

ISSN 2304-9081

Учредители:
Уральское отделение РАН
Оренбургский научный центр УрО РАН

Бюллетень
Оренбургского научного центра
УрО РАН



2015 * № 3

Электронный журнал
On-line версия журнала на сайте
<http://www.elmag.uran.ru>

© В.Е. Тихонов, А.А. Неверов, 2015

УДК 523.745:550:38:631.559(470.56)

В.Е. Тихонов, А.А. Неверов

ПРОГНОЗ ПРЕДИКТОРОВ МНОГОМЕРНОЙ МОДЕЛИ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИИ: ВРЕМЕНИ ИХ НАСТУПЛЕНИЯ, ИНТЕНСИВНОСТИ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ

Оренбургский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Оренбург, Россия

Цель. На примере яровой пшеницы разработать методологические основы долгосрочного прогнозирования засухи (заблаговременность 5-6 месяцев), время ее наступления, интенсивность и продолжительность в степном Предуралье.

Материалы и методы. Для решения поставленных задач была использована информация длительных рядов урожайности яровой пшеницы Бузулукского района Оренбургской области, а так же материалы агрометеорологических бюллетеней Оренбургского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (метеостанция Бузулук). Применялся метод многомерного регрессионного анализа и метод остаточных отклонений в совокупности с методом наложения эпох.

Результаты. Разработаны математические модели долгосрочного прогноза как величины предиктанта (Y), так и величины всех предикторов (X), вошедших в модель.

Заключение. Полученные результаты позволили с заблаговременностью 5 месяцев описать явление засухи на 2015 год: время её наступления, интенсивность, продолжительность.

Ключевые слова: долгосрочный прогноз засухи, время её наступления, интенсивность, продолжительность.

V.E. Tikhonov, A.A. Neverov

THE FORECAST OF A MULTIDIMENSIONAL MODEL OF THE PREDICTORS OF PRODUCTIVITY SPRING WHEAT FOR ASSESSING ADVERSE CONDITIONS GROWING SEASON: THE TIME OF THEIR ONSET, INTENSITY AND DURATION

Orenburg Scientific Research Institute of Agriculture, Orenburg, Russia

Purpose. For example, spring wheat to develop the methodological foundations of long-term drought forecasting (5-6 months in advance), time of its occurrence, intensity, and duration in the Urals steppe.

Materials and methods. To solve the set tasks was used in the formation of a long series of productivity of spring wheat Buzuluk district of Oren-Petersburg region, as well as materials agrometeorological bulletins Orenburg regional center for Hydrometeorology and environmental monitoring (weather station Buzuluk). Applied multivariate regression analysis and method residual variance in conjunction with the method of superposition of epochs.

Results. The developed mathematical model long-term forecast as the value of predictant (Y), and values of all the predictors (X) included in the model.

Conclusion. The results obtained allowed with 5 months lead time to describe the phenomenon of drought in 2015: the time of its occurrence, intensity, duration.

Keywords: long-term forecast of drought, time of its occurrence, intensity, consistency, and length.

Введение

О погоде и её влиянии на урожай на Юго-Востоке России, в том числе в степной зоне Урала, известно много. Тем не менее, мы до сих пор не можем управлять этими ресурсами и, вследствие этого, ориентируемся на средне-многолетние показатели погоды при разработке технологий возделывания сельскохозяйственных культур и при оценке, испытании и районировании новых сортов.

Повысить продуктивность пашни в регионах с неустойчивым атмосферным увлажнением позволит разработка долгосрочных прогнозов погоды, способствующих своевременной оптимизации технологии выращивания агрокультур в конкретных условиях региона. Мысль о необходимости решать данную проблему в обозначенном ключе звучит в словах Н.М. Тулайкова [1, с. 16]: «...не Земля родит, а небо...», когда он характеризует агроклиматические ресурсы степной зоны Юго-Востока России.

Д.Н. Прянишников [2], ссылаясь на исторический опыт экономически развитых странах Западной Европы, показал, что введение плодосмена удвоило урожай хлебов по сравнению с трёхпольем, причём наибольшая роль в этом принадлежала клеверу, а введение минеральных удобрений на фоне плодосмена учетверило их.

