

УДК 663.11.001.24 (574.2)

ДИНАМИКА УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ЕЕ СВЯЗЬ С АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ

Д.А. Скакова

За период 1900–1995 гг. выделены годы с экстремальными значениями коэффициентов теплолагообеспеченности и проанализированы их взаимосвязи с данными по урожайности яровой пшеницы по Северному Казахстану.

В перечне бедствий, связанных с жизнью атмосферы, есть антипод многоводью – засухи, которые представляют собой проявление резкой засушливости в природе на фоне длительного бездождья или незначительных осадков. Но не совсем верно определять это явление как длительное бездождье, так как далеко не всегда бездождье является засухой. Нельзя сказать, что зависимость людей, их хозяйственной деятельности от капризов погоды сейчас такая же, какой она была раньше. Но она есть и довольно значительная. Поэтому изучению засух посвящено много трудов в отечественной и зарубежной литературе. Засухи рассматриваются с различных точек зрения, и поэтому их оценка относительная. Каждый исследователь применяет свои критерии и имеет свой каталог.

В процессе выполнения данной работы потребовалось составить собственный каталог засух. Выбор наиболее оптимального критерия определения засухи на территории Северного Казахстана проводился путем применения различных методик:

- выделение засушливых лет с помощью гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК) и индекса Педя (S_1);
- выделение засушливых лет с применением величины среднеквадратического отклонения урожайности от средних значений;

- выделение засушливых лет по величине отклонения урожайности от линии тренда, выраженной в процентах.

Для характеристики засух существует ряд критериев в основу которых положена та или иная функция. Ценность любого агроклиматического показателя зависит не только от того, насколько он способен отразить однородность территории по выделяемому признаку. Предоставилась возможность проверить оптимальность критериев засухи, предложенных в работах [8,10] для территории Северного Казахстана - это гидротермический коэффициент Селянинова и индекс Педя, формулы которых широко известны.

Для анализа и статистического описания динамики засушливости и урожайности необходимо в первую очередь выявить форму его тренда, которую можно найти путем применения различных количественных методик [1,2]. Многолетний опыт изучения динамики урожайности показывает, что для ее описания достаточно ограничиться линейной формой ее тренда, которая дает правильное представление об эволюции урожайности. Выбор более сложной формы тренда может привести к искусственному преуменьшению реальной колеблемости и уменьшению устойчивости параметров тренда к устойчивым колебаниям ряда. Представляет интерес произвести сравнение параметров ГТК и S_1 с урожайностью (U). Подобные связи должны быть сложными, так как урожайность зависит не только от летней погоды, но и от сортности, фаз развития и т.п. Наблюдаемые тенденции роста урожайности (рис.1) объясняются улучшением культуры земледелия и интенсификации сельскохозяйственного производства. Зависимость урожая от тепловлагообеспеченности изучалась за период 1900-1995 гг. и оказалась разной для различных областей. В качестве примера рассмотрим динамику урожайности и ход величин выбранных коэффициентов для Северо-Казахстанской области. Для практических целей изучены не все месяцы, а только период май-июль. Отметим то обстоятельство, что имелись годы, когда изучаемого явления не наблюдалось.

На рис.1,2 показана динамика урожайности и тепловлагообеспеченности яровой пшеницы за период май-июль 1954-1995 гг. Прослеживается зависимость изменения значения величины урожайности от величин ГТК и S_1 . Следует отметить, что за анализируемый период явления очень сильной засухи по индексу Педя не наблюдалось.

Принятый в агрометеорологии метод установления связи урожайности с показателем увлажнения за вегетационный период позволяет выявить засушливые годы. Построенные графики связи с показателями тепловлагообеспеченности позволили установить годы с сильными отклонениями от линии тренда. Выявление засухи, как известно, необходимо начинать с анализа динамики урожайности, обращая внимание на случаи ее сильного отклонения от линии тренда в различные по метеорологическим условиям годы. Одновременно в годы снижения урожайности необходимо принимать во внимание режим метеорологических условий.

Тренд урожайности непрерывно возрастает вследствие постоянного повышения культуры земледелия. Для выявления воздействия погоды на урожайность, исключим тренд и рассмотрим только ту часть колебания урожайности, которая обусловлена условиями погоды.

Таким образом, разобьем все случаи наибольших отклонений от линии тренда на 4 группы по следующим признакам:

- низкие значения урожайности соответствуют величины рассматриваемого показателя ГТК $< 0,5$;
- низкие значения урожайности соответствуют значениям индекса $S_1 > 2$;
- низкая урожайность совпадает одновременно с соответствующими показателями засухи по ГТК и S_1 ;
- высокая урожайность вызвана хорошим увлажнением (ГТК > 1 , $S_1 < 1$).

