

*Сельскохозяйственные науки***ПРОГНОЗИРОВАНИЕ
ПРОДУКТИВНОСТИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ**

Мазуркин П.М., Михайлова С.И.

МарГТУ

Йошкар-Ола, Россия

Продуктивность земель [1] по урожайности сельскохозяйственных культур была рассмотрены за 1913-2003 гг. по территории

Республики Марий Эл с убранной площади (по официальным статистическим данным).

Все зерновые. Урожайность рассматривается на трех уровнях: среднестатистическом, минимальном и максимальном.

Среднестатистическая тенденция или основной тренд [2] динамики урожайности всех зерновых с убранной площади на территории Республики Марий Эл получился в виде формулы (табл. 1) закона экспоненциального роста

$$\bar{y} = 6,72 \exp(0,014732t^{0,90077}), \quad (1)$$

где \bar{y} - среднестатистическая урожайность культур, ц/га; t - время, лет ($t=0$ для 1913 года).

Формула (1) является всеобщим законом экспоненциального роста и по ней прогноз возможен до 2100 года. При этом к 2030 году

может быть достигнута урожайность земель РМЭ на уровне максимально достигнутой урожайности в 1978 и 1990 годах, а к 2100 году по всей республике может быть достигнут уровень урожайности у передовых предприятий.

Таблица 1

Динамика урожайности всех зерновых культур РМЭ с убранной площади, ц/га

Годы учета	Время t , лет	Фактическое значение урожайности \hat{y}	Расчетная урожайность \bar{y} по тренду (1)	Остаток Δu для учета влияния других факторов
Основание прогноза				
1913	0	7.9	6.7	1.2
1940	27	10.7	9.0	1.7
1950	37	6.5	9.8	-3.2
1955	42	8.3	10.3	-2.0
1960	47	7.0	10.8	-3.8
1965	52	8.9	11.3	-2.4
1966	53	8.8	11.4	-2.6
1970	57	12.1	11.8	0.3
1971	58	15.4	11.9	3.5
1972	59	9.7	12.0	-2.3
1973	60	10.0	12.1	-2.1
1974	61	15.7	12.2	3.5
1975	62	11.2	12.3	-1.1
1978	65	19.7	12.7	7.0
1979	66	13.7	12.8	0.9
1985	72	17.0	13.4	3.6
1990	77	20.1	14.0	6.1
1995	82	12.9	14.7	-1.8
1996	83	18.1	14.8	3.3
1997	84	18.0	14.9	3.1
1998	85	13.3	15.0	-1.7
1999	86	9.1	15.2	-6.1
2000	87	10.7	15.3	-4.6
2001	88	16.9	15.4	1.5
2002	89	15.1	15.6	-0.5
2003	90	14.2	15.7	-1.5

Горизонт прогноза				
2010	97	-	16.7	-
2020	107	-	18.1	-
2030	117	-	19.7*	-
2040	127	-	21.4	-
2050	137	-	23.2	-
2060	147	-	25.2	-
2070	157	-	27.3	-
2080	167	-	29.5	-
2090	177	-	32.0	-
2100	187	-	34.6**	-

Примечания. *Примерно равно максимальной фактической урожайности.

**Максимальная урожайность, достигнутая в отдельных хозяйствах.

Минимум урожайности изменяется по статистической закономерности (табл. 2), состоящей из формулы с двумя составляющими, то есть

$$y_{\min} = 7,90 \exp(-5,4320t) + 0.01920t^{1,8523} \exp(-0,02426t). \quad (2)$$

В модели (2) первая составляющая является законом гибели, который широко известен в биологии (закон Ципфа), экономике (закон Парето) и физике (закон Мандельброта).

Таблица 2

Динамика минимальной урожайности всех зерновых культур РМЭ, ц/га

Годы учета	Время t , лет	Факт \hat{y}_{\min}	Расчетные значения (2)			Составляющие (2)	
			y_{\min}	ε	Δ , %	$y_{\min 1}$	$y_{\min 2}$
1913	0	7.9	7.9	-9.5e-8	-0.00	7.9	0.0
1950	37	6.5	6.3	0.21	3.23	0.0	6.3
1960	47	7.0	7.9	-0.68	<u>-9.71</u>	0.0	7.7
1966	53	8.8	8.3	0.50	5.68	0.0	8.3
1999	86	9.1	9.1	-0.03	-0.33	0.0	9.1
2010	97	-	8.7	-	-	0.0	8.7
2020	107	-	8.2	-	-	0.0	8.2
2030	117	-	7.6	-	-	0.0	7.6
2040	127	-	7.0	-	-	0.0	7.0
2050	137	-	6.3	-	-	0.0	6.3
2060	147	-	5.6	-	-	0.0	5.6
2070	157	-	5.0	-	-	0.0	5.0
2080	167	-	4.4	-	-	0.0	4.4
2090	177	-	3.8	-	-	0.0	3.8
2100	187	-	3.3	-	-	0.0	3.3

