения климата и использование климатических ресурсов / Под общ. ред. П. А. Ковриго. – Мн.: БГУ, 2000. – 262 с.
16. Изменения климата Беларуси и их последствия / Под общ. ред. В. Ф. Логинова. – Мн.: Тонпик, 2003. – 330 с.
17. Кайгородов, А. И. Естественная зональная классификация климатов Земного шара. М.: Из-во Ан СССР, 1995. –117 с.
18. Климат Беларуси / Под ред. В. Ф. Логинова. – Мн.: Ин-т геологических наук НАН Беларуси, 1996. – 230 с.
19. Комитов Б.П., Кафитан В.И. Изменение солнечной активности в последнем тысячелетии. Возможен ли очередной долгопериодический солнечный минимум // Геомагнетизм и аэрономия. – 2003. – Т. 43. – № 5. – С. 592-601
20. Кинд Н.В. Палеоклиматы и природная среда голоцена. История биогеоценозов СССР в голоцене. 1976. М.: Наука, 5-14
21. Климатология: учебник для вузов / Под ред. О. А. Дроздова, Н. В. Кобышевой. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.
22. Каропа, Г. Н. Общее землеведение: курс лекций / Г. Н. Каропа. – Гомель: УО "ГГУ им. Ф. Скорины", 2005. – 120 с.
23. Киселев В.В. Внутривековая изменчивость зимних осадков над территорией Белгородской области // Advances in Science and Technology. Международная научно-практическая конференция – Москва: «Актуальность», 2017. С. 66-68.
24. Киселев В.В. Динамика основных характеристик зимней температуры

- воздуха над территорией Белгородской области // Наука и образование: Отечественный и зарубежный опыт. Международная научно-практическая конференция – Белгород: Изд-во ООО «Гик», 2017. – С. 181- 184.
- 25.** Киселев В.В. Лебедева М.Г. Внутривековая изменчивость специализированных зимних климатических характеристик над территорией Белгородской области // Наука и образование: Отечественный и зарубежный опыт. Международная научно-практическая конференция – Белгород: Изд-во ООО «Гик», 2017. – С. .
- 26.** Киселев В.В. Зимние климатические характеристики как индикатор динамики изменения климата над территорией Белгородской области // Advances in Science and Technology. Международная научно-практическая конференция – Москва: «Актуальность», 2017. С. 124-125.
- 27.** Киселев В.В. Внутривековая изменчивость климатических характеристик зимнего сезона над территорией Белгородской области. СБОРНИК СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНЫХ РАБОТ «Вестник СНО НИУ «БелГУ» - 2017», выпуск XXI. часть II, раздел 9, С. 670-673.
- 28.** Кондратьев К.Я. Изменения глобального климата: нерешенные проблемы // Метеорология и гидрология. – 2004. – № 6. – С. 118–128
- 29.** Кондратьев К.Я. Глобальные изменения на рубеже тысячелетия // Вестник РАН. – 2010. – №9. – С. 788-796.
- 30.** Кондратьев К.Я. Изменения глобального климата: реальность, гипотезы и вымыслы // Исследования Земли из космоса. – 2002. – №1. – С. 1-22.
- 31.** Кондратьев К.Я. Эко-динамика и геополитика. Том 1. Глобальные проблемы // СПб НИЦ РАН. – С.П. – 1999. – 1040 с.
- 32.** Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому. – М.: Воентехиниздат, 2009. – 372 с.
- 33.** Кононова Н.К. Изменения циркуляции атмосферы Северного полушария в XX–XXI столетиях и их последствия для климата // Фундаментальная и прикладная климатология, 2015. – № 1. – С. 127–156.

34. Кононова Н.К. Флуктуации глобальной циркуляции атмосферы в XX–XXI вв. М., IGU Regional Conference, 2015.
35. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому. – М.: Воентехиниздат, 2009. – 372 с.
36. Кононова Н.К. Флуктуации глобальной циркуляции атмосферы в XX–XXI вв. М., IGU Regional Conference, 2015.
37. Кривенко В.Г., Виноградов В.Г. Птицы водной среды и ритмы климата Северной Евразии. – М.: Наука, 2008. – 588 с.
38. Кривенко В.Г. Концепция внутривековой и многовековой изменчивости климата как предпосылка прогноза // Климаты прошлого и климатический прогноз. – 1992. – № 3. – С. 39-40.
39. Лебедева М.Г., Крымская О.В. Экологическая климатология и климатические ресурсы Центрально-Чернозёмного региона: уч. пособие / под ред. А.Н. Петина. Белгород: Изд-во БелГУ, 2008. – 196 с.
40. Лебедева М.Г. и Крымская О.В. «Экстремальность температурного режима в Центрально-Чернозёмном регионе // Изменение климата, почвы и окружающая среда. – Белгород: КОНСТАНТА, 2009. – С. 13-14.
41. Логинов В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины, последствия и адаптация хозяйственной деятельности // География и природные ресурсы. – 2014. – № 1. – С. 13-24.
42. Логинов В.Ф. Влияние солнечной активности и других внешних факторов на климат Земли // Фундаментальная и прикладная климатологии. Том 1. – 2015. – № 1. – С. 163-182.
43. Максимов А.А. Природные циклы: Причины повторяемости экологических процессов. – Л.: Наука, 1989. – 246 с.
44. Максимов Е.В. Ритмы на Земле и в Космосе. - Тюмень: Мандр, 2005.— 200 с.
45. Монин, А.С. Введение в теорию климата - Л.: гидрометеоиздат 1982. – С. 23-33.].



