

**О СИНОПТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЮГЕ И ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА**

Л. А. Воронина

*Исследована связь между урожайностью озимой пшеницы и осадками, выпавшими в периоды осень-предзимье и весна-первая половина лета. Проанализированы зависимости между числом суток с формами циркуляции по Вангенгейму и урожайностью озимой пшеницы на Юге и Юго-Востоке Казахстана.*

Территория Казахстана находится в зоне рискованного земледелия, в связи с чем знание погодных условий на период вегетации выращиваемых культур, дает возможность спланировать не только оптимальные сроки посева, но и позволит спрогнозировать величину урожая, что немаловажно в зарождающихся новых экономических отношениях между странами.

Рядом авторов [ 5,8,9,10,11,12 ] проводились работы в области составления долгосрочных прогнозов урожайности зерновых культур. В настоящее время в КазНИГМИ выполняется работа, по окончании которой планируется получение методики составления долгосрочного, с заблаговременностью 6-12 месяцев, прогноза среднеобластной урожайности зерновых и зернобобовых культур. В работе рассматривается один из этапов работы - метеорологические условия формирования урожайных и неурожайных лет по озимой пшенице.

Формирование урожая озимой пшеницы в Казахстане в большой степени зависит от условий погоды в периоды активной вегетации, это период осени и предзимья - с сентября по декабрь и весенне-летний - с апреля по июнь. С января по март растения находятся в состоянии вынужденного покоя, но по-прежнему подвергаются воздействию метеорологических факторов, которые прямо или косвенно вли-

ают на жизнеспособность озимых культур. Были проанализированы данные среднеобластной урожайности с 1945 по 1992 год по 8 областям Казахстана (Алматинской, Талдыкорганской, Жамбылской, Южно-Казахстанской, Актюбинской, Западно-Казахстанской, Семипалатинской и Восточно-Казахстанской), в которых посевная площадь озимой пшеницы занимает от 13 до 44 % от общего количества пахотных земель. Построены графики хода урожайности и рассчитаны тренды озимой пшеницы в этих областях. Тренд урожайности озимой пшеницы во всех областях положительный, т.е. на увеличение урожайности оказывает влияние повышение культуры земледелия: выведение новых сортов семян, улучшение структуры почвы, рациональное применение удобрений и т.п. Средний прирост урожайности озимой пшеницы за десятилетия составляет в разных областях от 0,3 до 3,7 ц/га. Наиболее низкий прирост урожайности наблюдается в Актюбинской, Западно-Казахстанской и Семипалатинской областях соответственно - 0,3; 0,3; 0,4 ц/га, самый высокий - в Восточно-Казахстанской области 3,2 ц/га.

Казахстан занимает территорию сильно вытянутую с запада на восток и с севера на юг, поэтому в районах, выращивания озимой пшеницы (восток, юго-восток; юг и запад республики) продолжительное время могут складываться разные погодные условия. В связи с этим целесообразно было провести районирование областей по климатическим и погодным условиям формирования урожая озимой пшеницы. Для этого были рассчитаны коэффициенты корреляции между урожайностью озимой пшеницы Алматинской, Талдыкорганской, Жамбылской, Южно-Казахстанской, Актюбинской, Западно-Казахстанской, Семипалатинской и Восточно-Казахстанской областей. Наиболее высок ( $r = 0,70 - 0,83$ ) и значительно превышает критический коэффициент ( $r = 0,27$ ) при 5 % уровне значимости для данного ряда, коэффициент корреляции между урожайностью озимой пшеницы в Алматинской, Талдыкорганской, Жамбылской и Южно-Казахстанской областях. Соединим эти области в группу областей Южного и Юго-Восточного Казахстана. Между урожайностью озимой пшеницы в Семипалатинской

