

На правах рукописи

Носырева Ольга Владимировна

**КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА
ТЕПЛОГО ПЕРИОДА ГОДА И ИХ СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ДЛЯ
ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Специальность 25.00.30 – Метеорология, климатология,
агрометеорология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Пермь-2012

Работа выполнена на кафедре метеорологии и климатологии ФГБОУ ВПО
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор
Задде Геннадий Освальдович

Официальные оппоненты: **Земцов Валерий Алексеевич**,
доктор географических наук, профессор, ФГБОУ
ВПО «Национальный исследовательский Томский
государственный университет», заведующий
кафедрой гидрологии, (г. Томск)
Шкляев Владимир Александрович,
кандидат географических наук, доцент, ФГБОУ ВПО
«Пермский государственный национальный
исследовательский университет», доцент кафедры
метеорологии и охраны атмосферы,
(г. Пермь)

Ведущая организация: ФГБУ науки «Институт Мониторинга климатических
и экологических систем» СО РАН (г. Томск)

Защита состоится «22» июня 2012 г. в 13³⁰ часов на заседании диссертационного
совета Д 212.189.10 на базе ФГБОУ ВПО «Пермский государственный
национальный исследовательский университет» по адресу: 614990, г. Пермь, ул.
Букирева, 15, корп. 8, ауд. 215; e-mail: seg@psu.ru, факс (342) 239-63-54.

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале научной библиотеки
ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский
университет», автореферат размещен на сайте ПГНИУ www.psu.ru и на
официальном сайте ВАК.

Автореферат разослан «21» мая 2012 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.г.н., доцент



Т.А. Балина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Мониторинг термического режима в условиях меняющегося климата находится в поле зрения отечественных и зарубежных климатологов. Значительная часть территории России находится в области максимального как наблюдаемого, так и прогнозируемого потепления. Большинство авторов (например, Ю.А. Израэль, Г.В. Груза, Н.В. Кобышева) рассматривают изменения температуры воздуха, осредненной за год или за длительные отрезки годового цикла (полугодие, сезон, месяц) в целом для Северного полушария или для крупных географических областей и экономических районов. Оценки изменения сроков перехода температуры через заданные пределы, такие как 0, 5, 8, 10, 15 °С, являющихся границами так называемых, теплого, вегетационного и отопительного периодов, а также длительность переходов и продолжительность периодов с указанными температурами, по территории Западной Сибири до настоящего времени детально не рассматривались. Для выделенного региона с его развитым топливно-энергетическим и аграрным сектором, продолжительным отопительным периодом данная проблема особенно актуальна.

Для предвидения возможных климатических изменений необходимо, как один из важных этапов, изучение истории климата, выяснение роли различных физических механизмов в его формировании. Особый интерес представляет выявление факторов, вызывающих его естественные колебания, одним из которых остается атмосферная циркуляция.

Погодообразующие процессы, определяющие климат конкретного района, представляют сложную систему, формирующуюся под влиянием циркуляции нижней и верхней атмосферы, подстилающей поверхности. Множество обуславливающих факторов делают невозможным подобрать две абсолютно идентичные синоптические ситуации. В то же время, макросиноптические процессы обладают определенной общностью, и наблюдаются в течение продолжительных периодов времени то в одном, то в другом районе и обуславливают, в результате, длительные и хорошо выраженные аномалии температурного режима. Такая аномальность погоды определяется, в первую очередь, интенсивностью и географической локализацией южных и северных потоков воздуха в тропосфере в конкретный период времени, т.е. характером проявления меридиональных и зональных процессов.

Долгосрочная и качественная оценка метеорологических явлений, влияющих, на народно-хозяйственный комплекс и жизнедеятельность человека, зависит от уровня количественных зависимостей, установленных для конкретной территории в определенном временном масштабе. В результате появляется возможность эффективного реагирования на заранее предвиденные погодные изменения и использования их для собственной пользы.

Климатическая составляющая сельскохозяйственного производства во многом определяется метеорологическими условиями начала вегетационного периода, основными характеристиками которого являются даты устойчивого перехода температуры воздуха через 0, 5, 10, 15 °С, а также продолжительность периодов установления этих температур.

Статистический анализ этих характеристик и сопутствующих циркуляционных условий является необходимым этапом для поиска зависимостей для их прогноза.

Цель и задачи работы. Целью работы являлся анализ климатических характеристик термического режима теплого периода года и сопутствующих им циркуляционных условий, а также оценка роли погодного фактора вегетационного периода в урожайности зерновых культур. Для достижения поставленных целей решались следующие основные задачи:

1. Исследовать динамику основных климатических характеристик теплого периода года и его подпериодов на юге Западной Сибири;
2. Оценить циркуляционные процессы в период установления устойчивых среднесуточных $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ температур в исследуемом регионе;
3. Исследовать зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от погодообразующих процессов.

Объект исследования: базовые климатические характеристики теплого периода года для юга Западной Сибири.

Предмет исследования: современные тенденции климатических характеристик теплого периода года.

Материалы и методика исследования. Исходными данными для расчетов в работе послужили значения среднесуточной температуры воздуха, сумм осадков для 14 гидрометеорологических станций Томской, Новосибирской, Кемеровской областей и Алтайского края за период с 1961 по 2005 гг. Для исследования циркуляционных условий переходных сезонов привлекались характеристики планетарной высотной фронтальной зоны (ПВФЗ), информация об элементарно-циркуляционных механизмах (ЭЦМ) по типизации Б.Л. Дзерждзеевского, данные по урожайности зерновых культур Алтайского края и Томской области за период с 1970 по 2005 гг.

Для автоматического и объективного определения дат переходов температуры через заданные пределы был реализован алгоритм на базе языка программирования Fox Pro, с помощью которого также были найдены суммы температур и осадков за устойчивые периоды. Кроме того, использовались пакеты программ (Excel, Statistica, Surfer), включающие в себя стандартные методы обработки рядов наблюдений на основе математической статистики, с использованием корреляционно-регрессионного, гармонического, кластерного анализов, графических методов. Значимость полученных оценок проверялась путем расчета стандартных критериев.

Научная новизна.

1. Разработан и практически реализован алгоритм расчёта по методике Д. А. Педя дат перехода температуры через заданные пороговые значения, с помощью которого также рассчитаны суммы температур и осадков за выделенные периоды.

2. Впервые за период с 1936 по 2005 гг. были получены базовые климатические характеристики (даты перехода температуры через $0, 5, 10, 15$ и $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, продолжительность периодов и длительность перехода через 0 и $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, суммы температур и осадков за периоды перехода температуры через $0, 5, 10, 15$ и $20\text{ }^{\circ}\text{C}$) и характеристики динамики временных показателей термического режима (средние по пятилетним периодам, отклонения от средних многолетних значений и

интегрально-разностные кривые продолжительности, сумм температур и осадков за периоды перехода температуры через указанные пределы) для юга Западной Сибири.