46. Моргунов, В. К. Основы метеорологии, климатологии. Метеорологические приборы и метеорологические наблюдения: учебник для вузов / В. К. Моргунов. – Ростов-на-Дону: Флакс, 2005. – 331 с.
47. "МЧС России 2018" в пространстве интернета. При полном или частичном использовании материалов ссылка на пресс-службу ГУ МЧС России по Белгородской области. [Электронный ресурс]. – URL: [www.31.mchs.gov.ru](http://www.31.mchs.gov.ru) (дата обращения: 29.02. 2018).
48. Нестеров Е.С. Об экстремальных зимах в Европе в 2009-2012 гг. // Труды ГНЦ РФ, 2017, № 364, С. 65-80.
49. Переведенцев Ю. П., Гоголь Ф.В., Наумов Э.П. Глобальные и региональные изменения климата на рубеже XX и XXI столетий // География. Геоэкология. – 2007. – № 2. – С. 5-11.
50. Попова В.В. Летнее потепление на Европейской территории России и экстремальная жара 2010 года, как проявление тенденции крупномасштабной атмосферной циркуляции в конце XX начале XXI века // Метеорологи и гидрология. – М.: Изд-во ПЛАНЕТА, 2014. – № 3. – с. 37-49.
51. Потапов В.В. История региональной гидрометслужбы России. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004. – 172 с..
52. Почвы и растительность юга Среднерусской возвышенности в условиях меняющегося климата: Монография; отв. ред.: Ю.Г. Чендев, М.Г. Лебедева. – Белгород: Константа, 2016. – 326 с.
53. Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области. Ф.Н. Лисецкий; С.В. Лукин, А.Н. Петин [и др.] Учебно-справочное картографическое пособие, Белгород: изд-во БелГУ, 2005. – 138 с.
54. Руководство по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией, продукцией и услугами / Под редакцией д-ра геогр. наук, В.Я. к, профессора Н.В. Кобышевой. – СПб., 2008. – 336 с.
55. Сергин В.Я., Сергин С.Я.. Системный анализ проблемы больших колебаний климата и оледенения Земли. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. –

279 с.

56. Сергин С.Я. Угрожает ли человечеству климатическая катастрофа? Saarbrucken, Deutschland. Palmarium Academic Publishing. – 2012. – 65 с.
57. Сергин С.Я. Естественная изменчивость климата как главная причина современного колебательного его по-тепления // Матер. междунар. научно-практич. конфер. – Туапсе, 2010. – С. 109–117.
58. Сидоренко Н.С. О синхронизации атмосферных процессов с частотами системы Земля-луна-солнце // Труды ГМЦ РФ. – 2016. – № 359. – С. 33-47.
59. Сидоренков Н.С., Орлов И.А. Атмосферные циркуляционные эпохи и изменения климата // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 9. – С. 22-29.
60. Сидоренко Н.С., Сумерова К.А. Геодинамические причины декадных изменений климата // Труды ГМЦ РФ. – 2012. – № 348. – С. 1-19.
61. Слепцов А.Н. Клименко В.В. Обобщение палеоклиматических данных и реконструкция климата восточной Европы за последние 2000 лет // История и современность. – 2007. – №1. – С.118-135.
62. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология и геофизика». (СП131.13330.2012).
63. Современные глобальные изменения природной среды. Т. 1. – М.: Научный мир, 2006. – 696 с.
64. Хижняк А.А. Природные ресурсы земли Белгородской. – Воронеж: Центрально-Черноземное изд-во, 1975. – 208 с.
65. Хохлов В.Н. Количественное описание изменения климата Европы во второй половине XX века // Украинский гидрометеорологический журнал. – 2007. – № 2. – С. 35-42.
66. Хромов, С. П. Метеорология и климатология для географических факультетов / С. П. Хромов. – Л.: Изд-во МГУ, 2001. – 526 с.
67. Циркуляционные механизмы крупномасштабных аномалий температуры воздуха зимой в Северной Евразии в конце XX столетия, Институт

географии Российской академии наук, В.В. Попова, А.Б. Шмакин, Метеорология и гидрология, 2006. – № 12. С. 15-25.

68. Шкляр, А. Х. Климатические ресурсы Белоруссии и использование их в сельском хозяйстве. – Мн.: Вышэйшая школа, 1973. – 432 с.
69. Шнитников А.В. Изменчивость общей увлажнённости материков Северного полушария. – М: Изд-во АН СССР, 1957. – 336 с.
70. Ясаанов, Н. А. Древние климаты Земли / Н. А. Ясаманов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 294 с.
71. *Chendev Yu.G., Petin A.N., Lupo A.R. Soils as indicators of climatic changes // Geography, Environment, Sustainability. – 2012. – № 1. – P. 4-17.*

# **ПРИЛОЖЕНИЕ**

Динамика отопительного сезона на станции Б. Фенино на территории  
Белгородской области за период 1986-2015 г.