и Восточно-Казахстанской областях коэффициент корреляции равен 0,66. Рассматриваемые области объединим в группу областей Восточного Казахстана. Коэффициент корреляции между урожайностью озимой пшеницы в Актюбинской и Западно-Казахстанской равен 0,31. Данные области сгруппируем в категорию областей Западного Казахстана. Между урожайностью озимой пшеницы в Алматинской, Талдыкорганской, Жамбылской, Южно-Казахстанской, Семипалатинской и Восточно-Казахстанской областей коэффициент корреляции также превышает критический и изменяется от 0,35 до 0,53, но учитывая разные сроки перехода температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$ , установление снежного покрова, а также сева озимых, считаем правильным объединение в группы, приведенные выше. Между урожайностью озимой пшеницы в Актюбинской, Западно-Казахстанской и других областях коэффициент корреляции ниже критического. Здесь рассматриваются синоптические условия формирования урожайности озимой пшеницы только для группы областей Южного и Юго-Восточного Казахстана.

График хода урожайности озимой пшеницы в этой группе областей приведен на рис. 1. На рисунке видно, что среднеобластная урожайность имеет положительный тренд, ежегодный прирост урожайности составляет 0,2 ц/га, в то же время кривая хода урожайности претерпевает резкие колебания от года к году. Средняя урожайность озимой пшеницы изменяется от года к году на 3-5 ц/га, но в отдельные годы урожайность падает или возрастает по сравнению с предыдущим годом на 10-15 ц/га. Такие резкие колебания урожайности, особенно понижения, зависят главным образом от метеорологических условий. Средняя областная урожайность озимой пшеницы для группы областей Южного и Юго-Восточного Казахстана составляет 10,6 ц/га.

Для более удобного использования величины урожайности, в дальнейшей работе рассчитаем отклонение урожайности в процентах от тренда за каждый год, получим ряд значений, которые приведены в таблице.

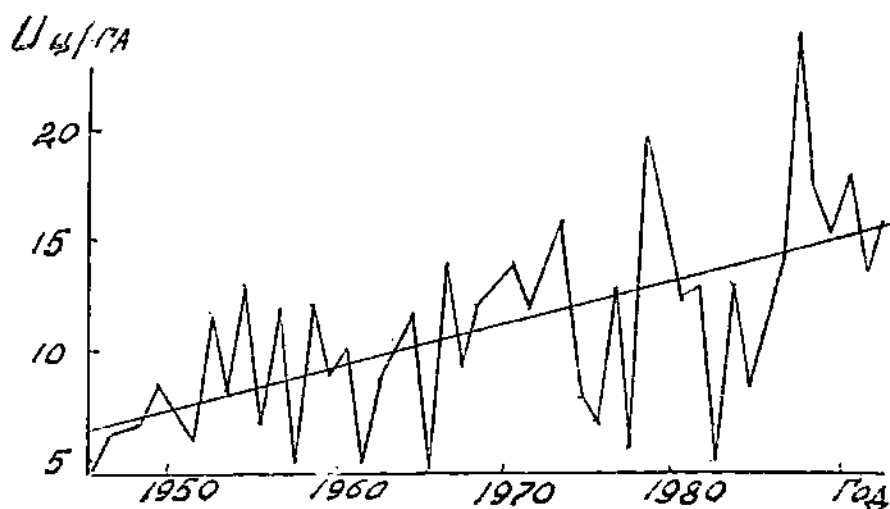


Рис.1. Колебание урожайности озимой пшеницы за период с 1945 по 1992 г.г. на Юге и Юго-Востоке Казахстана

Таблица  
Среднеобластная урожайность озимой пшеницы в группе областей Южного и ЮгоВосточного Казахстана в % от тренда

Годы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1940						72	93	96	94	114
1950	94	76	149	102	157	80	137	55	133	99
1960	107	53	91	102	89	45	30	113	111	116
1970	125	103	124	132	67	55	102	44	155	102
1980	94	96	37	98	61	79	98	167	118	104
1990	119	89	103							