3. Выявлены эпохи положительной направленности смещения отклонений от среднего по интегрально-разностным кривым для продолжительности, сумм температур и осадков за периоды перехода температуры через заданные пределы, начиная с 1980–1990 гг.

4. Проведена классификация дат переходов температуры через 0 и 5 °С с привлечением в признаковое поле данных о состоянии ПВФЗ и типах ЭЦМ по типизации Б. Л. Дзержеевского для выявления роли циркуляционных процессов в режиме длительности перехода температуры через заданные пределы.

Достоверность и обоснованность полученных результатов и выводов обеспечивалась применением для анализа метеорологической информации больших массивов исходных данных (1961-2005 гг.), применением современных методов статистической обработки, а также соответствием полученных выводов данным, аналогичным результатам, опубликованным в отечественной и зарубежной литературе.

Практическая значимость работы.

Результаты данного исследования позволяют глубже и детальнее понять динамику и структурные особенности начала безморозного периода, который имеет множество прикладных аспектов (начало сезона повышенной пожароопасности, вегетационного сезона, окончание активного отопительного сезона и др.) на юге Западной Сибири. Кроме того, выявленные крупномасштабные циркуляционные процессы, формирующие различные режимы переходных периодов, могут быть использованы для уточнения долгосрочных прогнозов режимов для данной территории. Отдельные разделы работы могут быть использованы в теоретических и практических курсах «Агрометеорология» и «Агроклиматология».

Апробация работы и публикации.

Результаты исследований докладывались на Всероссийских конференциях и симпозиумах: в 2007 г. – Всероссийская научная конференция «Современные проблемы гидрологии» в ТГУ, в 2009 г. – Всероссийская конференция «Современные проблемы климатологии», посвященная О.А. Дроздову в Санкт-Петербургском государственном университете, Всероссийская конференция «VIII Сибирское совещание по климатоэкологическому мониторингу» в Институте мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (г. Томск), в 2010 г. – VII Всероссийский симпозиум «Контроль окружающей среды и климата» в Институте мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (г. Томск), в 2010 г. – Всероссийская молодежная научная конференция «Актуальные вопросы географии и геологии» (ТГУ).

По результатам научных исследований опубликовано 13 научных статей, две работы находятся в печати. Две статьи опубликованы в журналах, входящих в список ВАК: «Вестник Томского государственного университета», «Оптика атмосферы и океана».

Структура и объем работы.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения,

списка литературы и ряда приложений. Объем диссертации составляет 180 страниц, включая 71 рисунок, 20 таблиц, 5 приложений. Список литературы насчитывает 108 наименований.

Автор выражает глубокую благодарность и искреннюю признательность научному руководителю д.ф.-м.н. Г.О. Задде, к.г.н. И.В. Кужевской, к.г.н. Н.К. Барашковой и всем сотрудникам кафедры метеорологии и климатологии ТГУ.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМУЮ НА ЗАЩИТУ

1. Установлено, что в последние десятилетия в теплый период года на юге Западной Сибири отмечается положительная динамика сумм температур, сумм осадков и продолжительности периодов перехода температуры через 0, 5, 10, 15 °С.

Для исследования теплового режима атмосферы необходимо рассчитать даты перехода температуры через 0, 5, 10, 15, 20 °С. Важным критическим элементом проведения климатологических исследований подобного рода является выбор метода определения даты устойчивого перехода температуры через заданное пороговое значение. Наибольшее распространение получил метод Д.А. Педя. На его основе для автоматического и объективного определения дат был создан и реализован алгоритм, с помощью которого были найдены даты устойчивого перехода температуры через 0, 5, 10, 15, 20 °С весной и осенью для гидрометеорологических станций Томск, Колпашево, Рубцовск, Барнаул за 70-летний период. По датам была рассчитана продолжительность периодов перехода. Средние значения этих характеристик для теплого периода приведены далее в таблице 1. Далее была проведена их климатическая обработка.

В агрометеорологии кроме дат перехода и продолжительности периода для исследования переходных сезонов привлекают данные о суммах среднесуточных температур и осадков. Поскольку средние величины являются значениями стационарными, то на графиках временного хода сложно выделить видимые колебания. Поэтому для анализа динамики исследуемых величин были построены графики отклонений их от средних многолетних значений.

При анализе графиков отклонений величин от среднего использовалось понятие «норма», которое определялось как $X \in \bar{X} \pm \sigma$, где σ – среднее квадратическое отклонение. Такая формулировка часто используется в долгосрочных прогнозах погоды.

В отклонениях продолжительности, сумм температур и осадков теплого периода от среднего наблюдается четкая периодичность знака (положительное или отрицательное отклонение) с разными временными интервалами. За отрицательным отклонением компенсационно следует положительное отклонение. В целом, значения величин находятся в пределах нормы, однако в отдельные годы наблюдаются значительные отклонения от нее.

Так, в период перехода температуры через 0 °С (рис. 1) отклонения составляют

до 171-202 % для сумм температур, до 217-238 % для сумм осадков и до 214-250 % для продолжительности периода.

Таблица 1

**Средние значения характеристик за период перехода температуры
через 0 °С**

Станция	Характеристики	Дата перехода весной	Дата перехода осенью	Продолжительность периода, дни
Томск	Среднее наименьшее значение	30 мар	9 окт	177
	Среднее значение	12 апр	20 окт	192
	Среднее наибольшее значение	26 апр	31 окт	208
Колпашево	Среднее наименьшее значение	5 апр	6 окт	165
	Среднее значение	18 апр	17 окт	183
	Среднее наибольшее значение	4 май	27 окт	200
Рубцовск	Среднее наименьшее значение	24 мар	21 окт	199
	Среднее значение	3 апр	31 окт	212
	Среднее наибольшее значение	14 апр	9 ноя	226
Барнаул	Среднее наименьшее значение	24 мар	18 окт	192
	Среднее значение	5 апр	28 окт	207
	Среднее наибольшее значение	14 апр	5 ноя	224

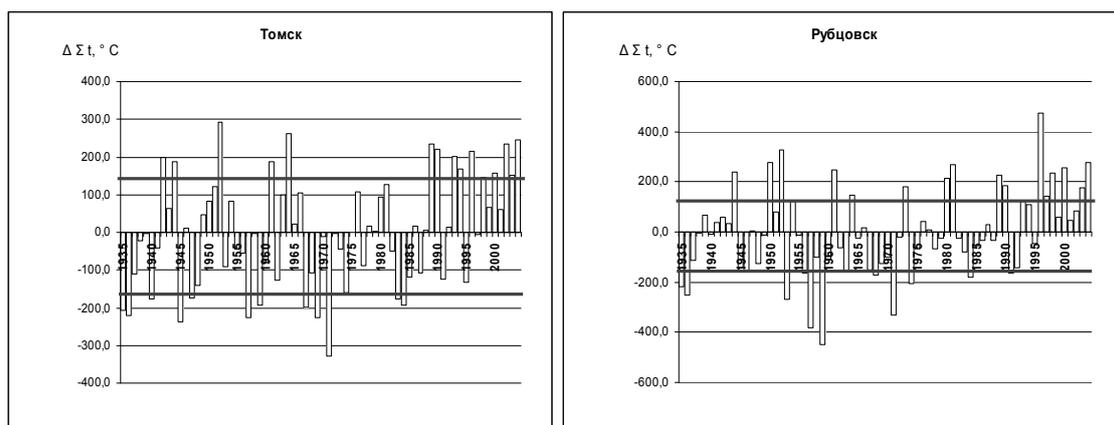


Рисунок 1 – Отклонение сумм температур за теплый период от среднего (линиями показано положение $\pm\sigma$)

В период перехода температуры через 5 °С наблюдается дисперсия рядов исследуемых величин, больше, чем для аналогичных рядов теплого периода, и отклонения от нормы встречаются чаще (до 189-223 % для сумм температур, до

225-276 % для сумм осадков, до 214-250 % для продолжительности периода).

