

Климатическая составляющая изменчивости урожаев яровой пшеницы на Урале

Л.Н. Ермакова

Изменения урожайности сельскохозяйственных культур от года к году обусловлены, в первую очередь, погодными условиями. Роль отдельных метеорологических факторов и их комплексов в формировании продуктивности сельскохозяйственных культур в настоящее время изучена достаточно полно. Большой вклад в исследования данного направления внесли Н.Н. Желтая, Т.П. Кулаковская, М.С. Кулик, Т.И. Мызина, В.М. Пасов, А.Н. Полевой, И.В. Свисюк, О.Д. Сиротенок, А.П. Федосеева, Е.С. Уланова и другие ученые. Чаще всего в работах используются данные о средних областных урожаях. Однако всегда представляет интерес изучение региональных особенностей производственных процессов.

В данной работе на основе методики В.М. Пасова для расчета климатической составляющей изменчивости урожаев сделана попытка выделить зоны с разной степенью устойчивости урожаев яровой пшеницы на территории Урала. При этом за основу взяты средние по хозяйствам урожайности яровой пшеницы в Пермской, Курганской, Челябинской, Свердловской областях за 1971-2000 гг. В исследуемых хозяйствах применялась следующая агротехника: зяблевая и весновспашка, культивирование, боронование. Минеральные удобрения вносились в основном перед посевом в дозах 1,5-3,0 ц/га. В Челябинской области дозы вносимых удобрений несколько меньше – 0,5-1,5 ц/га. Некоторые различия в дозах вносимых удобрений, приемах агротехники, используемых сортах пшеницы могли повлиять на результаты исследований.

Территория Курганской области занимает большую площадь приуральской части Западно-Сибирской равнины. Почвенный покров области довольно разнообразен. Основными типами и подтипами почв являются черноземы выщелоченные, обыкновенные, солонцеватые и осолоделые. На формирование климата области существенное влияние оказывает ее положение внутри материка, непосредственно за Уральскими горами. Климат континентальный с продолжительной малоснежной суровой зимой, коротким и жарким летом и периодически повторяющейся засушливостью. Средние месячные температуры июля и января равны соответственно 18,0-18,5 °С и -17,0...-18,5 °С. Годовая сумма осадков 300-400 мм [1].

Пермская область расположена на северо-востоке Русской равнины и на западных склонах Уральских гор, в лесной зоне. Почва разнообразны: дерново-подзолистые и подзолистые, дерново-карбонатные, серые лесные, оподзоленные черноземы. Климат области континентальный, с холодной продолжительной и многоснежной зимой. Лето умеренно теплое, короткое. Средние температуры июля и января равны соответственно 16,0-18,0 °С и -17,0...-19,0 °С. Годовая сумма осадков на вершинах и склонах гор более 1000 мм, в долинах 550-750 мм [2].

Свердловская область расположена главным образом на восточном склоне Среднего (частично Северного) Урала и на примыкающей к ним части Западно-Сибирской равнины. Наиболее распространены подзолистые, дерново-подзолистые, болотные и серые лесные почвы. Черноземы сосредоточены в юго-восточных районах. Климат континентальный. Зима продолжительная, многоснежная. Лето умеренно теп-

лое, короткое. Средняя температура января $-19,0 \dots -17,0$ °С, июля $-16,0-17,0$ °С. Годовая сумма осадков 600-900 мм [3].

Челябинская область занимает в основном восточный склон Южного Урала и прилегающие к нему части Зауральской равнины, и только небольшая часть территории на северо-западе заходит неширокой полосой на западные склоны Южного Урала. Почвы отличаются большим разнообразием: щебенчатые, горно-лесные, дерново-подзолистые и др. Климат области континентальный, с холодной продолжительной зимой, сухим жарким летом. Средняя температура воздуха января $-15,0 \dots -18,0$ °С, июля $-15,5-19,5$ °С .. [4].

Согласно методике В.М. Пасова [5], климатическая составляющая изменчивости урожая определяется коэффициентом вариации и рассчитывается по формуле

$$C_m = \frac{1}{y} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (y\mathcal{E}_i - \bar{y})^2}{n-1}},$$

где C_m – климатическая составляющая изменчивости урожая; \bar{y} – средняя многолетняя урожайность; y_i – урожайность конкретного года; $y\mathcal{E}_i$ – урожайность по тренду в конкретном году; n – продолжительность временного ряда урожайности.

Среднюю квадратическую ошибку C_m можно вычислить по формуле

$$\partial C_m = \frac{C_m \sqrt{1 + C_m^2}}{\sqrt{2(n-1)}},$$

где n – длина ряда.

В нашем случае $n=30$, следовательно, ошибка ∂C_m достигает следующих значений:

C_m	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70
∂C_m	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,11

Наиболее устойчивые урожаи формируются в районах, где $C_m \leq 0,20$; умеренно устойчивые урожаи – при $C_m = 0,21-0,29$; неустойчивые урожаи – при $C_m = 0,30-0,40$; наиболее неустойчивые урожаи – при $C_m > 0,40$.

Климатическая составляющая изменчивости урожая яровой пшеницы рассчитана для 48 хозяйств Пермской, Свердловской, Челябинской, Курганской областей. Тренды средних по хозяйствам урожайностей аппроксимированы полиномиальной зависимостью третьей степени.

Курганская область. Средние многолетние урожаи яровой пшеницы изменяются в пределах 12,5-19,5 ц/га. В отдельные наиболее благоприятные годы в некоторых хозяйствах урожаи достигали 30-40 ц/га. При неблагоприятных агрометеорологических условиях вегетационных периодов урожаи не превышали 6-8 ц/га.

Расчет климатической составляющей изменчивости урожая яровой пшеницы показал, что устойчивые и умеренно устойчивые урожаи ($C_m \leq 0,20$ и $C_m = 0,21-0,29$) формировались в четырех хозяйствах области. В остальных хозяйствах урожайность неустойчивая ($C_m = 0,30-0,40$) и даже наиболее неустойчивая ($C_m = 0,40$) (табл. 1).