Чтобы определить градацию, внутри которой колебание урожайности можно отнести к типичным относительно местных природно-климатических условий, рассчитаем среднее арифметическое среди отклонений от тренда [ 10 ]. Для озимой пшеницы это отклонение составляет 23 %, т. е. в интервале  $100 \pm 23 \%$  можно считать урожайность озимой пшеницы близкой к норме в соответствии с природно-климатическими условиями. Следовательно годы, в которые отклонение среднеобластной урожайности

озимой пшеницы более 123 %, можно отнести к урожайным годам ( 1952, 1954, 1956, 1958, 1966, 1972, 1973, 1978, 1979, 1987 ), а годы с отклонением среднеобластной урожайности от тренда менее 77 % - к неурожайным ( 1945, 1951, 1957, 1961, 1965, 1974, 1975, 1977, 1982, 1984 ). Урожайные и неурожайные годы составляют по 21 % от рассматриваемого ряда. Как видно из данных таблицы, наиболее устойчивыми по урожайности озимой пшеницы были пятидесятые годы. Каждый второй год в этом десятилетии был благоприятным и лишь в 1951 и 1957 гг. урожайность ее была ниже тренда на 24 и 45 % соответственно. Самая высокая урожайность озимой пшеницы отмечалась в 1987 г. - 167 % (24,2 ц/га), несколько ниже в 1978 г. - 155 % от тренда (19,8 ц/га). Минимальный урожай наблюдался в 1982 г. - всего 37 % (5,1 ц/га) и в 1977 г. - 44 % от тренда (5,6 ц/га).

При составлении прогнозов урожайности зерновых культур агрометеорологи используют такие характеристики, как влагообеспеченность и термические условия в период сева, последствия неблагоприятных условий перезимовки, агрометеорологические условия весеннего периода. Такие прогнозы имеют обычно малую заблаговременность и не дают того экономического эффекта, который ожидается от прогноза большой заблаговременности. Составление долгосрочных агрометеорологических прогнозов большой заблаговременности тесным образом связано с долгосрочными прогнозами погоды. Долгосрочные прогнозы погоды основываются на гипотезе сохранения преемственности атмосферных процессов в течение длительного времени, повторяемости или перехода одного типа циркуляции в другой через определенный промежуток времени. Ряд известных авторов [1, 2, 4] занимались типизацией атмосферных процессов и возможностью перехода одного типа циркуляции в другой. В качестве характеристик циркуляции атмосферы в данной работе рассматриваются формы циркуляции Вангенгейма (С,Е,W), которые, как мы считаем, в достаточной степени описывают направление воздушного потока на высоте и траектории движения барических образований у по-

вехности земли, место положения центров действия атмосферы, распределение вертикальных движений воздуха, распределение аномалий давления, температуры и осадков. Известно, что западной (W) форме циркуляции в толще атмосферы соответствуют быстро смещающиеся волны малой амплитуды. Меридиональным формам циркуляции - восточной (E) и меридиональной (С) в толще атмосферы соответствуют квазистационарные волны большой амплитуды. Район формирования (30 - 60° в.д.) гребня (E) или ложбины (С) является важным погодообразующим фактором для Казахстана, т.к. при преобладании здесь продолжительное время гребня (E) или ложбины (С) на территории Казахстана будет складываться резко отличающиеся друг от друга погодные условия, в частности разная по знаку и величине аномалия осадков и температуры.