Дисперсия ряда исследуемых величин меньше в период 10 °С, чем в период 5 °С. Однако в отдельные годы отклонения от нормы могут достигать достаточно больших значений (до 166-193 % для сумм температур, до 182-218 % для сумм осадков, до 321-346 % для продолжительности периода) (рис. 2). Дисперсия ряда периода 15 °С исследуемых величин возрастает, так же, как и в период 10 °С. В отдельные годы отклонения от нормы достигают значений: до 121-159 % для сумм температур, до 204-239 % для сумм осадков, до 118-143 % для продолжительности периода.

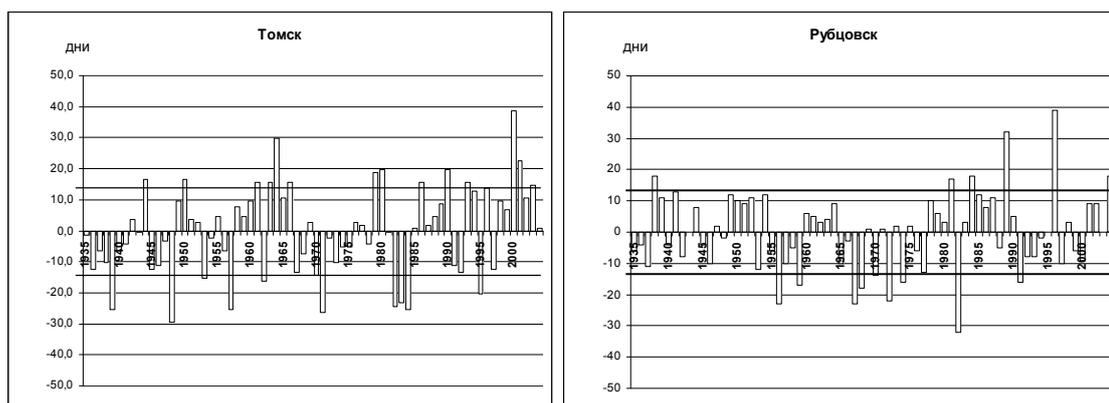


Рисунок 2 – Отклонение продолжительности периода 10 °С от среднего (линиями показано положение $\pm\sigma$)

Необходимо отметить так же продолжительный период положительного отклонения величин от среднего, наблюдающийся с 1979 г. для сумм температур, с 1982-1986 гг. для сумм осадков и с 1986-1993 гг. для продолжительности периода 0 °С. Для периода 5 °С положительная тенденция величин наблюдается в период с 1989 г., причем это наиболее выражено для станций Алтайского края. Для сумм осадков такая тенденция характерна только для Алтайского края и только в период с 1990-1991 гг. Для периода 10 °С: с конца 1980 – начала 1990 гг., для периода 15 °С: с конца 1990 – с начала 2000 гг.

Это говорит о тенденции роста исследуемых характеристик в последние десятилетия, что также подтверждается результатами их исследования по пятилетиям (табл. 2).

Для детального анализа динамики величин исследуемый временной ряд был разделен на 5-летние периоды, для каждого из которых были рассчитаны средние характеристики сумм температур и осадков, продолжительность периода.

По результатам исследования характеристик по пятилетиям можно сказать, что наблюдается положительная динамика продолжительности и сумм температур теплого периода, начиная с 1980-1990 годов (рис. 3).

Таблица 2

**Средние значения характеристик по пятилетиям за период перехода
температуры через 0 °С**

Станция	№	Период	Сумма осадков, мм	Сумма температур воздуха, °С	Дата перехода весной	Дата перехода осенью	Продолжительность периода, дни	Длительность перехода весной, дни
Томск	1	1936-1940	330,4	2119,0	15 апр	14 окт	183	24
	2	1941-1945	392,6	2278,3	10 апр	20 окт	194	12
	3	1946-1950	415,6	2133,1	11 апр	22 окт	194	35
	4	1951-1955	300,8	2329,7	14 апр	23 окт	193	22
	5	1956-1960	331,9	2127,1	20 апр	23 окт	187	19
	6	1961-1965	296,8	2300,1	14 апр	18 окт	188	24
	7	1966-1970	338,8	2150,4	15 апр	17 окт	185	25
	8	1971-1975	365,6	2122,5	5 апр	18 окт	197	16
	9	1976-1980	320,5	2239,5	14 апр	18 окт	188	23
	10	1981-1985	309,0	2192,2	15 апр	16 окт	185	24
	11	1986-1990	352,1	2237,5	6 апр	21 окт	198	23
	12	1991-1995	363,5	2328,2	6 апр	27 окт	205	22
	13	1996-2000	338,7	2290,0	10 апр	17 окт	191	25
	14	2001-2005	390,7	2401,0	7 апр	26 окт	203	34
Рубцовск	1	1936-1940	270,0	2701,7	7 апр	30 окт	207	31
	2	1941-1945	239,2	2877,8	4 апр	1 ноя	212	12
	3	1946-1950	277,6	2719,0	2 апр	28 окт	210	17
	4	1951-1955	202,9	2914,1	5 апр	30 окт	209	14
	5	1956-1960	239,9	2583,7	7 апр	28 окт	205	7
	6	1961-1965	195,1	2818,3	5 апр	31 окт	210	15
	7	1966-1970	235,9	2714,0	6 апр	28 окт	206	25
	8	1971-1975	234,5	2709,9	31 мар	30 окт	214	33
	9	1976-1980	273,4	2783,8	7 апр	31 окт	208	14
	10	1981-1985	243,8	2845,6	1 апр	4 ноя	218	22
	11	1986-1990	244,6	2833,3	2 апр	31 окт	213	18
	12	1991-1995	284,6	2828,6	2 апр	5 ноя	218	12
	13	1996-2000	223,1	2978,8	31 мар	31 окт	215	15
	14	2001-2005	247,2	2973,0	2 апр	7 ноя	219	36