Таблица 1

Климатическая составляющая изменчивости урожаев (C_m) яровой пшеницы в Курганской области

Административный район	C_m	Административный район	C_m
Шатровский	0,20	Петуховский	0,37
Далматовский	0,31	Сафакулевский	0,38
Шадринский	0,25	Куртамышский	0,38
Белозерский	0,26	Половинский	0,41
Каргапольский	0,24	Целинный	0,34
Макушинский	0,44		

Рассчитаны метеорологические составляющие урожайности Δy_i в отклонениях от тренда:

$$\Delta y_i = \frac{y_i - y_{\text{э}i}}{y_{\text{э}i}} \cdot 100 \% ,$$

где y_i – урожайность конкретного года; $y_{\text{э}i}$ – динамическая урожайность. Поскольку предполагается, что урожайность по тренду $y_{\text{э}i}$ характеризует уровень агротехники, достигнутой в каждом году, то величина Δy_i должна указать на ту часть изменчивости урожайности, которая связана с особенностями агрометеорологических условий вегетационных периодов. В зависимости от уровня изменчивости урожаев отличаются и их отклонения от трендовых значений. В зоне устойчивых урожаев метеорологическая составляющая не превышает 42%. В зоне умеренно устойчивых урожаев Δy_i возрастает до 63%, в зоне неустойчивых урожаев – даже до 84% (табл. 2).

Таблица 2

Повторяемость метеорологической составляющей урожайности (Δy_i) в Курганской области

C_m	$\Delta y_i, \%$							
	84-64	63-43	42-22	21-1	0-20...	-21-41...	-42-62...	-63-83...
$\leq 0,20$			13,3	26,7	46,7	13,3		
0,21-0,29		6,7	13,3	27,7	31,0	15,7	5,6	
0,30-0,40	3,3	10,0	16,9	17,9	21,5	17,9	10,0	2,5
$<0,40$	3,5	6,7	15,0	16,7	18,3	23,3	13,3	1,7

В зонах неустойчивых урожаев максимальные повторяемости смещаются в сторону отрицательных метеорологических составляющих. То есть в этих зонах более часты понижения урожайностей по сравнению с трендовыми значениями.

Для наглядного представления построены тренды для зон с устойчивыми (рис. 1) и наиболее неустойчивыми урожаями (рис. 2). В зоне неустойчивых урожаев отклонения от тренда выражены заметнее.

Устойчивость той или иной формы циркуляции атмосферы способствует формированию разных уровней урожайности сельскохозяйственных культур. На рис. 3 представлены тренды урожайности пшеницы и числа дней с формой атмосферной циркуляции Е (восточной) по классификации Г.Я. Вангенгейма в первую половину вегетации (Е/1). Как видно, тренды практически идентичны. Это указывает на то, что восточная форма циркуляции в этот период благоприятна для продуктивного процесса.

Аналогична зависимость урожайности пшеницы в Курганской области от восточной формы циркуляции в течение всей вегетации (рис.4).

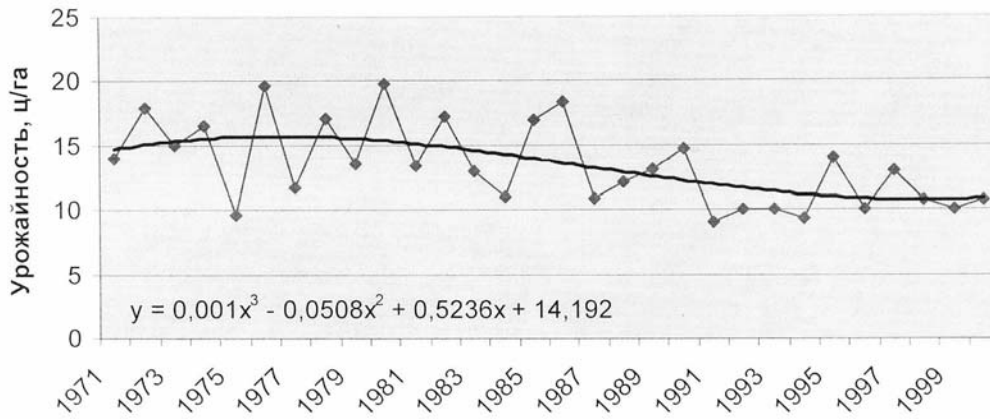


Рис. 1 Тренд средней по хозяйству урожайности яровой пшеницы (Шатрово)

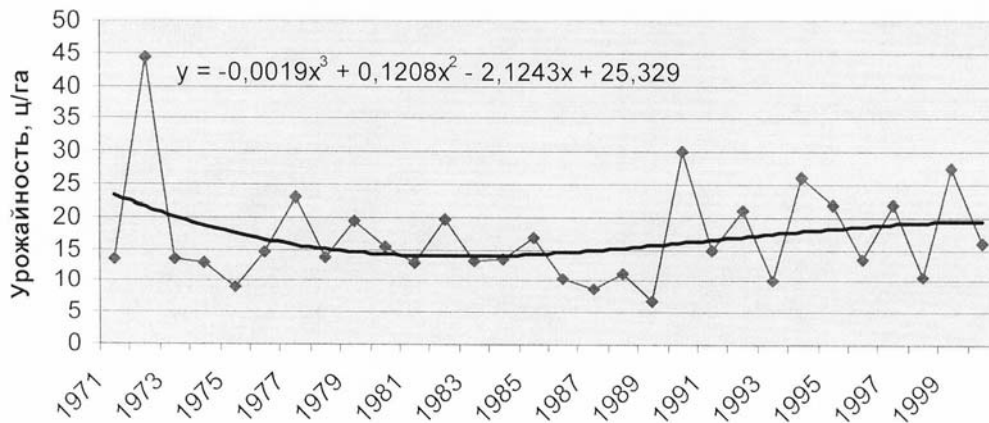


Рис. 2 Тренд средней по хозяйству урожайности яровой пшеницы (Макушино)