Из анализа выявленных засушливых периодов видно, что низкая урожайность не всегда совпадает с показателями засушливости по ГТК и S_1 , что яв-

ляется подтверждением выводов, сделанных в работе Е.В.Бессоновой [3] о том, что на изменчивость урожая по территории при благоприятном увлажнении оказывает влияние не только обеспеченность культуры теплом и влагой, но и запасы влаги, накопленные в холодный период года и т.п.

К группе 1 относятся 1955, 1957 гг. - мало осадков и очень засушливо (рис.1). Вторая группа включает в себя 1955, 1957, 1965 гг. (рис.2). К 3 группе отнесем 1955, 1957, 1965 гг. Во все эти годы одновременно ГТК и S_1 , дающие явление засухи по Северо-Казахстанской области совпадают с сильным спадом урожайности. Исключение составляет лишь 1965 год, когда значение ГТК, равное 0,5 соответствует градации "засушливо и недостаточно влажно" (табл.1).

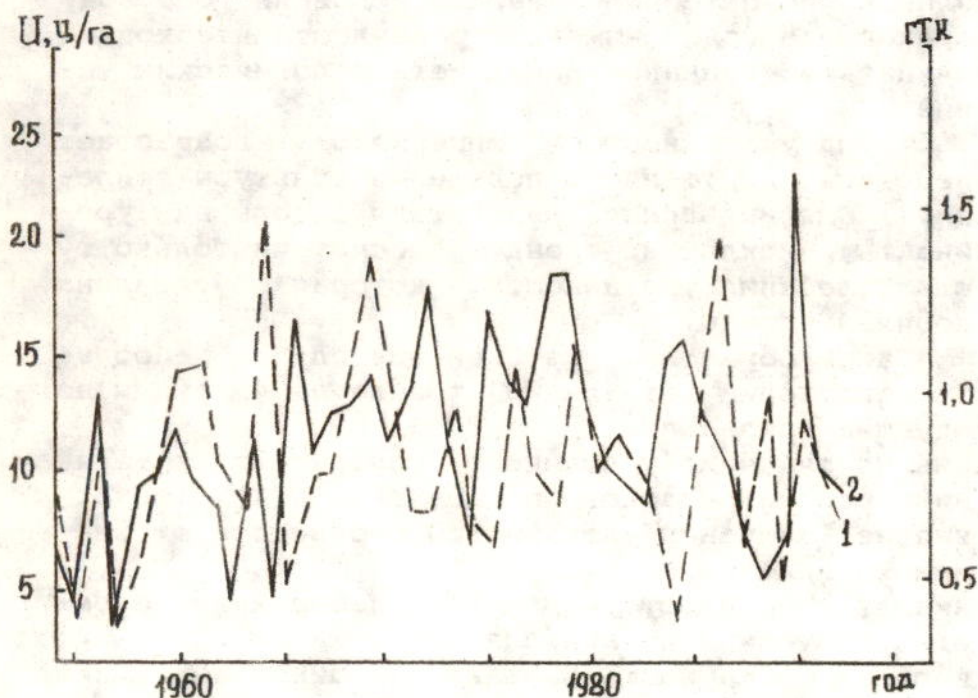


Рис.1 Динамика урожайности яровой пшеницы (2) и значений ГТК (1) по Северо-Казахстанской области за 1954-1995 гг.