Отметим, все положительные результаты достигнуты в условиях мягкого климата, где выпадает в год более 700...900 мм осадков, а испаряемость не превышает эту величину. Поэтому для сельского хозяйства стран Запада стояла задача на фоне благоприятного водного режима оптимизировать режим минерального питания растений. Как видим, эта задача была решена успешно. Дальнейшее повышение урожайности было обусловлено более продуктивными сортами, мерами защиты урожая от болезней и вредителей и современной производительной техникой.

Можно ли подобные меры повышения продуктивности пашни перенести в степную зону Поволжья и Южного Урала? В этом регионе осадков выпадает в 2-3 раза меньше, и выпадают они крайне неравномерно как по годам, так и в течение вегетационного периода. Здесь 30-40% лет характеризуются проявлением засухи различной интенсивности и в различные периоды вегетации растений, когда испаряемость за летний период превышает 1000 мм. В такие годы бобовые культуры, играющие основную роль в плодосмене в обога-

щении почвы азотом теряют своё значение, а минеральные удобрения далеко не всегда дают положительный эффект и часто экономически себя не окупают. В засушливые годы, какими были 1948, 1955, 1957, 1967, 1975, 1995, 1998, 2005, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014 гг. на значительной территории Оренбургской области уровень урожайности зерна не превышал 0,3 т с 1 га. В каждый из этих лет ущерб для агропромышленного комплекса Оренбургской области составил несколько миллиардов рублей.

В таких условиях чрезвычайно сложно разработать универсальную технологию возделывания сельскохозяйственных культур, которая бы точно рекомендовала систему обработки почвы, севообороты, набор машин и т.д.

В связи с этим можно сослаться на долголетнюю дискуссию о необходимости использования парового поля в засушливой степной зоне Северного Казахстана. Контрастные мнения на эту тему отражены в работах М.К. Сулейменова [3-5] и Е.И. Шиятого [6, 7].

Дискуссии подобного рода, как нам представляется, следует приветствовать, поскольку они направлены на поиск «золотой середины». Думается, что на роль последней можно было бы предложить необходимость (и возможность) долгосрочного прогнозирования условий вегетации. При реализации такого подхода многие спорные вопросы могли бы быть сняты, а производство, скажем, зерна поставлено на более прочную научную основу.

Другой пример. Исследованиями установлена прямая зависимость эффективности удобрений не только от содержания в почве каждого из элементов, но и их соотношения. Они обеспечивают реализацию потенциальных возможностей культуры и получение максимально возможного урожая в складывающихся условиях увлажнения, обеспечивая наиболее экономное расходование влаги на создание 1 тонны урожая, гарантируя экономическую эффективность и экологическую безопасность. Всё это позволяет целенаправленно управлять плодородием почв и продуктивностью культур [8]. Подчеркнём, *в складывающихся условиях увлажнения*. Отсюда вытекает, что эти условия необходимо знать, даже если применение удобрений реализуется в технологиях точного (координатного) земледелия, которое в последние десятилетия становится одним из приоритетов мировой агрономической науки [9].

Система обработки почвы до сих пор остаётся во многом не понятой и не получила строгого научного обоснования в условиях недостаточного и неус-

тойчивого атмосферного увлажнения. Уместно упомянуть работу С.С. Сдобникова [10] с символическим названием «Пахать или не пахать?». Из многочисленных функций обработки почвы, по мнению И. Гуреева [11], можно выделить четыре основные: 1) рыхление переуплотненной почвы, 2) уничтожение сорняков путём разрушения их корневой системы, 3) активизация аэробных процессов минерализации органического вещества для питания растений вследствие проникновения кислорода воздуха в пространство между образующимися почвенными элементами, 4) заделка в почву семян и удобрений.

Поэтому однозначного ответа на поставленный С.С. Сдобниковым вопрос не существует.

Для принятия правильного решения не малое, а часто важнейшее значение имеет знание условий наличия или отсутствия дефицита влаги. И в данном случае наличие информации о предстоящей погоде является необходимым условием.