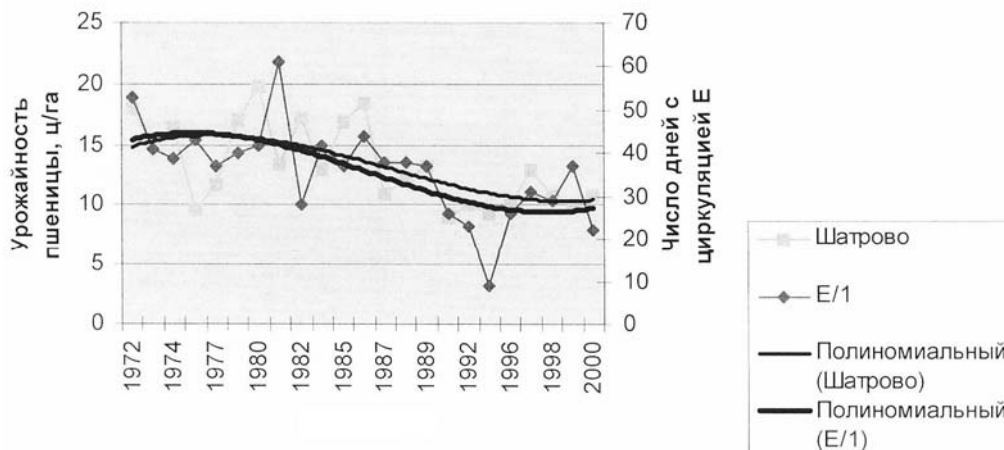


Рис. 3 Тренды урожайности яровой пшеницы (Шатрово) и числа дней с формой циркуляции E в первой половине вегетации

При форме циркуляции E_{M2} Курганская область находится под влиянием высотной барической ложбины. Складываются благоприятные условия для влагообеспеченности вегетационных периодов.

Увеличение числа дней с формой циркуляции W (западной) приводит к снижению урожайности яровой пшеницы (рис. 5). Если в период вегетации форма W наблюдается 40 и более дней, то урожайность снижается до 10-12 ц/га. При западной форме циркуляции агрометеорологические условия складываются под воздействием высотного барического гребня, т.е. возможна засушливость вегетационных периодов.

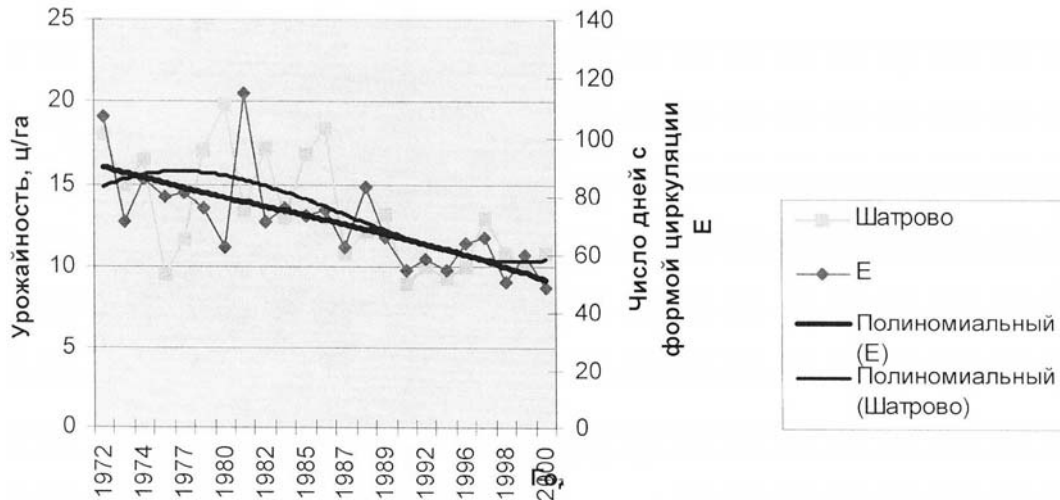
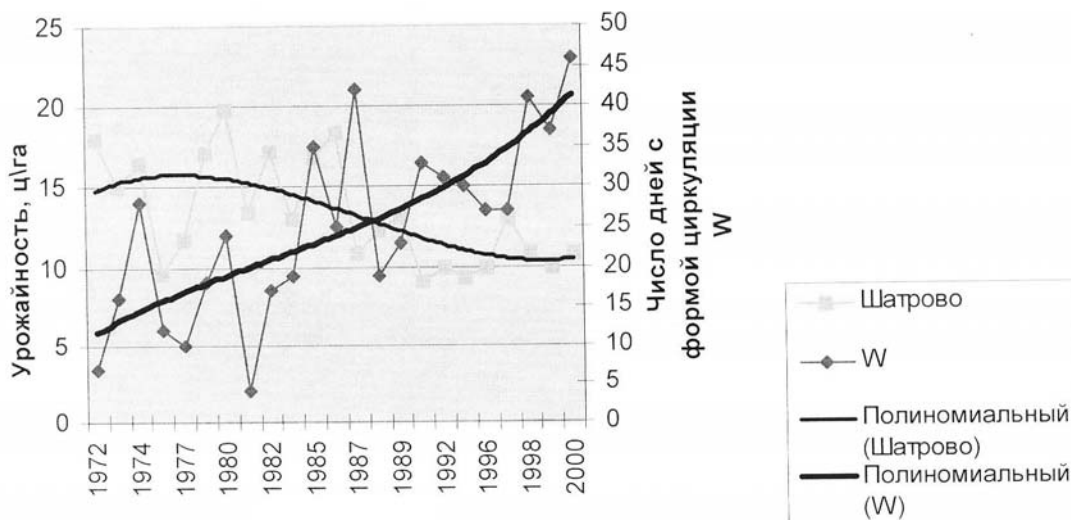


Рис. 4 Изменение урожайности яровой пшеницы (Шатрово) и числа дней с формой циркуляции E за вегетационный период



Тренды урожайности яровой пшеницы (Шатрово) и числа дней с формой циркуляции W в период вегетации

При форме циркуляции С (меридиональной) над Курганской областью располагается слабо выраженный высотный барический гребень. Поэтому при большей устойчивости этой формы формируются засушливые условия вегетационных периодов, что приводит к снижению урожайности яровой пшеницы. В частности, из рис. 6 можно сделать вывод, что при увеличении числа дней с формой С (более 25 дней) происходит снижение урожайности до 10-12 ц/га (по тренду).