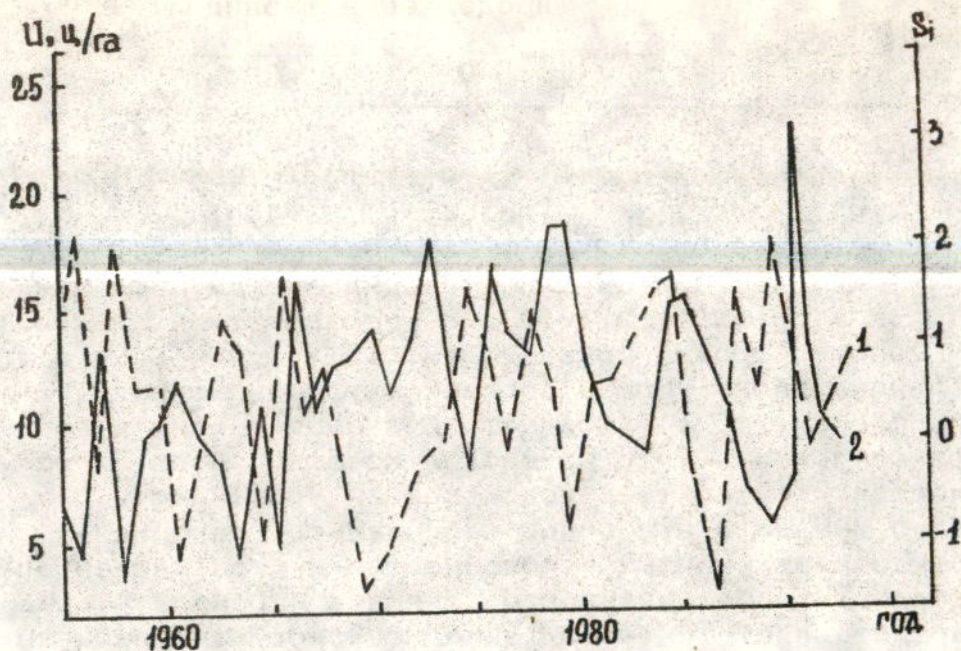


Рис. 2 Динамика урожайности яровой пшеницы (2) и индекса Педя (1) по Северо-Казахстанской области за 1954-1995 гг.

Таблица 1

Урожайность яровой пшеницы (ц/га)
и индексы тепловлагообеспеченности
по Северо-Казахстанской области
(1954-1995 гг.)

Годы	ГТК	U	S ₁
1955	0,4	4,3	2,1
1957	0,4	3,3	1,9
1963	0,7	4,4	0,9

1973	1,0	18,0	0,0

Продолжение таблицы 1

Годы	ГТК	U	S_1
1979	1,2	18,5	-0,9
1980	0,8	18,5	-0,6
1992	1,3	23,4	0,0

Анализ таблицы 1 подтвердил выводы, сделанные в работах [1,2,4-10] о соответствии максимального урожая показателям $ГТК > 1,0$ и $S_1 < 1,0$ (минимальному урожаю соответствуют значения $ГТК < 0,5$ и $S_1 > 1,7$). Совместный анализ таблиц и графиков показал, что изменения коэффициентов, в основном, повторяются ходом кривой урожайности.

Именно в эти годы наблюдались максимальные отклонения кривых урожайности и коэффициентов тепловлагообеспеченности от линии тренда. Также представляет интерес выделить следующие периоды устойчивого понижения урожайности по рассматриваемой области: 1960-1963 гг. (урожайность упала с 12,1 ц/га до 4,4 ц/га), 1973 - 1975 гг. (18 - 7,9 ц/га), 1980 - 1984 гг. (18,5 - 8,8 ц/га), 1986-1990 гг. (15,5-5,5 ц/га).

Особенно губительны сдвоенные годы с засухами и годы с засухами, повторяющимися через один год, т.к. в последнем случае одного года недостаточно, чтобы ликвидировать полностью последствия предыдущей засухи. Такие засухи наблюдались по Павлодарской области, где за последние 40 лет явление сдвоенной засухи наблюдалось в 1962-1963, 1969-1970, 1974-1975, 1981-1982 гг. Некоторое несоответствие позволяет сделать вывод о том, что тепловлагообеспеченность является хоть и основной, но не единственной причиной, влияющей на величину урожайности сельскохозяйственных культур.

Были рассчитаны средние квадратические отклонения урожайности яровой пшеницы для каждой из рассматриваемых областей. Для примера рассмотрим динамику урожайности по Северо-Казахстанской области (рис.3). Среднее квадратическое отклонение

является важной характеристикой изменчивости и более удобной характеристикой варьирования, чем дисперсия [15]. Были выделены, так называемые, интервалы $U \pm \sigma$, где находится 68,27 % всех вариантов, в пределах которых варьирование величины урожайности считается нормальным. Анализ графика позволил легко выделить годы, в которые величина урожайности переходила допустимые пределы в ту или иную сторону. Таким образом, засушливыми по Северо-Казахстанской области за последние 40 лет по нашему критерию можно считать 1955, 1957, 1963, 1965, 1989, 1990 годы. Высокая урожайность наблюдалась в 1966, 1973, 1976, 1979, 1980, 1992 годах. Обращает на себя внимание тот факт, что в периоды 1967-1972 гг. и 1981-1989 гг. величина урожайности колебалась в пределах среднеквадратического отклонения. А также, что два десятилетия подряд с 1966 по 1989 гг. явления сильной засухи на территории Северо-Казахстанской области не наблюдалось.