И ещё. По утверждению В.А. Драгавцева и Н.В. Кочериной [12], самый мощный вклад в продуктивность может дать взаимодействие генотип-среда (ВГС). Однако, по их мнению, без знания механизмов ВГС и без методов его прогнозирования современная технология селекционной работы с эффектами ВГС ничем не отличается от первичной технологии селекции, возникшей 10 тыс. лет тому назад. Эту ситуацию ещё в 30-е годы прошлого столетия начал понимать итальянский учёный Джироламо Ацци [13, с.362], который писал: «В сельскохозяйственной экологии мы идём таким путём, который начинается не исследованием растения, а изучением окружающей среды, факторы которой, особенно метеорологические, могут с достаточным приближением указать нам степень продуктивности и степень устойчивости каждой формы к отдельным неблагоприятным условиям».

Следовательно, на основе прогнозирования взаимодействия в системе «генотип-среда» получили бы дальнейшее развитие методы формирования агроэкоотипа сорта в практической селекции и методология управления агротехнологиями для определённых погодно-климатических условий.

Возможность долгосрочного прогнозирования урожайности зерновых культур в условиях степной зоны Урала показана в работах авторов данной статьи [14-16].

Цель настоящего исследования – разработать методологические основы

долгосрочного прогнозирования засухи (заблаговременность 5-6 месяцев), время ее наступления, интенсивность и продолжительность в степном Предуралье.

Задача решалась путем использования различных стохастических алгоритмов аппроксимации длительных рядов урожайности яровой пшеницы и факторов погоды Бузулукского района Оренбургской области.

Материалы и методы

Для решения поставленных задач использована многолетняя информация по урожайности яровой пшеницы Бузулукского района Оренбургской области, расположенного в степном Предуралье, а так же материалы агрометеорологических бюллетеней Оренбургского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (метеостанция Бузулук).

Для анализа временных агрометеорологических рядов применялись методы: гармонических весов для расчетов трендов [17], многомерного регрессионного анализа (СТАТИСТИКА 6.1), остаточных отклонений в совокупности с методом наложения эпох [18], позволяющие описывать нелинейные связи.

Для учета влияния суперпозиции природных ритмов на урожайность сельскохозяйственных культур и реализацию погодных факторов авторами создана оригинальная компьютерная программа «ПРОГНОСТИК». Основа программы – матрица периодических и циклических компонент для реализации анализа ритмики динамических рядов, который состоит из решения ряда задач по размещению и перестановкам циклов и периодов в модели, а также формирование, обучение и тестирование выборок временного ряда. Подробная информация о циклических процессах в Солнечной системе и биосфере Земли и их первопричине представлена в работе [14].

Результаты и обсуждение

Успешная разработка математических моделей долгосрочного прогнозирования урожайности и погодно-климатических условий позволяет:

- 1) адаптировать к погоде технологии основных обработок почвы, уменьшив тем самым их разрушающее воздействие на почву;
- 2) повысить эффективность применения удобрений;
- 3) оптимизировать структуру посевных площадей, сделав ее более динамичной, ограничив эрозионное влияние паровых фонов;
- 4) повысить коэффициент использования климатических ресурсов влаги на единицу производимой продукции с единицы площади;
- 5) в итоге, подойти к научно обоснованным прогнозам производства зерна в регионе.

Для этого необходимо решить следующие задачи.

1. Разработать регрессионные модели оценки агроклиматических ресурсов в зональном аспекте. Общий вид этих моделей может быть представлен аналитическим выражением:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i X_i, \text{ где}$$

Y - оцениваемый урожай; a_0, a_1, \dots, a_n - коэффициенты; X_1, \dots, X_n - влияющие на урожай факторы погоды, в качестве которых выступают параметры агрометеорологических условий, в том числе и комплексные (коэффициент атмосферного увлажнения и другие), осредненные за календарные периоды.

2. Разработать математические модели долгосрочного прогноза как величины Y , так и величины X_i .

Совпадение прогнозных величин урожайности, рассчитанных как непосредственно по ряду продуктивности, так и с использованием ожидаемых значений независимых переменных по уравнению регрессии, будет служить критерием корректности выбранного пути научного поиска. Необходимость двойного прогноза урожайности диктуется невозможностью определить непосредственно по ряду урожайности ожидаемые погодные условия. Это обусловлено в основном нелинейностью связей между урожайностью и погодными компонентами.