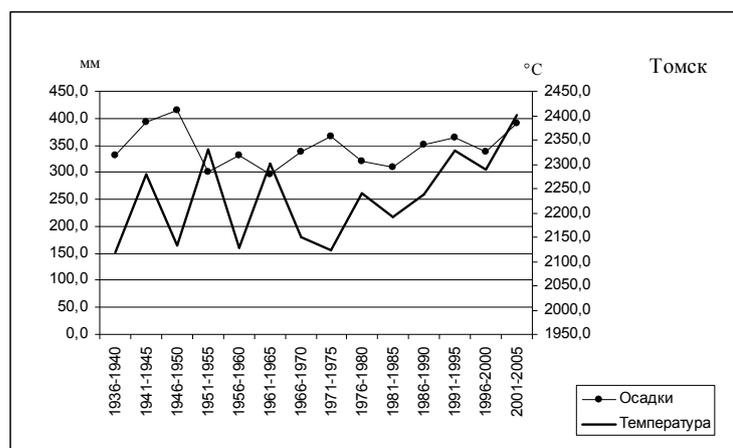


Рисунок 3 – Суммы температур и осадков по 5-летиям за теплый период для ст. Томск

Средние величины являются значениями стационарными и на графиках временного хода сложно выделить видимые колебания. Поэтому для анализа тенденций термического и влажностного режима были построены интегрально-разностные кривые, на основании которых устанавливается продолжительность циклов (эпох). Расстояние между экстремумами определяет длительность эпохи. Метод широко используется в метеорологии для выявления, в частности, циркуляционных эпох.

Построенные интегрально-разностные кривые показывают наличие эпох в динамике рассматриваемых величин. Для продолжительности, сумм температур и осадков периода 0°C (рис. 4) имеют место эпохи роста и убывания накопленных отклонений от среднего этих величин.

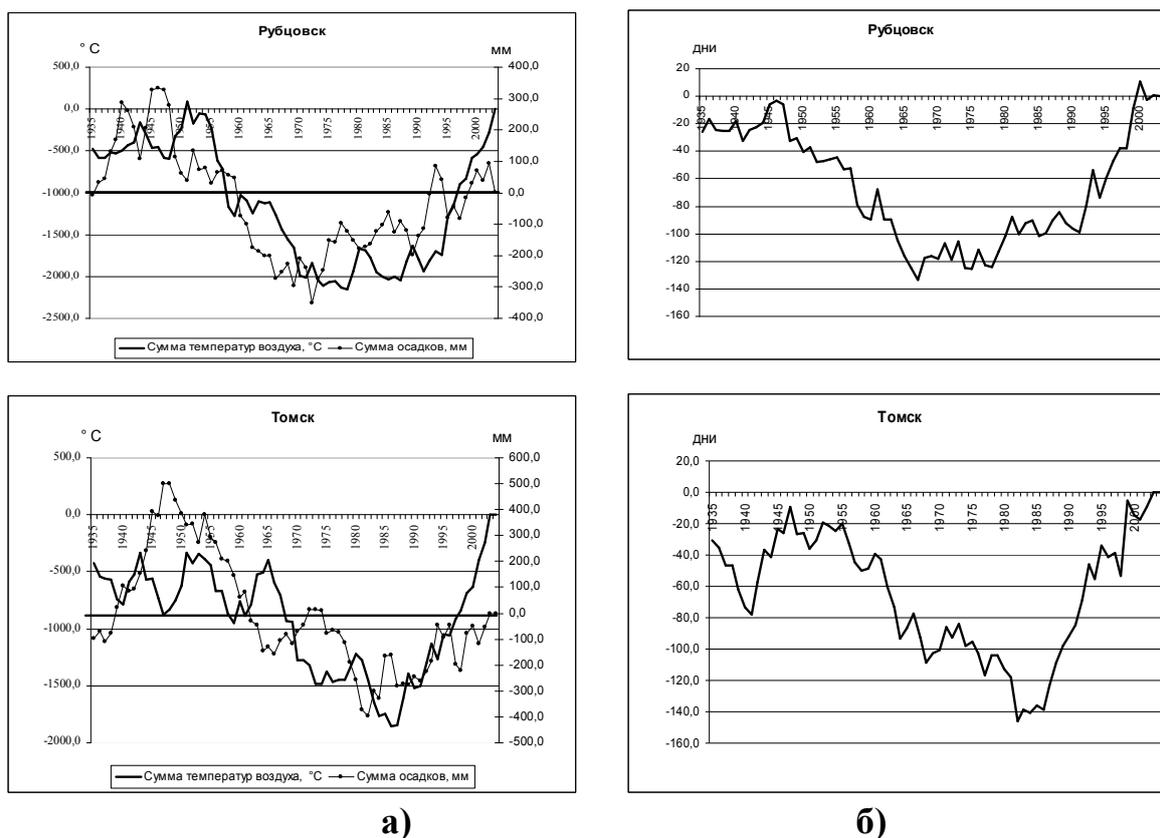


Рисунок 4 – Накопленные суммы отклонений от среднего а) сумм среднесуточных температур и осадков, б) продолжительности теплого периода

На графиках завершённой эпохой является только эпоха убывания, которая в среднем для характеристик теплого периода составляет 20-50 лет (с 1950 до 1980 гг.). Это означает, что в данный период времени на исследуемой территории наблюдалось больше отрицательных отклонений от среднего сумм температур, осадков и продолжительности теплого периода, чем положительных отклонений. Эпоха роста, предшествующая эпохе убывания, не видна полностью на наших графиках. Сказывается недостаточная длина рядов данных. Однако можно предположить, что она составляет в среднем 30 лет. Таким образом, имеет место квази-60-летний цикл, характерный для циркуляционных циклов. После эпохи убывания наблюдается новая эпоха роста, что еще раз подтверждает вывод о положительной динамике исследуемых величин в последние десятилетия.

Графики интегрально-разностных кривых сумм температур, осадков и продолжительности периода 5°C показывают наличие эпох, как и для теплого периода. Эпоха убывания составляет в среднем по станциям 30 лет и приходится на начало 1950 – конец 1980 годов. С начала 1990 г., соответственно, начинается новая эпоха роста.

Для периода перехода температуры через 10°C полностью завершенную эпоху убывания имеют только суммы температур. Эта эпоха составляет в среднем по станциям 20-40 лет. Интегрально-разностные кривые исследуемых величин для периода 15°C (рис. 5) имеют наиболее сложную амплитуду выраженности эпох, что вполне закономерно, особенно для северных станций (Колпашево, Томск), поскольку вариабельность погодных условий для этого периода очень велика.