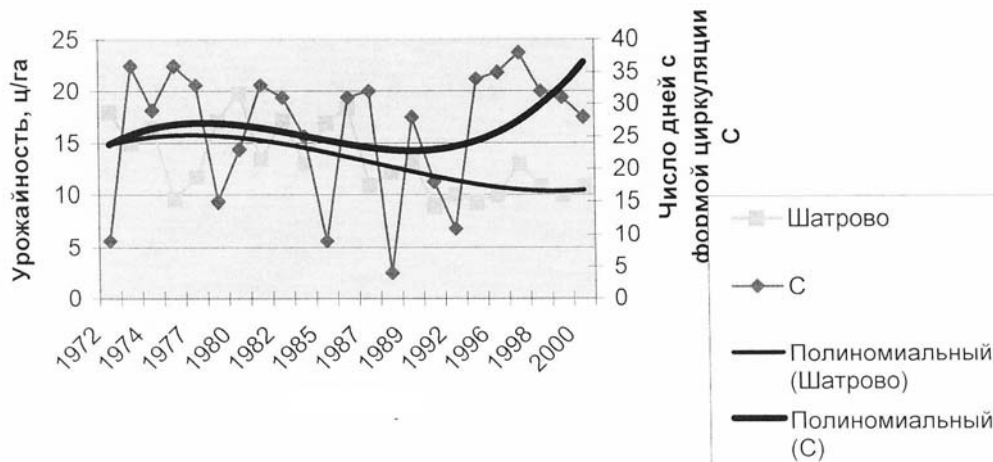


Рис. 6 Тренды урожайности яровой пшеницы (Шатрово) и числа дней с формой циркуляции С в период вегетации

Тренды форм циркуляции указывают на тенденцию уменьшения к концу исследуемого периода числа дней с формой Е и увеличения числа дней с формой W.

Пермская область. Средние многолетние урожаи яровой пшеницы составляют 9-22 ц/га в благоприятные годы повышаются до 40 ц/га, в неблагоприятные снижаются до 2-9 ц/га. Самые неблагоприятные годы – 1981 и 1988. В 1981 г. урожайность пшеницы в большинстве хозяйств области не превышала 8 ц/га, а в 1988 г. – 9-15 ц/га.

Устойчивые и умеренно устойчивые урожаи наблюдались в 3 хозяйствах области. Здесь климатическая составляющая изменчивости урожаев $C_m = 0,19-0,30$. Большая часть территории относится к зоне неустойчивых и наиболее неустойчивых урожаев ($C_m > 0,40$) (табл. 3).

Таблица 3

Климатическая составляющая изменчивости урожаев (C_m) яровой пшеницы в Пермской области

Административный район	C_m	Административный район	C_m
Косинский	0,19	Кунгурский	0,42
Кочевский	0,28	Частинский	0,3
Кудымкарский	0,46	Ординский	0,32
Ильинский	0,33	Бардымский	0,29
Верещагинский	0,34	Чернушинский	0,41
Большесосновский	0,37		

Метеорологические составляющие урожайности пшеницы в этих зонах изменяются в разных пределах (табл. 4).

Таблица 4

Повторяемость метеорологической составляющей урожайности (Δy_i) в Пермской области

C_m	$\Delta y_i, \%$							
	84-64	63-43	42-22	21-1	0...-20	-21...-41	-42...-62	-63...-83
$\leq 0,20$			14,9	38,4	28,3	18,4		
0,21-0,29	1,7	6,6	8,3	30,0	36,7	11,7	3,3	1,7
0,30-0,40	4,4	6,1	8,5	24,4	32,7	16,1	6,1	1,7
$< 0,40$	6,7	8,2	13,2	15,9	20,0	20,9	9,1	6,0

Чем более неустойчивы урожаи, тем значительнее их отклонения от тренда. Так, при $C_m \leq 0,20$ метеорологические составляющие не выходят за пределы 42%. С увеличением степени неустойчивости урожаев повторяемость значительных отклонений – 84% – становится больше. В зоне неустойчивых урожаев отклонения до 84% возможны в двух годах из 30.

В зоне устойчивых урожаев максимальная повторяемость приходится на метеорологическую составляющую $\Delta y_i = 1-21\%$, в зоне умеренно устойчивых и неустойчивых урожаев чаще встречаются отклонения 0... - 20%, т.е. урожайности пшеницы в 33-37% случаев ниже трендовых. В зоне же наиболее неустойчивых урожаев в 21% случаев урожаи яровой пшеницы ниже трендовых на 21-41% (табл. 4).

Тренд средней по хозяйству урожайности яровой пшеницы в зоне устойчивых урожаев характеризует некоторое повышение урожаев к 1990 г. и небольшое уменьшение к концу исследуемого периода. Преобладают положительные отклонения урожайностей от тренда (рис. 7).

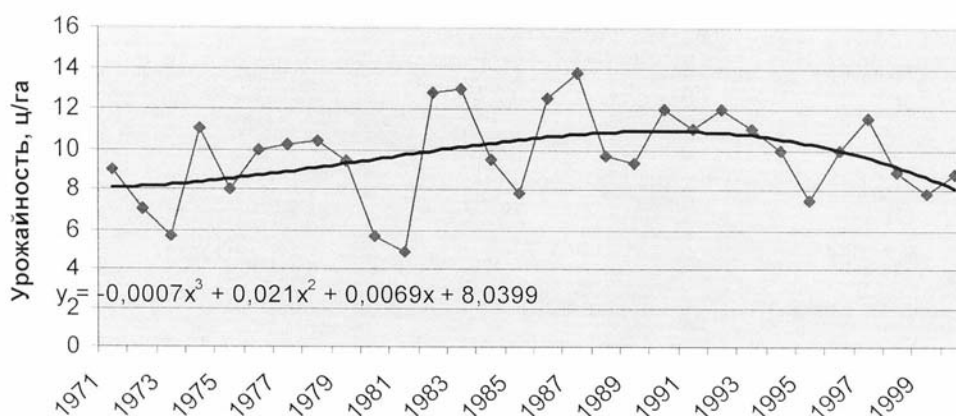


Рис. 7 Тренд средней по хозяйству урожайности яровой пшеницы (Коса)

В зоне умеренно устойчивых урожаев тренд указывает на значительное снижение урожайности пшеницы к концу исследуемого периода. Отрицательные отклонения урожайностей от тренда немного преобладают над положительными. Например, в 1981 г. отклонение составило 16 ц/га. (рис. 8).