После разработки таких моделей появляется необходимость долгосрочного прогнозирования только тех предикторов, которые включены в регрессионные уравнения, оценивающие агроклиматические ресурсы для той или иной культуры. Характеристика и описание такого явления, как засуха, приобретают вполне конкретную формализацию. Кроме того, на основе знаний вклада погодного фактора в формирование уровня урожайности возможен более целенаправленный поиск технологических решений для преодоления влияния засухи.

Для построения модели с прогнозируемыми реакциями любой реальной системы важнейшей процедурой становится обнаружение существенных переменных изучаемой системы [19]. Такая модель представлена в таблице 1.

Независимые переменные в ней имеют не только высокий уровень значимости, но каждая переменная несет в себе реальный агрономический смысл. Наибольшая доля влияния на вариацию величины урожайности на

изучаемой территории принадлежит максимальной температуре воздуха 2-й декады июля.

Таблица 1. Зависимость урожайности яровой пшеницы от факторов погоды в Бузулукском районе за период 1956-2014 гг., т с 1 га (стандартный метод регрессии)

Источник варьирования* (факторы погоды)	Коэффициенты регрессии	Уровень значимости	Доля влияния фактора, %
Свободный член	1,556	0,001	-
Tmax июля, декада 2	-0,0399	0,000	22,90
T августа, декада 3	-0,1101	0,000	9,00
Осадки августа, декада 3	-0,0074	0,002	6,86
Осадки сентября + октября предшествующего года	0,0326	0,000	7,37
(Осадки сентября + октября предшествующего года) ²	-0,00022	0,000	5,39
Осадки апреля + мая + июня	0,0044	0,000	5,66
Осадки мая, декада 1	0,0213	0,006	1,66
(Осадки мая, декада 1) ²	-0,0009	0,000	6,41
Осадки июня + июля + августа	0,0166	0,000	4,91
(Осадки июня + июля + августа) ²	-0,00005	0,000	5,57
Осадки января, декада 2	-0,0163	0,000	4,15
Осадки июля, декада 3 + августа, декада 1	-0,0045	0,002	4,60
ДВВ августа, декада 3	0,0521	0,000	3,01
Осадки ноября предшествующего года, декада 3	-0,0078	0,004	2,14
Для полной регрессии: R-квадрат = 0,8963; уровень значимости = 0,000; стандартная ошибка оценки = 0,17 т с 1 га			

**Примечание.* Единицы измерения факторов погоды: осадки – мм; Tmax – температура воздуха максимальная, °С; T – температура воздуха средняя, °С; ДВВ – средний дефицит влажности воздуха, гПа.

Следует обратить внимание на то, что в 12,76% случаев (7,37+5,39) дисперсия уровня урожайности обусловлена колебаниями осадков, выпавшими в осенний период, то есть в сентябре и октябре предшествующего года. Фактически влияние засухи на будущий урожай может закладываться с осени прошедшего года, поскольку в указанные месяцы не только варьирует запас влаги в почве, но и активность почвенной биоты, а также образование ледяного пласта в почве в зимний период, что определяет условия впитывания влаги почвой в период весеннего снеготаяния.

В летний период в 10-12% случаев (лет) зависимость урожайности от осадков мая, а также от суммы осадков за июнь, июль, август принимает параболическую (куполообразную) форму, что указывает на существование оптимума осадков, по обе стороны от которого урожайность снижается в указанном количестве лет. Такая связь формируется в случаях выпадения значительных количеств осадков, провоцирующих формирование обильной надземной массы посевов яровой пшеницы, в том числе количества растений и продуктивных стеблей на единице площади, количества зерен в колосе и их налив. Последующие неблагоприятные условия погоды приводят к дисбалансу между потребностью надземной массы во влаге и способностью корневой системы снабжать эту массу водой в достаточном количестве. Как итог, в процессе саморегуляции растения сбрасывают в зависимости от фазы развития, на которую приходится засушливый период, избыточные компоненты структуры урожайности.