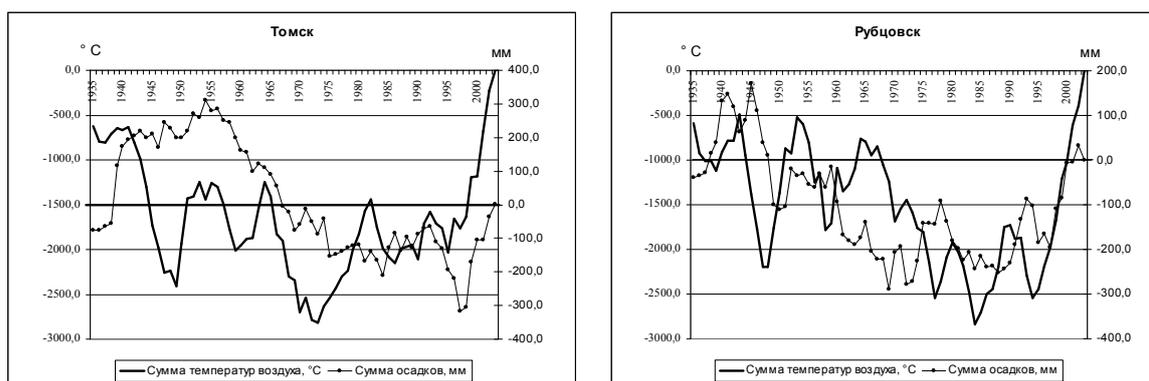


Рисунок 5 – Накопленные суммы отклонений сумм среднесуточных температур и осадков за период 15°C от среднего

Данные выводы хорошо согласуются с результатами работ по данной тематике, проводимых по территории России и мира, а так же по территории Западной Сибири. В частности, В.М. Мирвис и И.П. Гусева выявили, что на юге исследуемого в данной работе региона, в большей степени, чем в других, сохраняется относительно устойчивая тенденция увеличения продолжительности теплого периода. Вместе с тем, О.Д. Сиротенко и И.Г. Грингоф, оценивая влияние ожидаемых изменений климата на сельское хозяйство Российской Федерации, в Западно-Сибирском экономическом регионе не выявили масштабных проявлений засушливости климата. Это говорит о благоприятных последствиях влияния современных изменений климата на агропромышленный комплекс юга Западной Сибири.

2. Определена принципиальная возможность классификации дат и длительности устойчивых переходов температуры через 0 и 5°C на юге Западной Сибири по данным о пространственно-временном положении ПВФЗ в указанном регионе.

Исследование изменений климата и их воздействия на окружающую среду и хозяйственную деятельность человека – одна из важнейших задач современной науки. Для предвидения возможных климатических изменений необходимо, как один из важных этапов, изучение истории климата, выяснение роли различных физических механизмов в его формировании. Особый интерес представляет

выявление факторов, вызывающих его естественные колебания, одним из которых остается атмосферная циркуляция.

Для настоящего исследования были использованы данные о среднесуточных температурах станций Томск, Колпашево и Барнаул за период с 1961 по 2005 гг. Для выявления роли циркуляционных процессов в режиме переходов температуры через 0 и 5 °С были привлечены данные о состоянии ПВФЗ и типы ЭЦМ по типизации Дзердеевского Б.Л.

С помощью методов объективного статистического анализа была проведена предварительная классификация дат и периодов, методически приближенная к применяемой в долгосрочных прогнозах погоды (норма ($\bar{X} \pm 0,5\sigma$) – н, аномально ($\bar{X} \pm \sigma$) ранняя/поздняя – *арД/анД*, экстремально ($\bar{X} \pm 1,25\sigma$) ранняя/поздняя – *эрД/энД*, аномально быстрый/долгий – *абП/адП*, экстремально быстрый/долгий – *эбП/эдП*), т.е. аномальность определяется как $\pm 0,5\sigma$, а экстремальность как $\pm 1,25\sigma$.

Принятое признаковое множество, в которое входили данные о D_0, P_0, D_5, P_5 и положению ПВФЗ на меридианах с 60 по 90° в.д. за март и апрель (12 признаков), разделилось на 6 оптимальных устойчивых групп (рис.6).

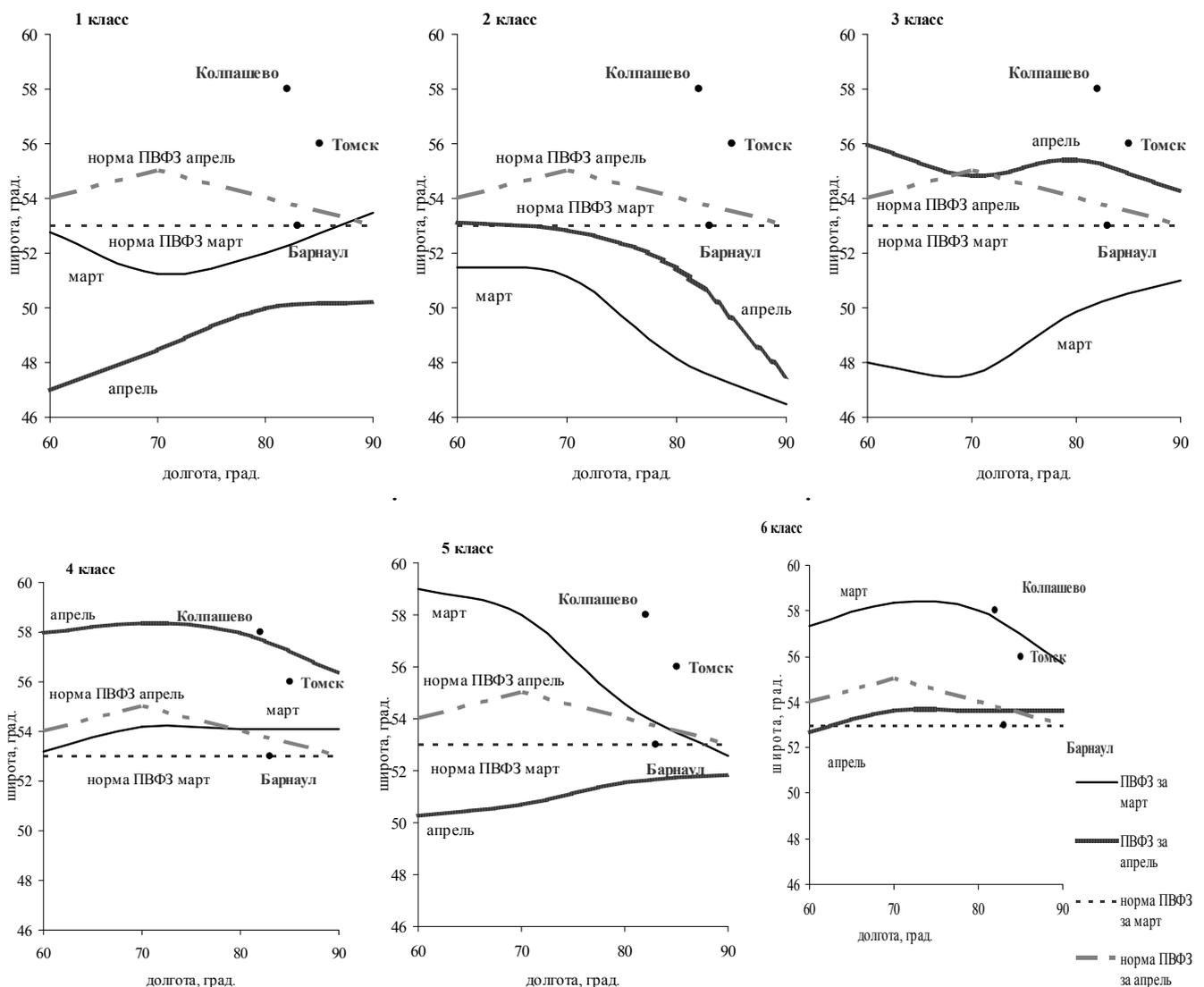


Рисунок 6 – Географическое положение ПВФЗ, осредненное внутри классов

Это позволило описать классы ПВФЗ по таким признакам как:

- 1 – пространственное расположение её относительно рассматриваемых станций;
- 2 – временная изменчивость;
- 3 – степень извилистости (зональный или меридиональный тип конфигурации).