Попытаемся определить корреляционную связь между урожайностью озимой пшеницы по группе областей Южного и Юго-Восточного Казахстана, количеством выпавших осадков и формами циркуляции (С, E, W). Используем для этого месячные и сезонные данные числа суток с формами циркуляции С, E, W и месячные и сезонные аномалии осадков по территории группы областей Южного и Юго-Восточного Казахстана. Коэффициент корреляции между урожайностью и количеством суток с восточной формы циркуляции (E) с сентября по декабрь, в период начала вегетации озимой пшеницы равен - 0,29, что несколько превышает его критические значения для данного ряда. Коэффициент корреляции отрицателен, т.е. при часто повторяющейся восточной форме циркуляции (E) в сентябре - декабре, складываются неблагоприятные условия для формирования урожая озимой пшеницы. Несколько выше и также отрицателен коэффициент корреляции между урожайностью и повторяемостью формы циркуляции E в октябре предыдущего года ( $r = - 0,32$ ). Отрицательную связь между урожайностью озимой пшеницы и восточной формой циркуляции (E) можно объяснить тем, что при форме циркуляции E наблюдается вторжение холодного воздуха из северных широт на большую часть территории Казахстана, которое обуславливает понижение

температуры воздуха значительно ниже средних многолетних значений. Эти вторжения обычно сопровождаются выпадением обильных осадков, что может привести к появлению и установлению в снежного покрова, раньше обычных сроков. Такой характер погоды с сентября по декабрь может приостановить развитие еще не окрепших всходов озимой пшеницы или привести к их гибели. Пример, подтверждающий это рассматривается ниже. Положительная корреляционная связь равная 0,33 получилась между урожайностью и числом суток с меридиональной формой циркуляции С в декабре предыдущего года. При форме циркуляции С над Югом и Юго - Востоком Казахстана преобладает повышенный фон температуры воздуха и избыточное или близкое к норме распределение осадков. Осадки в декабре чаще бывают в виде снега, реже в виде дождя и снега. Твердые осадки в декабре и повышенный фон температуры воздуха благоприятно сказываются на сохранении всходов, готовящихся к перезимовке.

Высокий положительный коэффициент корреляции получился между урожайностью и суммой осадков в периоды осень - предзимье, а так же весенне-летней вегетации. В период первого этапа развития озимой пшеницы с сентября по декабрь коэффициент корреляции равен 0,32. Наиболее высок он в декабре (0,38), в октябре он близок к критическому (0,24), в сентябре и октябре он значительно ниже критического (0,27) при 5 % уровне значимости. Можно сказать, что наиболее важную роль в формировании урожая озимой пшеницы играют осадки октября, создающие благоприятные условия для прорастания семян после сева, и декабря, создающие условия для подготовки перехода появившихся всходов в состояние вынужденного покоя. Осадки выпавшие в апреле, мае, июне также положительно влияют на урожайность озимой пшеницы. Коэффициент корреляции между урожайностью озимой пшеницы и количеством выпавших осадков довольно высок 0,63, в апреле он равен 0,52, в мае 0,41, и июне 0,36. Данный период наиболее важен для формирования урожайности зерна, недостаток влаги может привести к щуплости зерна и даже к уменьшению зерен в

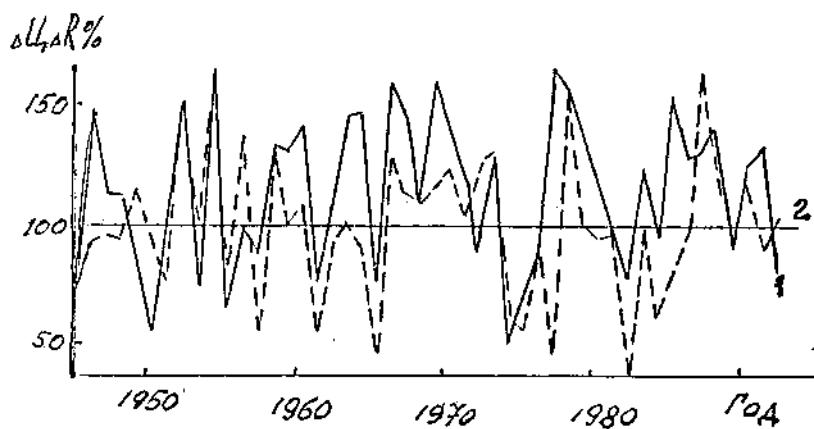
колосе. Коэффициент корреляции между урожайностью и суммой выпавших осадков с января по март близок к нулю, т. е. осадки, выпавшие в этот период, по-видимому существенного влияния на формирования урожая не оказывают. На рис. 2 а и рис. 2 б показан ход урожайности озимой пшеницы в отклонениях от тренда и ход аномалии суммы осадков с сентября по декабрь (рис. 2 а) и в период с апреля по июнь (рис. 2 б). Приведенные иллюстрации наглядно доказывают тесную связь урожайности озимой пшеницы с количеством осадков выпавших в период закладки и формирования урожая. Ход кривой урожайности в значительной степени повторяет ход кривой количества выпавших осадков, а в отдельные годы полностью совпадает с ними, что хорошо согласуется с выводами других авторов [ 11 ].