В зоне наиболее неустойчивых урожаев заметно существенное снижение урожайности пшеницы к концу периода (с 32 до 8 ц/га). Количественно преобладают отрицательные отклонения от тренда. Но в отдельные годы наблюдаются большие положительные отклонения. Например, в 1986 г. отклонение составило 26 ц/га, в 1976 г. – 16 ц/га (рис. 9).

Устойчивость определенных форм атмосферной циркуляции, естественно, сказывается на продуктивности сельскохозяйственных культур. Для Пермской области не вполне благоприятным является длительное сохранение формы, так как в этом случае погоду данной территории обуславливает высотный барический гребень. Сохранение формы Е в период вегетации 80 и более дней приводит к снижению урожайности пшеницы до 8 ц/га (по тренду) (рис. 10).

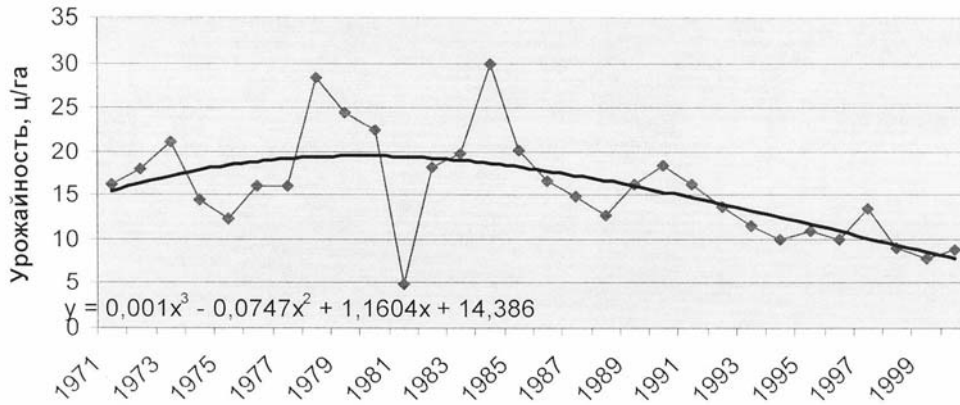


Рис. 78 Тренд средней по хозяйству урожайности яровой пшеницы (Барда)

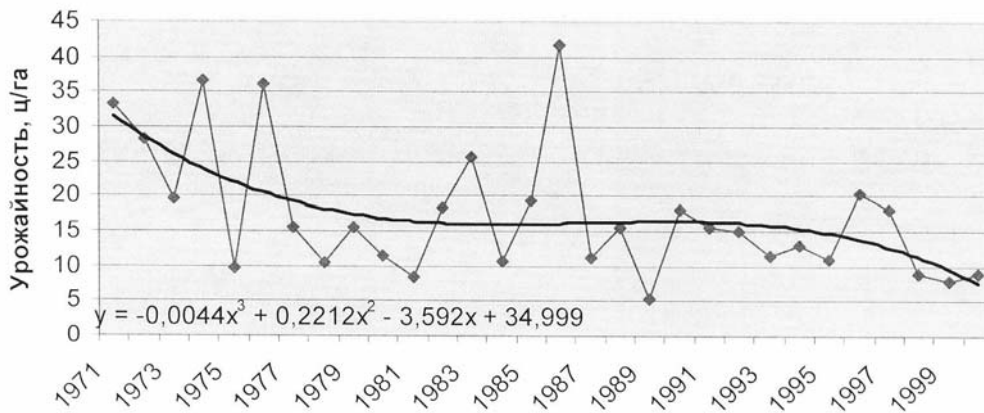


Рис. 9 Тренд средней по хозяйству урожайности яровой пшеницы (Кудымкар)

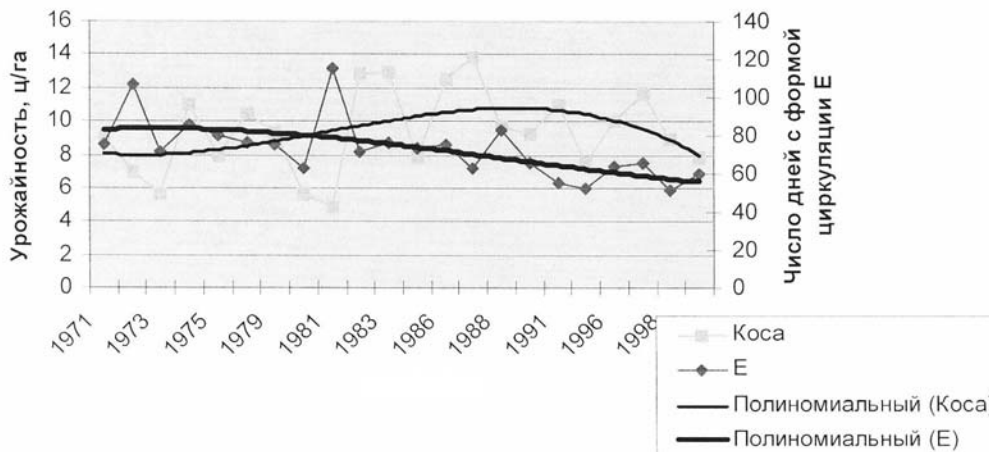


Рис. 10 Тренды урожайности яровой пшеницы (Коса) и числа дней с формой циркуляции Ев период вегетации

Форма циркуляции W в целом благоприятна для продукционного процесса в Пермской области, так как погоду территории обуславливает высотная барическая ложбина.