По *первому* признаку выявлено, что в 1, 2, 3 классах ПВФЗ расположена южнее территории исследования; 4, 5, 6 класс характеризует ситуацию расположения ПВФЗ непосредственно над территорией исследования.

По *второму* признаку – в 1, 5, 6 классах ПВФЗ от марта к апрелю продолжала смещаться на юг (задержка зимних процессов); 2, 3, 4 классы характеризуются противоположным направлением смещения ПВФЗ, а именно от марта к апрелю отмечалось её перемещение на север, т.е. активное наступление весны. Классы 3 и 5 характеризуются противоположной динамикой от марта к апрелю.

По *третьему* признаку – в 4 и 6 классах отмечается преобладание зональных процессов над югом Западной Сибири; 2 класс характеризуется наличием гребня, ориентированного с юга на север (ярко выраженная меридиональность процессов). Классы 1, 3, 5 включают случаи с преимущественно меридиональным типом ПВФЗ.

Таким образом, подтверждена принципиальная возможность классификации ПВФЗ для целей данного исследования.

В то же время привлечение ПВФЗ не позволило полностью избавиться от неопределенности отнесения отдельных весен к конкретному классу. Очевидно, необходимо расширение признакового пространства классификации за счет дополнительных циркуляционных характеристик периода установления устойчивых положительных температур.

Такой характеристикой нами выбраны элементарно-циркуляционные механизмы (ЭЦМ по типизации Дзердеевского).

Весь массив данных о датах и длительности перехода температуры через 5°C был условно разделен на 3 группы, в том числе с использованием параметров ПВФЗ. Разделение на группы было выполнено по анализу скорости осуществления переходов Π_5 : быстро, норма, медленно.

На рисунке 7 представлено положение ПВФЗ по выделенным трём группам.

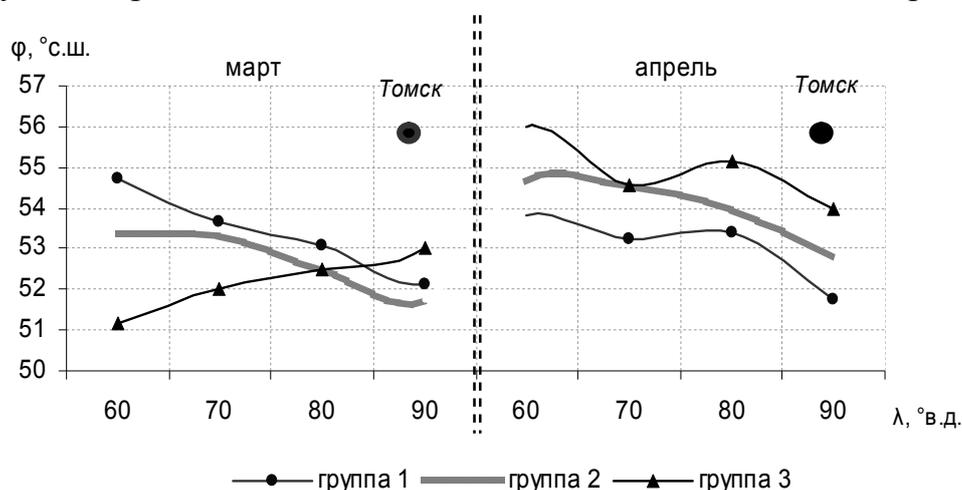


Рисунок 7 – Положение ПВФЗ по группам

Видно, что как и в марте, так и в апреле ПВФЗ расположена южнее Томска (на юге Западной Сибири и в предгорьях Алтая). От марта к апрелю отмечается её перемещение в северном направлении на расстояние примерно 2° долготы. Причем, для выделенных 3 групп в положении ПВФЗ удастся выявить некоторые различия.

Так, ПВФЗ занимает наиболее северное положение в группе “медленного перехода”. Томская область находится под влиянием процессов активной циклонической деятельности с затоками холодных воздушных масс в тыловых частях циклонов, с прохождением фронтальных разделов. Такие условия погоды не способствуют активному прогреванию подстилающей поверхности и, соответственно, приземного слоя воздуха. При “быстром переходе” (группа 1), наоборот, наблюдается максимально южное положение ПВФЗ. В этой ситуации прогрев приземного слоя связан с особенностями преобладающих над рассматриваемой территорией антициклональных процессов.

Для уточнения природы выделенных групп была подсчитана повторяемость каждого из 13 элементарных циркуляционных механизмов по группам (табл. 3).

Таблица 3

Повторяемость (%) типов ЭЦМ по группам

Группа перехода	Тип ЭЦМ												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
быстро	0	8	4	6	0	0	15	11	15	2	2	23	15
норма	3	4	3	7	3	4	7	15	10	9	5	17	11
медленно	5	5	0	7	2	2	12	10	10	10	10	14	14

Группа “норма” характеризуется наибольшей повторяемостью 8-го и 12-го ЭЦМ, которые относятся к меридиональной северной группе и характеризуются вторжением на Азию арктических воздушных масс, через полуостров Таймыр на бассейн Оби и Урал, либо от Новой Земли на бассейн Енисея. Нередко создается блокировка западного переноса смыканием Арктического антициклона с гребнем Сибирского. Наименьшую повторяемость в этой группе имеют процессы с 1 по 7 ЭЦМ.

Группа “быстро” характеризуется полным отсутствием 1, 5 и 6 ЭЦМ, наибольшая повторяемость с 7 по 13 ЭЦМ (причем, выделяется 12 ЭЦМ – 23 %). По сравнению с классами 2 и 3 значительно ослаблены процессы 10 и 11 ЭЦМ.

Группа “медленно” имеет равномерную повторяемость с 7 по 13 ЭЦМ, но, по сравнению с группой “быстро”, усиливаются 10 и 11 ЭЦМ и значительно уменьшается повторяемость 12 ЭЦМ.

При осуществлении 10 ЭЦМ рассматриваемая территория находится в области пониженного давления, в то время как блокирующий гребень располагается над Восточной Европой, что согласуется с выявленным выше положением ПВФЗ для медленного перехода (когда ПВФЗ занимает наиболее северное положение).

3. В границах выделенных классов для дат и длительности устойчивых переходов температуры через 0 и 5 °С выявлена зависимость урожайности зерновых культур Алтайского края и Томской области от режимов

формирования погодных условий в весенний период.