Чтобы понять весь описанный выше процесс влияния погодных факторов в 2015 г., в таблице 2 показаны результаты прогнозирования всех переменных, вошедших в модель множественной регрессии.

Моделирование, в сущности, представляет собой аппроксимацию огромного количества моделей и выбор наиболее оптимального варианта. Ряд наблюдений делится на выборки: обучающая, контрольная и тестовая. Из большого количества моделей прогноза урожайности зерна и факторов погоды выбирались лучшие, в которых предсказанная величина переменной во всех выборках наиболее близка к фактическому ряду. Обучающие данные подаются для обучения модели, а проверочные используются для расчета ошибки модели.

В таблице 2 показана тестовая выборка, в которую вошли 2012, 2013, и 2014 годы. В эти годы значения переменных уже известны, но в разработке модели они не участвуют и используются в качестве внешнего теста (то есть проекции). Далее полученная модель без коррекции экстраполируется (прогнозируется) на 2015 год.

Для того чтобы проинтерпретировать время наступления засухи, ее интенсивность и продолжительность на рисунке показан графический анализ связей урожайности с переменными погоды в наиболее важные периоды 2014-2015 сельскохозяйственного года, обусловившие наиболее значимое

ожидаемое снижение урожая яровой пшеницы в 2015 году.

Таблица 2. Результаты моделирования прогнозных значений урожайности яровой пшеницы и погодных факторов на 2015 год, входящих в регрессионную модель таблицы 1 (метод остаточных отклонений в совокупности с методом наложения эпох)

Переменные	2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.
	факт	тест	факт	тест	факт	тест	прогноз
Урожайность по ряду наблюдений, т с 1 га	0,54	0,59	0,73	0,73	0,94	0,93	0,60±0,17
Тмах июля, декада 2	37,0	37,1	32,0	31,8	35,0	35,0	35,3
Т августа, декада 3	18,1	17,4	18,5	18,6	18,9	18,4	20,8
Осадки 3-й декады августа	26,0	26,5	5,0	4,9	16,0	11,0	16,8
Сумма осадков апреля, мая и июня	93,0	113,3	37,0	42,4	73,0	73,7	69,9
Осадки 1-й декады мая	1,0	1,3	2,0	1,6	14,0	9,6	18,9
(Осадки 1-й декады мая) ²	-	-	-	-	-	-	355,32
Сумма осадков июня, июля и августа	145,0	151,6	110,0	112,0	106,0	90,7	136,0
(Сумма осадков июня, июля и августа) ²	-	-	-	-	-	-	18485,12
Сумма осадков 3-й декады июля и 1-й декады августа	4,0	3,9	50,0	49,2	18,0	19,2	19,2
ДВВ 3-й декады августа	8,0	7,6	10,0	10,0	9,0	8,3	8,2
Осадки 2-й декады января	4,0	4,8	22,0	21,4	18,0	19,1	12,1
Переменные, значение которых известны к началу прогнозирования							
Сумма осадков сентября и октября предшествующего года	-	-	-	-	-	-	44,0
(Сумма осадков сентября и октября предшествующего года) ²	-	-	-	-	-	-	1936,0
Осадки 3-й декады ноября предшеств. года	-	-	-	-	-	-	1,0
Урожайность по уравнению регрессии	$Y = 0,634 \text{ т с 1 га}$						

Стрелками показаны спрогнозированные критические для формирования урожайности значения погодных факторов (рис).