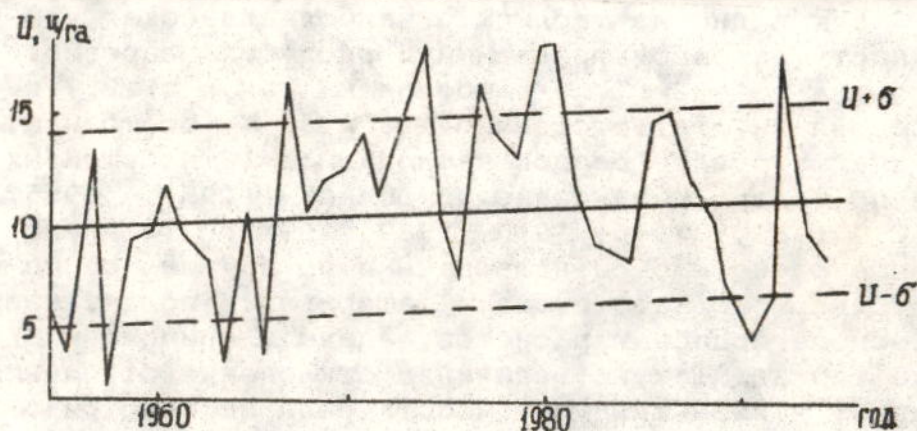


Рис. 3. Динамика урожайности яровой пшеницы по Северо-Казахстанской области за период 1954-1995 гг.

Применение этой методики требовало построения таблиц средней урожайности в отклонениях от тренда по каждой области в отдельности. Были рассчитаны отклонения от тренда, выраженные в

процентах. Для примера рассмотрим выделенные засушливые годы по величинам отклонения урожайности от линии тренда по Северо-Казахстанской области (табл. 2).

Таблица 2

Средняя урожайность яровой пшеницы
по Северо-Казахстанской области
в % от тренда

Годы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1950	-	-	-	-	69*	43*	136	32*	92	97
1960	118	94	83	42*	108	41*	157	103	119	124
1970	133	108	129	167	103	73*	158	128	119	170
1980	168	115	90	86	79	133	137	107	95	64*
1990	48*	64*	198	111	86	74				

* - засушливый год

Как видно из таблицы, наиболее высокая урожайность за рассматриваемый период была зарегистрирована в 1992 г., а наиболее низкая - в 1957 г. и равнялась соответственно 198 и 32 % от тренда. За анализируемый период наблюдались 10 засушливых лет по Северо-Казахстанской области (1954, 1955, 1957, 1963, 1965, 1975, 1989, 1991 гг.). Аналогичные расчеты были проведены и по другим областям Северного Казахстана. Материалы, полученные на основе подобных расчетов, даны в приложении в виде таблиц. Так, по величинам отклонения от линии тренда, наименьшая урожайность была зарегистрирована по Павлодарской области в 1965 г. - 24 %, по Костанайской области - в 1984 г. - 29 %, по Кокшетауской области - в 1965 г. - 30 %, по Акмолинской области - в 1965 г. - 24 % от линии тренда.

Таким образом, были получены необходимые выводы на основе анализа данных по всем областям Северного Казахстана и выделены засушливые годы. В итоге проделанной работы составлен каталог засух для дальнейшего исследования явления.

Материалы за 1880-1957 гг. и 1958-1989 гг. использованы соответственно из работ Т.В.Покровской и Н.Е.Ефремовой [9] и Г.Н.Чичасова [15], а за последние годы рассчитаны автором.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алпатьев А.М., Иванова В.Н. Характеристика и географическое распределение засух // Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай.- Л.: Гидрометеиздат, 1958.- С.31-45.
2. Байдал М.Х., Утешев А.С. О сопряженности явлений засух юга Европейской территории СССР и северной половины Казахской ССР // Тр.КазНИГМИ.- 1959.- Вып.11.- С.130-145.
3. Бессонова Е.В. Засуха в различные периоды развития сельскохозяйственных растений и ее влияние на урожайность // Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай.- Л.: Гидрометеиздат, 1958.- С.54-71.
4. Давыдов Н.И. О критериях засушливости и методах прогноза засух.- Л.: Гидрометеиздат, 1985.- С.20-34.
5. Многолетние ряды средних областных комплексных метеорологических параметров для основной сельскохозяйственной зоны СССР. 1891-1980 гг./Под ред.А.В.Мещерской, В.Г.Блажевич.- Л.: Гидрометеиздат, 1985.- 300 с.
6. Обухов В.М. Урожайность и метеофакторы.- М.: Госпланиздат, 1949.- 318 с.
7. Педь Д.А. О связи урожая зерновых культур с показателями атмосферной засушливости // Тр.Гидрометцентра СССР.- 1979.- Вып.213.- С.66-81.
8. Педь Д.А. О показателях засухи и избыточного увлажнения // Тр.Гидрометцентра СССР.- 1975.- Вып.156.- С.19-39.
9. Покровская Т.В., Ефремова Н.И. О соотношении гелиогеофизических и циркуляционных факторов