На графике рисунка 2 а видно, что один год очень резко выпадает из общего, в общем-то, довольно хорошо согласующегося хода урожайности и осадков, это 1977 год. Кажется странным, что осадки, выпавшие в сентябре - декабре 1976 года не оказали благотворного влияния на закладку озимых посевов. Осадков в этот период выпало около двух норм, а урожайность озимой пшеницы в 1977 году была всего 5,6 ц/га, что составило 43 % от тренда. Анализ синоптических процессов осени и предзимья показал, что влияние метеорологических условий на урожай не ограничивается только количеством выпавших осадков.

Рассмотрим более подробно синоптическую ситуацию, сложившуюся осенью и в предзимье 1976 г., а также зимой и весной 1977 г. Анализируя карты аномалии температуры воздуха по Казахстану с сентября 1976 г. по июнь 1977 г., можно отметить, что с сентября по февраль температура воздуха была ниже нормы, причем октябрь, ноябрь, декабрь и январь были экстремально холодными, средняя месячная температура воздуха была ниже нормы на 4 - 10 °С. Такое резкое похолодание до рекордных отметок в октябре - декабре было вызвано необычной меридиональностью атмосферных процессов. На рисунке 3 приведен пример типичного синоптического процесса для этого периода.



а



б

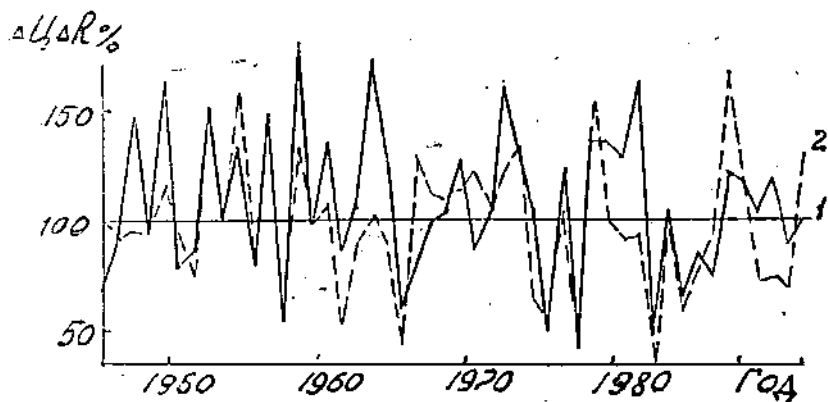


Рис 2. Отклонение урожайности озимой пшеницы от линии тренда (1) и аномалии осадков (2) за период с октября по декабрь (а) и с апреля по июль (б) по Югу и Юго-Восточному Казахстану