Проведенное исследование установления конкретных погодных условий весной в границах выделенных классов имеет и практический интерес.

Полученные в результате объективной классификации с привлечением параметров ПВФЗ классы дат перехода были сопоставлены с данными об урожайности (рис. 8).

В результате было получено, что между классами и урожайностью нет идеального сочетания. Однако, в данном сопоставлении отражено формирование весенних погодных условий.

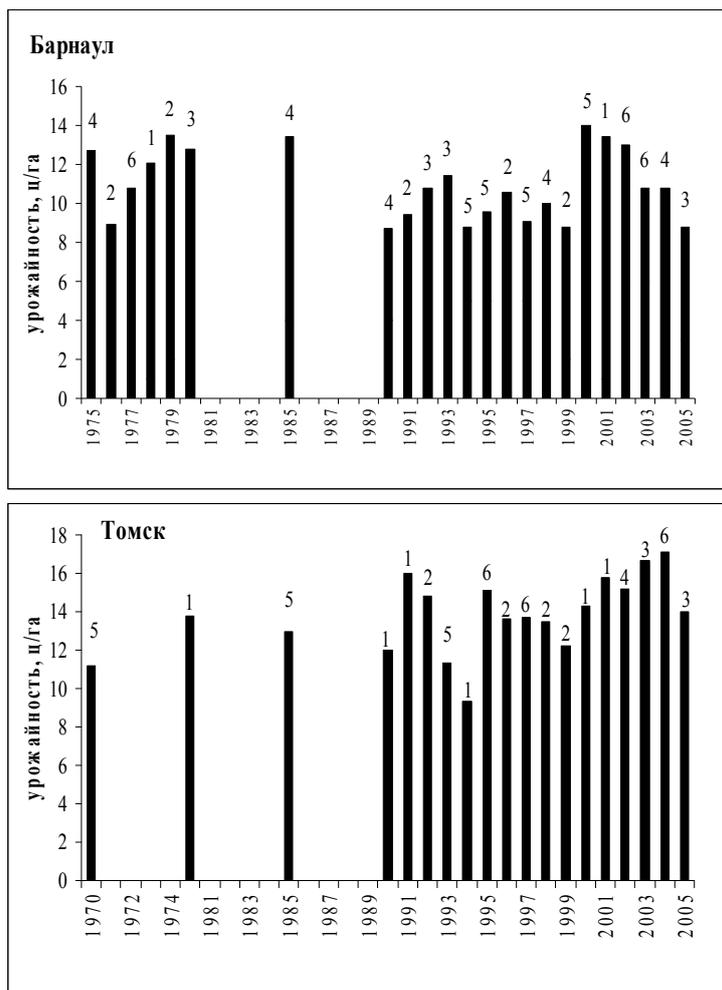


Рисунок 8 – Классы и урожайность зерновых культур

В таблице 4 приводятся средние характеристики классов и урожайность зерновых культур по классам для станций Барнаул и Томск.

Высокий уровень урожайности отмечается в 1 и 6 классах (12,6 и 11, 5 ц/га соответственно). 1 класс характеризуется ранними датами установления 0 и 5 °С и длительностью этих переходов в пределах нормы. В этом случае наблюдается стремительное установление благоприятных условий по термическому режиму. 2 класс отличается долгим и поздним переходом к 0 °С и нормальным установлением вегетационного периода.

Таблица 4

Средние характеристики классов и средняя урожайность зерновых культур (в ц/га) по классам для станций Барнаул и Томск

Барнаул				Томск					
Класс	Средние характеристики класса			Средняя урожайность	Класс	Средние характеристики класса			Средняя урожайность
1	Д ₀	29.3	рано	12,6	1	Д ₀	9.4	норма	13,5
	П ₀	17	норма			П ₀	22	норма	
	Д ₅	15.4	рано			Д ₅	2.5	норма	
	П ₅	17	норма			П ₅	23	норма	
2	Д ₀	9.4	поздно	10,2	2	Д ₀	27.4	поздно	13,5
	П ₀	6	быстро			П ₀	24	норма	
	Д ₅	25.4	норма			Д ₅	1.5	норма	
	П ₅	16	норма			П ₅	4	быстро	
3	Д ₀	9.4	поздно	11,1	3	Д ₀	11.4	норма	15,4
	П ₀	16	норма			П ₀	22	норма	
	Д ₅	14.4	рано			Д ₅	19.4	рано	
	П ₅	4	быстро			П ₅	8	быстро	
4	Д ₀	27.3	рано	11,1	4	Д ₀	24.4	поздно	15,2
	П ₀	3	быстро			П ₀	49	долго	
	Д ₅	30.4	поздно			Д ₅	3.5	норма	
	П ₅	34	долго			П ₅	9	быстро	
5	Д ₀	25.3	рано	10,4	5	Д ₀	15.4	норма	11,8
	П ₀	3	быстро			П ₀	16	норма	
	Д ₅	9.4	рано			Д ₅	17.5	поздно	
	П ₅	16	норма			П ₅	31	долго	
6	Д ₀	11.4	поздно	11,5	6	Д ₀	30.3	рано	15,3
	П ₀	33	долго			П ₀	2	быстро	
	Д ₅	24.4	норма			Д ₅	29.4	норма	
	П ₅	13	норма			П ₅	30	долго	

Низкая урожайность наблюдается во 2 и 5 классах (10,2 и 10,4 ц/га соответственно). Для 2 класса характерно позднее и быстрое установление 0 °С и нормальный переход к 5 °С, для 5 класса - раннее и быстрое установление 0 °С и раннее по дате, но нормальное по длительности перехода установление вегетационного периода.

В Томске высокая урожайность наблюдается в 3, 4 и 6 классах (15,4, 15,2 и 15,3 ц/га соответственно). В 3 классе погодные условия весеннего перехода соответствуют нормальному установлению 0 °С и раннему и быстрому установлению 5 °С. 4 класс характеризуется поздним и долгим переходом к положительным температурам, нормальным по дате перехода, но быстрым по длительности этого перехода установлением вегетационного периода. В 6 классе отмечается раннее и быстрое установление 0 °С и нормальным по дате, но долгим по длительности перехода установлением 5 °С. В этом случае наблюдаются благоприятные условия по сохранению зимних влагозапасов в почве. Устойчивый переход к положительным температурам в пределах нормы и позднее и долгое

установление вегетационного периода соответствует 5 классу, который характеризуется низкой урожайностью зерновых культур (11,8 ц/га).

Климатообусловленное повышение урожайности яровых зерновых культур в Западной Сибири за последние десятилетия составило 6 % за 10 лет, что свидетельствует о возможном значительном росте продуктивности зернового хозяйства региона за счет более эффективного использования почвенно-климатических ресурсов.

На основании оценок биоклиматического потенциала по регионам России, ожидаемая урожайность зерновых культур при интенсификации земледелия в Западно-Сибирском регионе может достигать 55 ц/га при современном климате.