- в формировании засух // Тр.ГГО.- 1981.- Вып.443.- С.12-19.
10. Селянинов Г.Т. Происхождение и динамика засух // Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай.- Л.: Гидрометеоиздат, 1958.- С.5-30.
 11. Скаков А.А. Климатические особенности атмосферных засух и избыточного увлажнения в Казахстане // Тр.КазНИГМИ.- 1981.- Вып.83.- С.81-90.
 12. Условия водоснабжения зерновых культур в степных районах северной половины Казахстана и в Кулунде / Под ред.М.С.Кулика.- М.: Гидрометеоиздат, 1960.- 160 с.
 13. Утешев А.С. Атмосферные засухи северной половины Казахстана // Тр.КазНИГМИ.- 1953.- Вып.1. - С.5-55.
 14. Утешев А.С. Атмосферные засухи и их влияние на природные явления.- Алма-Ата: Наука.- 1972.- 176 с.
 15. Чичасов Г.Н. Технология долгосрочных прогнозов погоды.- СПб.: Гидрометеоиздат, 1991.- 304 с.
 16. Юзбашев М.М., Манелля А.И. Статистический анализ тенденций и колеблемости.- М.: Финансы и статистика, 1983.- 207 с.
 17. Palmer W.C. Meteorological drought.- U.S.Dep. of Commerce, Weather Bureau.- Washington D.C.- 1965.- N 45.- 58 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1

Средняя урожайность яровой пшеницы
в % от тренда

годы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Павлодарская										
1950					244	32*	129	60*	171	121
1960	122	98	75	17*	91	19*	109	31*	91	57*
1970	69*	140	206	123	74	65*	86	77	122	205
1980	151	51*	52*	79	103	116	152	129	108	77
1990	142	62*	115	107	75	77				
Акмолинская										
1950					140	30*	128	86	147	130
1960	95	89	82	46*	133	24*	124	53*	100	126
1970	90	108	164	132	87	69*	121	72	132	182
1980	95	101	65*	76	51*	87	120	136	95	90
1990	122	63*	174	93	64*	64*				
Костанайская										
1950					117	31*	203	51*	84	124
1960	107	73*	73*	56*	128	53*	165	120	104	116
1970	148	103	157	113	66*	32*	151	87	106	147
1980	144	94	128	95	29*	111	129	92	69*	57*
1990	126	38*	148	73*	103	43*				
Кокшетауская										
1950					114	56*	163	32*	124	112
1960	108	94	63*	36*	121	30*	132	76	86	100
1970	112	133	154	150	94	69*	148	85	115	142
1980	144	103	82	74	75	100	121	96	76	57*
1990	114	44*	128	97	86	68*				

Таблица 2

Средняя республиканская урожайность
яровой пшеницы по Северному Казахстану
в % от тренда

ГОДЫ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1880	77	80	94	70	98	96	130	108	56*	142
1890	80	52*	105	68*	194	144	132	80	127	102
1900	73*	77	97	148	79	142	77	129	124	76
1910	79	50*	106	94	148	107	117	98	90	105
1920	30*	64*	74	60*	72*	115	173	77	146	108
1930	84	45*	56*	65*	140	127	76	95	150	90
1940	68*	106	78	86	115	90	105	109	85	108
1950	137	73*	100	132	134	35*	135	58*	130	117
1960	110	90	83	49*	124	38*	134	74	104	93
1970	111	108	146	127	79	52*	130	77	111	149
1980	116	96	81	86	63*	97	118	107	83	80
1990	111	54*	153	96	83	65*				

* - засушливый год

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

ЖАЗДЫҚ БИДАЙ ТҮСІМІНІҢ ДИНАМИКАСЫ
ЖӘНЕ ОНЫҢ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ
ЖАҒДАЙЛАРМЕН БАЙЛАНЫСЫ

Д.А. Сқақова

1990-1995 ж.ж. аралығындағы экстремальды ерекшелік коэффициенті жағдайында жылумен, ылғалмен қамтылған жылдар бөлектеніледі және олардың Солтүстік Қазақстан бойынша жаздық бидай өнімділігі жөніндегі деректермен өзара байланысы талданады.