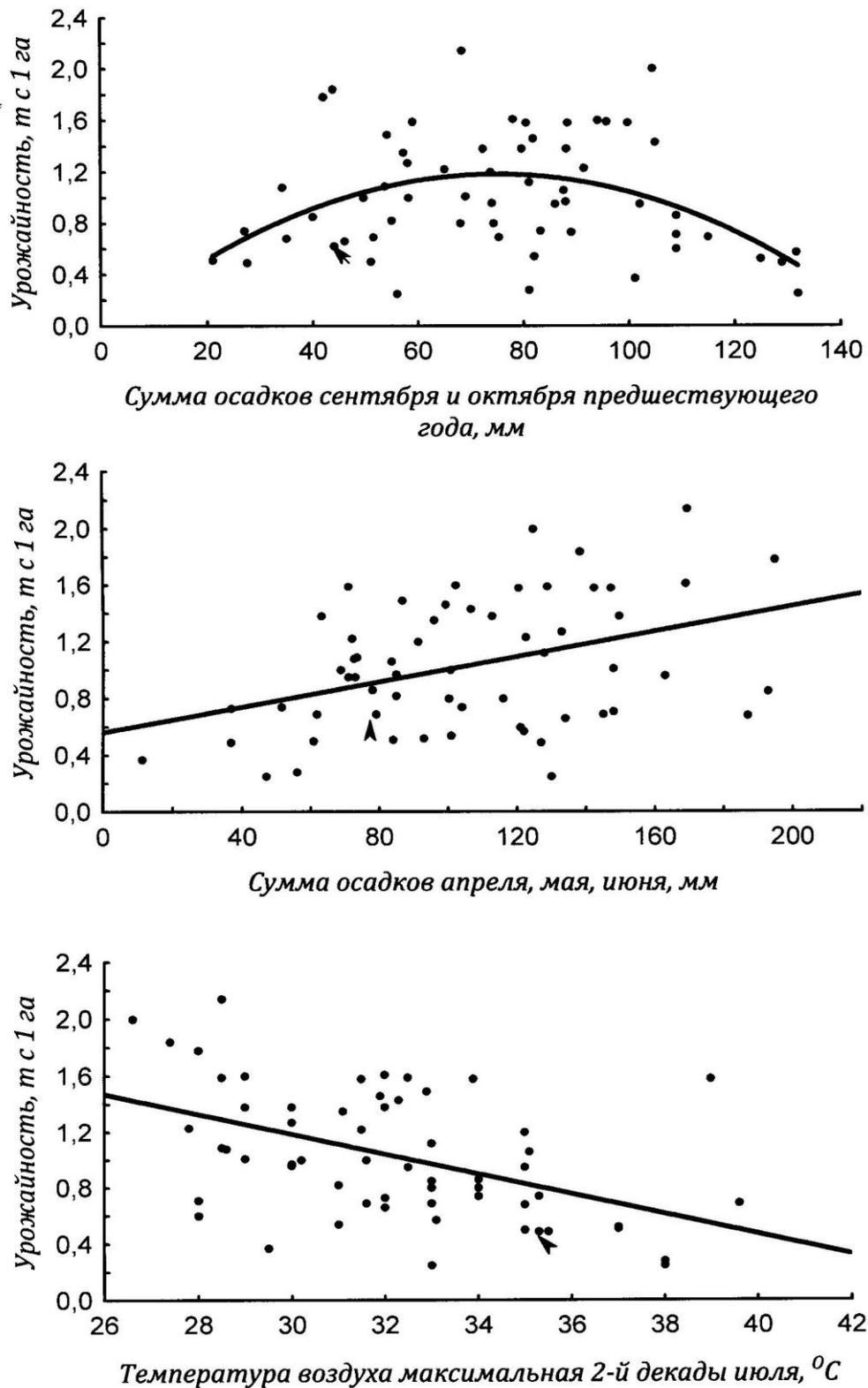


Рисунок. Основные факторы погоды, описывающие время наступления засухи, её интенсивность и продолжительность в предстоящем 2015 году.

Стрелками показаны ожидаемые значения элементов погоды.

Хорошо видно, что засуха начала формироваться с осени предшествующего года, получила свое продолжение на протяжении апреля, мая и июня. Стрелки на графике показывают интенсивность ожидаемой засухи, поскольку фактические значения погодных факторов слишком далеки от оптимальных

Заключение

Разработана многомерная регрессионная модель, включающая предикторы, определяющие в 90% случаев вариацию урожайности яровой пшеницы за период 1956-2014 гг. в Бузулукском районе Оренбургской области.

Впервые на основе разработанной модели осуществлён долгосрочный прогноз на 2015 год как величины предиктанта (Y), так и величины всех предикторов (X), вошедших в модель.