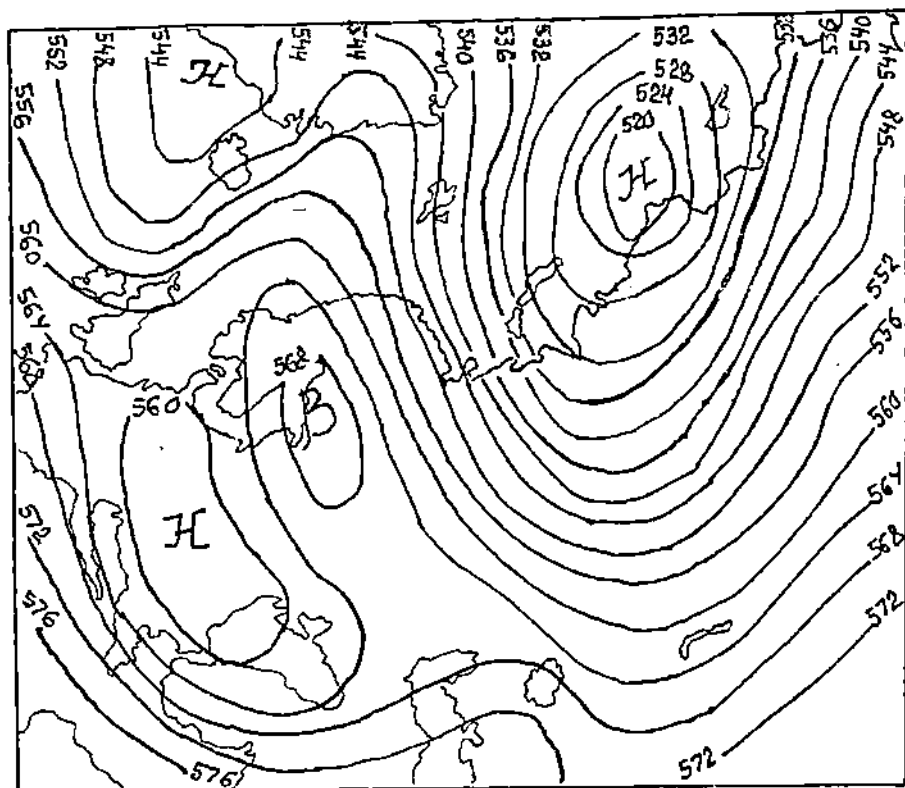


Рис.3. Карта средних значений 500 гПа за период 16-22 сентября 1976 г.

Перестройка в тропосфере произошла резко во второй половине сентября. На средней карте 500 гПа за период 16-22 сентября 1976 г. (рис.3) видно, что хорошо развитый гребень с основанием над Каспийским морем имеет наклон оси на северо-запад, а ложбина с глубоким холодным циклоном, располагающимся над островами Северной Земли, ориентирована на Западную Сибирь и Казахстан. Активная высотно-фронтальная зона, направленная из районов Гренландии на Урал, способствовала перемещению глубоких ныряющих циклонов на Западную Сибирь и Казахстан, в тыл которым смещались антициклоны, сформированные в холодной массе воздуха над Баренцевым морем.

Сохранение продолжительное время аналогичных процессов обусловило установление снежного покрова высотой 10 - 16 см, местами 2 - 7 см на всей территории Казахстана уже в первой и во второй декадах октября, что на 2 - 3 недели раньше обыч-

ных сроков. Экстремально холодная погода октября - декабря и вызвала гибель на больших площадях Южного и Юго-Восточного Казахстана еще неокрепших всходов озимой пшеницы, т.е. дальнейшее развитие процессов в период зимовки и весенней вегетации уже существенного влияния на урожайность озимой пшеницы не оказали, но дефицит осадков в апреле - мае и высокий фон температуры в эти месяцы также внесли свой вклад в недобор урожая зерновых озимых культур. Количество выпавших осадков в апреле-мае составило всего 20-50 % от нормы, а средняя месячная температура воздуха была выше средних многолетних значений на 2-3 °С. Такое развитие синоптических процессов в период осень-предзимье 1976 г. и зима-весна 1977 г. было обусловлено устойчивым сохранением в тропосфере процессов формы циркуляции Е. В эти сезоны года отмечалось максимальное число суток с формой циркуляции Е за рассматриваемый ряд лет, в период с сентября по декабрь равное 103 и в период с января по май равное 107. Эти значения в 2 и в 2,7 раза соответственно превысили норму числа суток для формы циркуляции Е в эти периоды, так как для сентября-декабря она составляет 50, а для января-мая всего 38 суток.