Таким образом, своевременная оценка режимов формирования погодных условий в весенний период может быть использована в качестве корректировки в процессе принятия решений потребителем метеорологической информации, в частности, для выработки агрономической политики на полевой сезон.

В заключении можно сказать, что при исследовании климатических показателей термического режима теплого периода года и их современных тенденций впервые были получены средние характеристики и характеристики динамики временных показателей термического режима для юга Западной Сибири.

Выявленные крупномасштабные циркуляционные процессы, формирующие различные режимы на юге Западной Сибири, могут быть использованы для уточнения долгосрочных прогнозов на вегетационный сезон для данной территории, которые даются Гидрометцентром России.

Публикации по теме диссертации:

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК:

1. Барашкова Н.К. Переход температуры воздуха через 0 и 5 °С на юге Западной Сибири: режим, статистические характеристики и сопутствующие циркуляционные условия / Н.К. Барашкова, И.В. Кужевская, **О.В. Носырева** // Вестник Томского государственного университета. – 2009. – № 325. – С. 191-195. – 0,6 / 0,2 п.л.

2. Барашкова Н.К. Состояние и климатические тенденции временных показателей теплого периода года на юге Западной Сибири / Н.К. Барашкова, И.В. Кужевская, **О.В. Носырева** // Оптика атмосферы и океана. – 2011. – Т. 24. – № 2. – С. 119-123. – 0,6 / 0,2 п.л.

Публикации в других научных изданиях:

3. **Носырева О.В.** Динамика вегетационного режима для территории Томской и Кемеровской областей / **О.В. Носырева**, И.В. Кужевская // Известия Бийского отделения Русского географического общества. – Бийск : БПГУ им. В.М. Шукшина, 2006. – Вып. 26. – С. 144-147. – 0,5 / 0,3 п.л.

4. **Носырева О.В.** Применение статистических методов анализа для агрометеорологического районирования территории (на примере Томской и Кемеровской областей) / **О.В. Носырева**, И.В. Кужевская // Геосистемы: факторы развития, рациональное использование, методы управления : Международная научная конференция. 29 сен.- 4 окт. 2008 г. : [материалы]. – Туапсе : Стерх, 2008. – С. 203-206. – 0,3 / 0,2 п.л.

5. **Носырева О.В.** Оценка вегетационного периода территории Томской и

Кемеровской областей / **О.В. Носырева** // Наука и образование : XII Всероссийская конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. 20-24 апр. 2009г. : [материалы]. – В 6 т. Т.1. Естественные и точные науки. Ч.2. География, информатика и информационные технологии, химия, биология, экспериментальная и клиническая медицина. – Томск : Изд-во ТГПУ, 2009. – С. 42-47. – 0,4 п.л.

6. Барашкова Н.К. Роль погодного фактора начала вегетационного периода в урожайности зерновых культур / Н.К. Барашкова, И.В. Кужевская, **О.В. Носырева** // VIII Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу : Российская конференция. 8-10 окт. 2009 г. : [материалы] / под ред. М.В. Кабанова. – Томск : Аграф-Пресс, 2009. – С. 86-88. – 0,2 / 0,07 п.л.

7. Кужевская И.В. Оценка агроклиматических ресурсов территории Томской и Кемеровской области / И.В. Кужевская, **О.В. Носырева** // Вопросы географии Сибири: сборник статей. – Томск : ТГУ, 2009. – Вып. 27. – С. 188-190. – 0,4 / 0,2 п.л.

8. Барашкова Н.К. Циркуляционные процессы в период установления устойчивых среднесуточных 5° С температур в Томске / Н.К. Барашкова, И.В. Кужевская, **О.В. Носырева** // Контроль окружающей среды и климата : VI Всероссийский симпозиум. 5-7 июл. 2010 г. : [материалы] / под общ. ред. М.В. Кабанова, А.А. Тихомирова. – Томск : Аграф-Пресс, 2010. – С. 235-237. – 0,4 / 0,13 п.л.

9. Барашкова Н.К. Оценка роли погодного фактора вегетационного периода в урожайности зерновых культур / Н.К. Барашкова, И.В. Кужевская, **О.В. Носырева** // Наша новая школа : Всероссийская научно-практическая конференция. 22 апреля 2010 г. : [материалы]. – Красноярск, 2010. – Вып. 5. – С. 78-85. – 0,5 / 0,2 п.л.

10. **Носырева О.В.** Оценка климатических условий безморозного г. Томска / **О.В. Носырева** // Труды / Томский гос. ун-т. – Томск, 2010. – Сер. Геолого-географическая : Т. 277 : Актуальные вопросы географии и геологии. – С. 188-190. – 0,4 п.л.

11. **Носырева О.В.** Анализ тенденций метеорологических условий территории Западной Сибири / **О.В. Носырева** // Географическое изучение территориальных систем : V Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. 18-21 апр. 2011 г. : [материалы]. – Пермь : Пермский государственный университет, 2011. – С. 146-149. – 0,3 п.л.

12. **Носырева О.В.** Влияние метеорологических условий на развитие и распространение вредителей сельскохозяйственных культур / **О.В. Носырева**, Р.Р. Донгурак // Труды / Томский гос. ун-т. – Томск, 2011. Сер. Геолого-географическая : Т. 280 : Современные проблемы географии и геологии. – С. 157-160. – 0,5 / 0,25 п.л.

13. **Носырева О.В.** Весенний период установления устойчивых среднесуточных 5 °С температур на юге Западной Сибири и сопутствующие циркуляционные процессы / **О.В. Носырева** // Геосистемы: факторы развития, рациональное природопользование, методы управления : II Международная научно-практическая конференция. 4-8 октября 2011 года : [материалы]. – Краснодар, 2011. – С. 180-182. – 0,4 п.л.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Введение

1 Основные особенности климата

1.1 Исследование изменения климата России

1.2 Климатические условия Западной Сибири

1.3 Климатология теплого периода года

2 Методика исследования

2.1 Исходные данные

2.2 Метод определения даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через заданное пороговое значение

2.3 Методы, используемые в статистической обработке данных

3 Исследование термического режима теплого периода года территории юга Западной Сибири

3.1 Термический режим периода перехода температуры через 0 °С (теплый период)

3.2 Термический режим периода перехода температуры через 5 °С (вегетационный период)

3.3 Термический режим периода перехода температуры через 10 °С (период 10 °С)

3.4 Термический режим периода перехода температуры через 15 °С (период 15 °С)

3.4 Период устойчивого перехода температуры через 20 °С

3.5 Анализ взаимосвязей представленных характеристик

4 Исследование дат перехода температуры через 0 и 5 °С и сопутствующих циркуляционных условий

4.1 Классификация дат перехода методами математической статистики

4.2 Результаты классификация периодов перехода с привлечением циркуляционных условий в атмосфере

4.3 Сопоставление классов дат и ПВФЗ с урожайностью некоторых сельскохозяйственных культур

Заключение

Список использованных источников и литературы

Приложения