Свердловская область. Средние многолетние урожаи составляют 13-29 ц/га. В благоприятные по агрометеорологическим условиям годы урожайность яровой пшеницы достигает 40-45 ц/га, в неблагоприятные может снижаться до 7 ц/га. Самые неблагоприятные

гоприятные годы – 1981,1989 гг. Урожайность не превышала 9-15 ц/га и преобладали отрицательные отклонения урожайности от тренда.

Выделяются зоны умеренно устойчивых ($C_m = 0,21-0,29$) и неустойчивых ($C_m = 0,30-0,40$) урожаев. В отличие от ранее рассмотренных областей, в Свердловской области нет зон с устойчивыми и наиболее неустойчивыми урожаями (табл. 5).

Таблица 5

Климатические составляющие изменчивости (C_m) урожаев в Свердловской области

Административный район	C_m	Административный район	C_m
Ирбитский	0,22	Талицки	0,29
Байкальский	0,23	Алапаевский	0,31
Камышовский	0,24	Верхнетуринский	0,32
Красноуфимский	0,25	Тугулымский	0,32
Режевский	0,26	Свердловск	0,32
Слободо-туринский	0,28	Ачитский	0,32
Артемовский	0,28		

Метеорологические составляющие урожайности рассчитаны для зон с умеренно устойчивыми и неустойчивыми урожаями (табл. 6).

Таблица 6

Повторяемость метеорологической составляющей урожайности (Δy_i) в Свердловской области

C_m	$\Delta y_i, \%$							
	84-64	63-43	42-22	21-1	0...-20	-21...-41	-42...-62	-63...-83
$\leq 0,20$	-	3,7	13,3	30,3	31,7	17,0	4,0	-
0,30-0,40	2,8	6,1	10,8	20,2	28,3	24,2	6,8	0,8

В зоне умеренно устойчивых урожаев отклонения урожайности от тренда составляют не более 63%. Максимальная повторяемость приходится на метеорологическую составляющую $\Delta y_i = 0...-20\%$, т.е. в большинстве случаев урожаи яровой пшеницы в этой зоне ниже трендовых в среднем на 10-20%.

С уменьшением устойчивости урожаев расширяется диапазон изменения Δy_i . В зоне неустойчивых урожаев отклонения от тренда могут достигать 84%. Максимальная повторяемость приходится также на величину $\Delta y_i = -21-41\%$. Таким образом, в зоне неустойчивых урожаев увеличивается вероятность отрицательных отклонений от тренда – 21-41%.

Тренд урожайности в хозяйствах умеренно устойчивой зоны (рис. 11) характеризует плавное изменение за период исследования, которое не превышает 4 ц/га. В начале периода трендовая урожайность яровой пшеницы составляет 17-18 ц/га, в конце периода – 16 ц/га и намечается некоторая тенденция к повышению. Положительные и отрицательные отклонения от тренда распределены довольно равномерно. Максимальные отклонения наблюдаются в 1989 и 1990 гг. В 1989 г. оно составило 8 ц/га, в 1990 г. – 10 ц/га.

В вегетационный период 1989 г. преобладала форма циркуляции E, что для Свердловской области обуславливает наличие высотного барического гребня, в 1990 г. – форма C (высотная барическая ложбина) наблюдалась в течение месяца, что привело к формированию хорошего режима увлажнения.

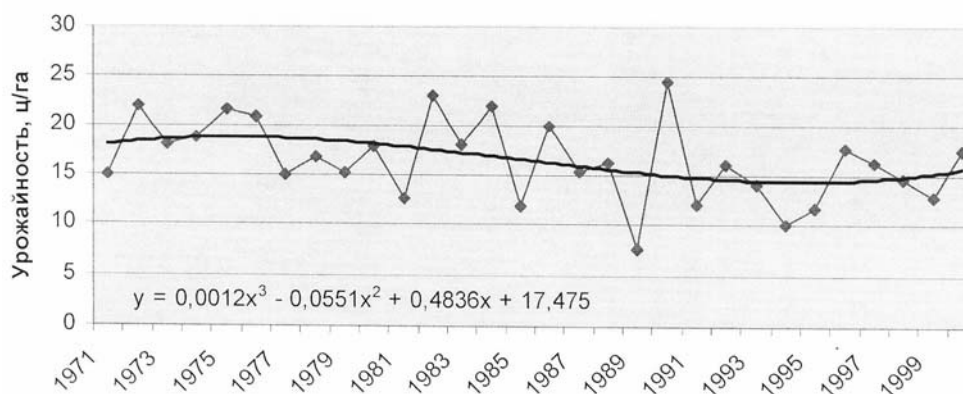


Рис.11 Тренд средней по хозяйству урожайности яровой пшеницы (Ирбит)

В зоне неустойчивых урожаев (рис. 12) тренд показывает их заметное снижение в конце периода. Колебания динамических урожаев весьма значительны – от 14-15 до 35-37 ц/га. Отклонения урожайностей от тренда составляют в отдельные годы 20-24 ц/га. Например, в 1989 г. отклонение $\Delta u_i = -20$ ц/га, а в 1990 г. - $\Delta u_i = 24$ ц/га.