Год	Температура отопительного периода, °С	Количество дней отопительного периода, сутки
1986	-3,5	181
1987	-5,8	210
1988	-2,7	200
1989	0,5	186
1990	1	187
1991	-3	171
1992	-0,4	206
1993	-1,6	213
1994	-3	186
1995	-1,4	185
1996	-3	206
1997	-1,5	217
1998	-2,4	200
1999	-0,7	180
2000	-0,9	181
2001	-1,5	187
2002	-2,6	185
2003	-1,8	207
2004	0,2	199
2005	-1,4	186
2006	-2,3	191
2007	0,4	202
2008	-1	164
2009	-0,4	193
2010	-2,3	185
2011	-1,8	202
2012	-4	162
2013	-1,5	161
2014	-1	192
2015	0,7	198

Динамика отопительного сезона на станции Белгород на территории  
Белгородской области за период 1986-2015 г.

Год	Температура отопительного периода, °С	Количество дней отопительного периода, сутки
1986	-2,4	185
1987	-3,2	212
1988	-1,6	205
1989	2,5	178
1990	2,9	182
1991	-0,3	164
1992	-0,1	209
1993	-1,3	208
1994	-1	180
1995	0,5	179
1996	-2,3	205
1997	0,1	210
1998	-1,3	191
1999	1,7	177
2000	1,8	178
2001	0,4	180
2002	0,6	187
2003	-1,2	203
2004	1,1	199
2005	0,6	170
2006	-0,8	168
2007	3,7	182
2008	3,1	160
2009	1,2	167
2010	0,1	185
2011	0,8	196
2012	0,3	160
2013	1,5	181
2014	0,7	182
2015	1,8	184

Промерзание почвенного покрова на станции Б. Фенино на территории  
Белгородской области за период с 1986 по 2015 гг.

Год	Глубина промерзания, м			
	Суглинки, глины	Супеси, пески мелкие и пылеватые	Пески средние и крупные	Крупнообломоч- ные грунты
1986	1,2	1,5	1,6	1,8
1987	1,5	1,8	2	2,2
1988	1,2	1,5	1,6	1,8
1989	0,7	0,8	0,9	1
1990	0,7	0,8	0,9	1
1991	1,1	1,3	1,4	1,6
1992	0,9	1,1	1,2	1,4
1993	1,1	1,4	1,5	1,7
1994	1,2	1,5	1,6	1,8
1995	1	1,2	1,2	1,4
1996	1,4	1,7	1,8	2,1
1997	1,1	1,3	1,4	1,6
1998	1,2	1,5	1,6	1,8
1999	0,8	1	1,1	1,2
2000	0,8	1	1,1	1,2
2001	1	1,2	1,3	1,5
2002	1	1,2	1,3	1,4
2003	1,1	1,4	1,5	1,7
2004	0,8	1	1	1,2
2005	1	1,2	1,3	1,5
2006	1,2	1,4	1,5	1,7
2007	0,8	1	1,1	1,2
2008	0,9	1,1	1,2	1,3
2009	0,9	1,1	1,2	1,4
2010	1,2	1,4	1,5	1,7
2011	1,1	1,4	1,5	1,7
2012	1,2	1,5	1,6	1,8
2013	0,9	1,1	1,2	1,3
2014	1	1,1	1,2	1,4
2015	0,7	0,8	0,9	1

Промерзание почвенного покрова на станции Белгород на территории  
Белгородской области за период с 1986 по 2015 гг.

Год	Глубина промерзания, м			
	Суглинки, глины	Супеси, пески мелкие и пылеватые	Пески средние и крупные	Крупнообломоч- ные грунты
1986	1	1,2	1,4	1,5
1987	1,2	1,5	1,6	1,8
1988	1,1	1,3	1,4	1,6
1989	0,6	0,7	0,7	0,8
1990	0,6	0,7	0,8	0,9
1991	1	1,2	1,3	1,4
1992	0,9	1,1	1,1	1,3
1993	0,8	1	1	1,2
1994	1	1,2	1,3	1,5
1995	0,9	1,1	1,1	1,3
1996	1,2	1,5	1,6	1,8
1997	1	1,3	1,4	1,5
1998	1	1,2	1,3	1,4
1999	0,6	0,8	0,8	0,9
2000	0,7	0,9	1	1,1
2001	1	1,1	1,2	1,4
2002	1	1,1	1,2	1,4
2003	1	1,2	1,3	1,5
2004	0,8	1	1	1,1
2005	0,8	1	1	1,2
2006	1,1	1,3	1,4	1,6
2007	0,7	0,9	0,9	1,1
2008	0,8	1	1,1	1,2
2009	0,9	1	1,1	1,3
2010	1	1,3	1,3	1,5
2011	0,1	1,2	1,3	1,5
2012	1,1	1,3	1,4	1,6
2013	0,7	0,9	0,9	1,1
2014	0,9	1	1,1	1,3
2015	0,6	0,8	0,8	1