Полученные результаты позволили с заблаговременностью 5 месяцев описать явление засухи в 2015 году: время наступления, интенсивность, продолжительность. Такая информация дает возможность оптимизировать технологические решения для преодоления влияния неблагоприятных условий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тулайков Н.М. Несколько соображений по вопросу о задачах полеводственных и организации селекционных учреждений юго-востока. Проблемы борьбы с засухой. Избранные труды. Самара. 2000. 2: 10-25.
2. Прянишников Д.Н. Общие вопросы агрономии и химизации земледелия. Избранные труды. М.: Наука. 1976. 591 с.
3. Сулейменов М.К. «Фермерская Америка». Алматы: Изд. центр ОФППИ «Интерлигал». 2007. 160 с.
4. Сулейменов М.К. Жёлто-зелёная революция в земледелии Канады. Алматы: Изд. центр ОФППИ «Интерлигал». 2008. 240 с.
5. Сулейменов М.К., Акшаров К.А. Беспаровое земледелие в степях Северного Казахстана. Аграрная наука. 2005. 8: 2-8.
6. Шиятый Е.И. Основы оптимизации техно-эколого-экономических аспектов производства зерна в степных регионах. Аграрная наука. 2000. 1: 16-18.
7. Шиятый Е.И., Пуалаккайнан Л.А. Качество зерна яровых культур и адаптация агротехнологий к почвенно-климатическим условиям. Сельскохозяйственная биология. 2008. 1: 3-15.
8. Черненко В.Г. Диагностика условий фосфорного питания и потребности культур в удобрениях в условиях Северного Казахстана. Современные проблемы почвозащитного земледелия и пути повышения устойчивости зернового производства в степных регионах. Часть 1. Шортанды, 2006: 265-270.
9. Афанасьев Р.А. Применение удобрений в технологиях точного земледелия. Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2006. 5: 32-35.
10. Сдобников С.С. Пахать или не пахать? М., 2000. 296 с.
11. Гуреев И. Минимизация обработки почвы – это не только «No – Till». Новое сельское хозяйство. 2007. 3: 52-56.

12. Драгавцев В.А., Кочерина Н.В. Современные проблемы взаимодействия генетики и селекции растений. *Аграрная Россия*. 2006. 3: 27-29.
13. Ацци Джироламо. *Сельскохозяйственная экология*. М.: И-Л, 1959. 479 с.
14. Тихонов В.Е., Кондрашова О.А., Неверов А.А. Применение методов нелинейного описания солнечно-земных связей к прогнозированию урожайности в степном Предуралье. *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2014. 2: 56-59.
15. Тихонов В.Е., Неверов А.А. Долгосрочное прогнозирование урожайности в степной зоне Урала на основе современных методов оценки солнечно-земных связей. *Аридные экосистемы*. 2014. 20 (4): 86- 92.
16. Тихонов В.Е., Неверов А.А., Кондрашова О.А. *Методология долгосрочного прогнозирования урожайности*. Оренбург: ООО «Агентство «Пресса». 2014. 157 с.
17. Полевой А.Н. *Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов*. Л.: Гидрометеиздат. 1988. 319 с.
18. Игуменцев А.Ф., Шикота Н.Г., Лазуренко Э.К., Григоренко Г.Ф. *Цикличность погоды и прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур*. Луганск. 1990. 48 с.
19. Кочерина Н.В., Драгавцев В.А. *Введение в теорию эколого-генетической организации полигенных признаков растений и теорию селекционных индексов*. Санкт-Петербург: СЦДБ. 2008. 88 с.

Поступила 30.07.2015

(Контактная информация: Тихонов Вячеслав Евгеньевич – доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела селекции Оренбургского НИИ сельского хозяйства; адрес: г. Оренбург, проспект Гагарина, 27/1; тел. 8(3532) 44-68-91;

Неверов Александр Алексеевич – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела технологий кормовых культур Оренбургского НИИ сельского хозяйства; адрес: г. Оренбург, проспект Гагарина, 27/1; тел. 89226217236; E-mail: nevalex2008@yandex.ru.)