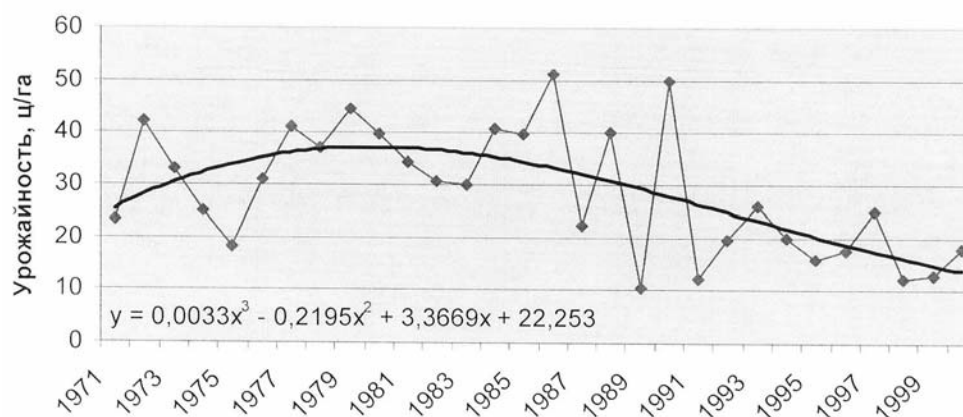


Рис. 12 Тренд средней по хозяйству урожайности яровой пшеницы (Свердловск-Исток)

Число дней с формами циркуляции E и W в периоды вегетации этих лет приблизительно одинаковые. Различия наблюдаются в повторяемости формы С. В 1989 г. эта форма циркуляции атмосферы прослеживалась 34 дня, а в 1990 г. – 40 дней. Кроме того, в первой половине вегетации повторяемость формы E в 1989 г. равна 37 дням, а в 1990 г. – 22 дням. Повторяемость формы С соответственно составляет 12 и 29 дней. Таким образом, формирование продуктивности яровой пшеницы в начале вегетации происходило при различных циркуляционных условиях.

Челябинская область. Средние многолетние урожаи изменяются в пределах 9-19 ц/га. В наиболее благоприятные годы урожайность яровой пшеницы составила 35-40 ц/га. Выделяются хозяйства, в которых даже при благоприятных условиях вегетации урожайность не превышала 17-20 ц/га, например, Фершампенуаз, Карталы, Бреды. В отдельные неблагоприятные годы урожайность снижалась до 1,5-2,0 ц/га.

Особенностью этой территории является отсутствие хозяйств с устойчивыми и умеренно устойчивыми урожаями. Климатические составляющие изменчивости урожаев в некоторых хозяйствах значительно превышают 0,4 (табл. 7).

Таблица 7

Климатическая составляющая изменчивости (C_m) урожаев в Челябинской области

Административный район	C_m	Административный район	C_m
Канашакский	0,44	Верненский	0,46
Южноуральский	0,45	Карталинский	0,67
Октябрьский	0,47	Кизильский	0,45
Верхнеуральский	0,31	Брединский	0,39
Нагайбакский	0,37		

Особенно выделяются Карталы. Именно в этом хозяйстве в 17 годах из 30-летнего периода урожайность яровой пшеницы была ниже 10 ц/га, а в 11 годах даже ниже 5 ц/га.

Диапазон изменения метеорологической составляющей урожайности еще более расширился по сравнению с другими областями (табл. 8).

Таблица 8

Повторяемость метеорологической составляющей урожайности (Δy_i) в Челябинской области

C_m	$\Delta y_i, \%$									
	105-85	84-64	63-43	42-22	21-1	0...-20	-21...-41	-42...-62	-63...-83	-84...-104
0,30-0,40		5,7	5,7	15,6	26,6	19,0	14,2	10,0	3,2	
> 0,40	4,3	3,6	11,1	14,7	15,6	14,7	17,1	11,6	5,0	2,3

В зоне неустойчивых урожаев ($C_m=0,30-0,40$) отклонения от тренда могут превышать 80%. Максимальная повторяемость приходится на градацию $\Delta y_i = 1-21\%$. Достаточно часто, в 10% случаев, положительные и отрицательные отклонения от трендовой урожайности составляют 42-64%.

В зоне наиболее неустойчивых урожаев метеорологическая составляющая в некоторых случаях превышает 100%. Модальный интервал Δy_i равен $-21...-41\%$. По сравнению с зоной неустойчивых урожаев значительно возрастает повторяемость $\Delta y_i = 63-43\%$, $-21...-41\%$, $-42...-62\%$, $-63...-83\%$.

Тренд повторяемости яровой пшеницы для неустойчивой зоны (рис. 13) показывает постепенное снижение к концу периода. Отрицательные и положительные отклонения от тренда распределены достаточно равномерно. Максимальное отрицательное отклонение – 13 ц/га, максимальное положительное – 10 ц/га. Трендовые урожайности в течение всего периода изменялись незначительно, в пределах 4 ц/га.

В хозяйствах наиболее неустойчивой зоны (например, Карталы) трендовая урожайность в течение всего периода не превышает 14 ц/га. Положительные отклонения от тренда в отдельные годы в 2-2,5 раза превышают динамическую урожайность. Отрицательные отклонения менее значительны (рис. 14).

Особенно большие перепады урожайности яровой пшеницы отмечены в Тимирязевской. В 1975 г. урожайность составляла 2 ц/га, а в 1978 г. – 40 ц/га (рис. 15). Тренд имеет выраженный периодический характер с 10-12-летним циклом: повышение урожайности происходит с 1971 по 1981 г., далее следует уменьшение до 1991-1993 гг. и вновь намечается тенденция к повышению.

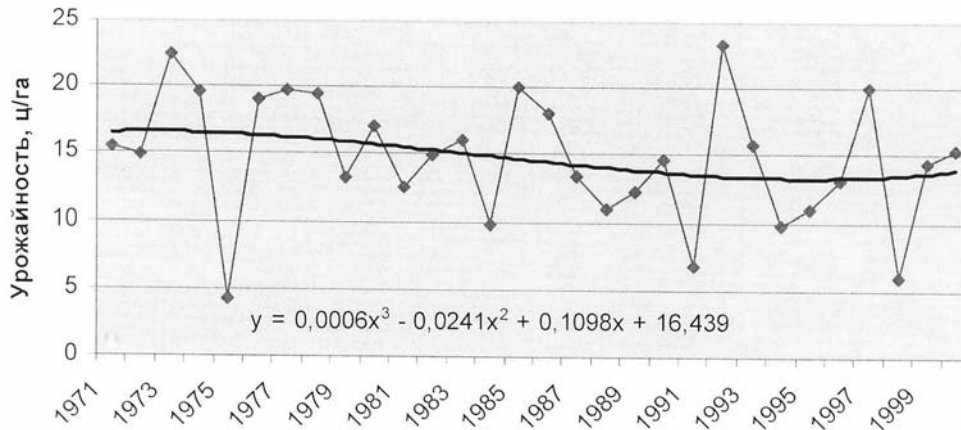


Рис. 13 тренд урожайности яровой пшеницы (Верхнеуральск)