Проведенный анализ зависимости урожайности озимой пшеницы форм циркуляции атмосферы и погодных условий показал, что наиболее тесная связь существует между урожайностью, температурой воздуха и суммой осадков в периоды осени-предзимья и весны - первой половины лета. В качестве предикторов для прогноза урожайности можно использовать число суток с формой циркуляции Е в октябре и в период с сентября по декабрь, а также число суток в декабре с формой циркуляции С, что позволит увеличить заблаговременность предсказания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байдал М. Х. Долгосрочные прогнозы погоды и колебания климата Казахстана. - Л.: Гидрометеиздат, 1964. Ч. 3. - 361 с.
2. Гирс А.А. Макроциркуляционный метод долгосроч-

- ных метеорологических прогнозов.- Л.: Гидрометеоиздат, 1974. - 486 с.
3. Дроздов О.А. Засухи и динамика увлажнения. - Л.: Гидрометеоиздат, 1980. - 94 с.
  4. Кац А. Л. Сезонные изменения общей циркуляции атмосферы и долгосрочные прогнозы. - Л.: Гидрометеоиздат, 1960. - 269 с.
  5. Кулик М.С. Методическое пособие по составлению долгосрочных агрометеорологических прогнозов среднеобластной урожайности озимых зерновых в нечерноземной зоне. - М.: Гидрометеоиздат, 1971. - 24 с.
  6. Лакин Г.Ф. Биометрия. - М.: Высшая школа, 1980. - 293 с.
  7. Моисейчик В.А. Агрометеорологические условия и перезимовка озимых культур.- Л.: Гидрометеоиздат, 1975. - 295 с.
  8. Моисейчик В.А. Методическое пособие. Методы составления долгосрочных агрометеорологических прогнозов перезимовки озимых культур по территории областей, республик и в целом по СССР. - М.: Гидрометеоиздат, 1972. - 104 с.
  9. Пасов В.М. Синоптико-статистический метод прогнозирования урожайности зерновых культур// Метеорология и гидрология, 1992. - N 10. - С. 77 - 84 с.
  10. Утешев А.С. Атмосферные засухи и их влияние на природные явления. - Алма-Ата: Наука, 1972. - 176 с.
  11. Федоров Е.К. Погода и урожай. - Л.: Гидрометеоиздат, 1973.- 56 с.
  12. Чичасов Г.Н. Технология долгосрочных прогнозов погоды. - СПб.: Гидрометеоиздат, 1991. - 304 с.
  13. Chmielewski F. - M., Lieth H. Der Einfluss von Klimaschwankungen auf die Körnertrage des Winterrogens in Halle von 1901 bis 1980 //Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin. R. Math./Naturwiss. - 1992. - Vol. 41, N 2. - S. 55 - 67.

Гидрометцентр Казгидромета

**ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК ПЕН ОҢТҮСТІК-  
ШЫҒЫСЫНДА КҮЗДІК БИДАЙ ӨНІМДІЛІГІНІҢ  
ҚАЛЫПТАСУЫНЫҢ СИНОПТИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ  
ТУРАЛЫ**

**Л.А. ВОРОНИНА**

Күздік бидай өнімділігі мен күз-қыс алды және көктем-жаздың бірінші жартысы кезеңдеріндегі жауған жауын-шашынмен байланысы зерттелген. Вангенгейм бойынша ауадағы айналыс қалпының тәуліктік саны мен Қазақстанның Оңтүстік және Оңтүстік-Шығысындағы күздік бидай өнімділігі арасындағы байланыс талданған.