LITERATURA

1. Tulajkov N.M. Neskol'ko soobrazhenij po voprosu o zadachah polevodstvennyh i organizacii selekcionnyh uchrezhdenij jugo-vostoka. *Problemy bor'by s zasuhoj. Izbrannye trudy*. Samara. 2000. 2: 10-25.
2. Prjanishnikov D.N. *Obshhie voprosy agronomii i himizacii zemledelija. Izbrannye trudy*. М.: Nauka. 1976. 591 s.
3. Sulejmenov M.K. «Fermerskaja Amerika». Almaty: Izd. centr OFPPI «Interligal». 2007. 160 s.
4. Sulejmenov M.K. Zhjolto-zeljonaja revoljucija v zemledelii Kanady. Almaty: Izd. centr OFPPI «Interligal». 2008. 240 s.
5. Sulejmenov M.K., Aksharov K.A. Besparovoe zemledelie v stepjah Severnogo Kazahstana. *Agrarnaja nauka*. 2005. 8: 2-8.
6. Shijatyj E.I. Osnovy optimizacii tehno-jekologo-jekonomicheskikh aspektov proizvodstva zerna v stepnyh regionah. *Agrarnaja nauka*. 2000. 1: 16-18.
7. Shijatyj E.I., Pualakkajnan L.A. Kachestvo zerna jarovyh kul'tur i adaptacija agro-tehnologij k pochvenno-klimaticheskim uslovijam. *Sel'skhozjajstvennaja biologija*. 2008. 1: 3-15.
8. Chernenok V.G. Diagnostika uslovij fosfornogo pitaniya i potrebnosti kul'tur v udobrenijah v uslovijah Severnogo Kazahstana. *Sovremennye problemy pochvozashhit-nogo zemledelija i puti povysheniya ustojchivosti zernovogo proizvodstva v stepnyh regionah. Chast' 1. Shortandy*. 2006: 265-270.
9. Afanas'ev R.A. *Применение удобрений в технологиях точного земледелия. Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2006. 5: 32-35.
10. Sdobnikov S.S. *Pahat' ili ne pahat'?* М., 2000. 296 с.

11. Gureev I. Minimizacija obrabotki pochvy – jeto ne tol'ko «No – Till». Novoe sel'skoe hozjajstvo. 2007. 3: 52-56.
12. Dragavcev V.A., Kocherina N.V. Sovremennye problemy vzaimodejstvija genetiki i selekcii rastenij. Agrarnaja Rossija. 2006. 3: 27-29.
13. Acci Dzhiralamo. Sel'skohozjajstvennaja jekologija. M.: I-L, 1959. 479 s.
14. Tihonov V.E. Kondrashova O.A., Neverov A.A. Primenenie metodov nelinejnogo opi-sanija solnechno-zemnyh svjazej k prognozirovaniju urozhajnosti v stepnom Predura-l'e. Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozjajstvennyh nauk. 2014. 2: 56-59.
15. Tihonov V.E., Neverov A.A. Dolgosrochnoe prognozirovanie urozhajnosti v stepnoj zone Urala na osnove sovremennyh metodov ocenki solnechno-zemnyh svjazej. Aridnye jekosistemy. 2014. 20 (4): 86- 92.
16. Tihonov V.E., Neverov A.A., Kondrashova O.A. Metodologija dolgosrochnogo prognozirovanija urozhajnosti. Orenburg: ООО «Agentstvo «Pressa». 2014. 157 s.
17. Polevoj A.N. Prikladnoe modelirovanie i prognozirovanie produktivnosti posevov. L.: Gidrometeoizdat. 1988. 319 s.
18. Igumencev A.F., Shikota N.G., Lazurenko Je.K. Grigorenko G.F. Ciklichnost' pogody i prognozirovanie urozhajnosti sel'skohozjajstvennyh kul'tur. Lugansk. 1990. 48 s.
19. Kocherina N.V., Dragavcev V.A. Vvedenie v teoriju jekologo-geneticheskoj organizacii poligennyh priznakov rastenij i teoriju selekcionnyh indeksov. Sankt-Peterburg: SCDB. 2008. 88 s.

Образец ссылки на статью:

Тихонов В.Е., Неверов А.А. Прогноз предикторов многомерной модели урожайности яровой пшеницы для оценки неблагоприятных условий вегетации: времени их наступления, интенсивности и продолжительности. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2015. 3: 1-13 [Электронный ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2015-3/Articles/VET-AAN-2015-3.pdf>).