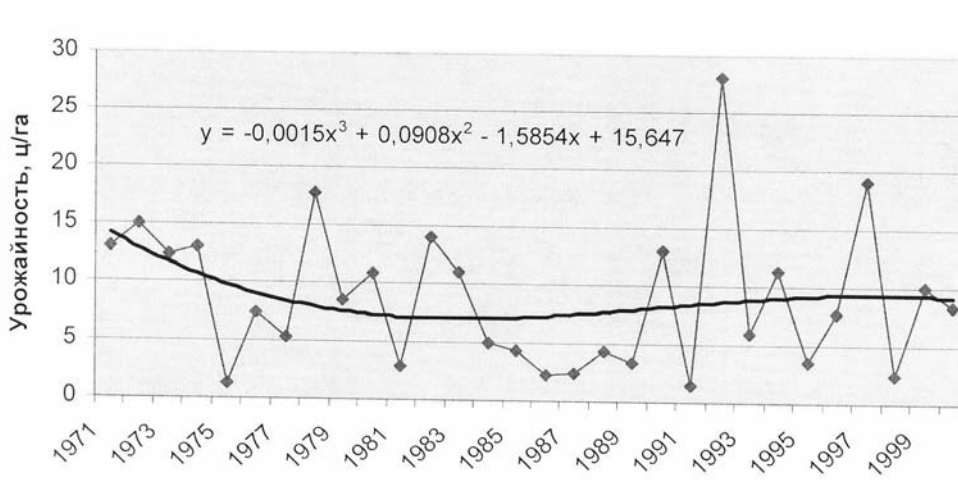


Рис. 14 Тренд средней по хозяйству урожайности яровой пшеницы (Карталы)

Таким образом, рассмотренные тренды урожайности яровой пшеницы отражают влияние степени устойчивости урожаев и атмосферной циркуляции. Картина пространственного распределения составляющей изменчивости урожаев представлена на рис. 16. Заметно увеличение C_m с северо-запада на юг и юго-восток рассматриваемой территории. Устойчивая и умеренно устойчивая зоны выделяются на северо-западе, севернее 59° с.ш., в центральной части — в зоне широт $55,5^{\circ} - 59^{\circ}$ с.ш., ограниченной меридианами 57° и 65° в.д. Западные, южные и юго-восточные районы характеризуются неустойчивостью урожаев. Наиболее неустойчивые урожаи ($C_m > 0,45$) наблюдаются на юге между $59,5^{\circ}$ и $62,5^{\circ}$ в.д.

Естественно, что пространственное распределение C_m не имеет каких-либо четких закономерностей. Это обусловлено многофакторным влиянием на продукционный процесс, в том числе и факторов не метеорологического происхождения.

В.М. Пасов в своих исследованиях основывался на среднеобластных урожаях. Согласно его выводам, Урал — это зона умеренно устойчивых урожаев. Наши результаты показали, что на территории Урала выделяются зоны от устойчивой до наиболее неустойчивой урожайности. Большая детализация районирования обусловлена использованием среднехозяйственных урожаев яровой пшеницы. В целом тенденция увеличения C_m с северо-запада на юг и юго-восток подтверждает закономерность, выявленную В.М. Пасовым. Темой дальнейшего исследования может стать определение C_m как функции параметров атмосферной циркуляции.

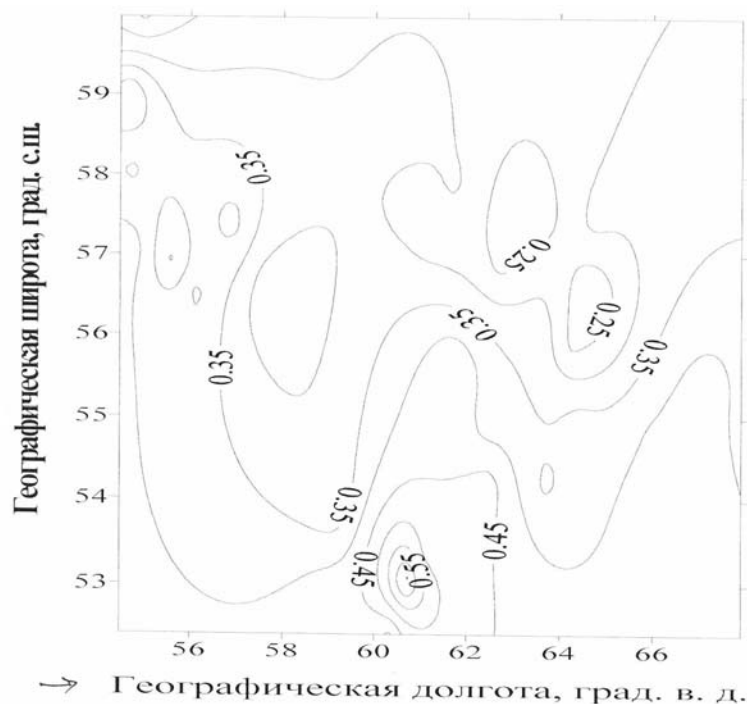


Рис. 15 Пространственное распределение климатической составляющей изменчивости урожаев яровой пшеницы

Библиографический список

1. *Агроклиматические ресурсы территории*. Курганская область. Л., Гидрометеоиздат, 1977.
2. *Агроклиматические ресурсы территории*. Пермская область. Л., Гидрометеоиздат, 1978.
3. *Агроклиматические ресурсы территории*. Свердловская область. Л., Гидрометеоиздат, 1978.
4. *Агроклиматические ресурсы территории*. Челябинская область. Л., Гидрометеоиздат, 1977.
5. *Пасов В.М. Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур* / В.М. Пасов. Л.: Гидрометеоиздат, 1986.