Первая составляющая характеризует естественную закономерность убыли продуктивности земель, а вторая и последующие составляющие показывают, как правило, результаты антропогенного влияния. В табл. 2 приняты следующие условные обозначения: y_{\min} - минимальные расчетные значения урожайности земель; t - время с начала измерения статистических данных, то есть с 1913г.; ε - неделимые остатки, то есть абсолютная погрешность формулы (2) по разнице, вычисляемой как $\varepsilon = \hat{y}_{\min} - y_{\min}$; Δ - относительная погрешность, вычисляемая по далее неделимым

остаткам ε с использованием выражения $\Delta = 100\varepsilon / \hat{y}_{\min}$.

Адекватность модели (2) оценивается максимальной относительной погрешностью Δ_{\max} , значение которой в табл. 2 подчеркнуто. В этом случае доверительная вероятность вычисляется как $D = 100 - |\Delta_{\max}|$, в примере доверие к (2) будет не ниже $100 - 9,71 = 90,29\%$.

Таким образом, всю статистическую выборку можно оценивать на выявление основного тренда по формуле (1), оставляя далее разлагаемые остатки Δu для последующей идентификации влияния климатических и иных факторов. Поэтому многофакторное мо-

делирование (здесь не приводится) позволяет постепенно превращать делимые остатки Δy на неделимые остатки \mathcal{E} , и только по последним значениям оценивается адекватность всей

статистической модели, содержащей несколько статистических зависимостей.

Максимум урожайности всех зерновых культур на территории Республики Марий Эл изменяется по статистической закономерности (табл. 3)

$$y_{\max} = 8,2868 \exp(0,002625t) - 8,5274 \cdot 10^{-10} t^{6,1989} \exp(-0,001931t^{1,7696}) - A \cos(\pi / 5,5864 - 1,1217t), \quad (3)$$

$$A = 0,06742t^{1,0026} \exp(-0,008875t),$$

где $\pi = 3,14159\dots$ - число «пи»; A - половина амплитуды колебательного возмущения значений показателя, ц/га; $p = 5,5864$ - половина периода колебания урожайности, лет.

Первая составляющая статистической модели (3), построенной идентификацией биотехнического закона [1, 2], является законом экспоненциального роста (при интенсивности

роста, равной единице) и эта естественная составляющая показывает положительную тенденцию роста максимальных урожаев всех зерновых культур на территории РМЭ. Вторая составляющая является нашей формулой закона Гуттенберга убывающей доходности.

Таблица 3

Динамика максимальной урожайности всех зерновых культур, ц/га

Годы учета	Время t , лет	Факт \hat{y}_{\max}	Расчетные значения (3)			Составляющие модели (3)			
			y_{\max}	\mathcal{E}	Δ , %	$y_{\max 1}$	$y_{\max 2}$	a	$y_{\max 3}$
1913	0	7.9	8.3	-0.39	-4.94	8.3	0.0	0.0	0.0
1940	27	10.7	9.1	1.57	14.67	8.9	0.3	1.4	0.1
1970	57	12.1	13.8	-1.70	-14.05	9.6	6.2	2.3	2.1
1971	58	15.4	13.8	1.64	10.65	9.6	6.5	2.4	2.4
1974	61	15.7	17.3	-1.55	-9.87	9.7	7.1	2.4	-0.5
1978	65	19.7	19.1	0.64	3.25	9.8	7.6	2.5	-1.6
1990	77	20.1	18.5	1.58	7.86	10.1	7.8	2.7	-0.6
1996	83	18.1	17.3	0.78	4.31	10.3	7.0	2.7	-0.0
1997	84	18.0	18.6	-0.64	-3.56	10.3	6.9	2.7	-1.5
2001	88	16.9	17.5	-0.56	-3.31	10.4	6.1	2.7	-0.9
2002	89	15.1	15.8	-0.67	-4.44	10.5	5.9	2.8	0.6
2003	90	14.2	14.3	-0.06	-0.42	10.5	5.7	2.8	2.0
2010	97	-	17.8	-	-	10.7	4.3	2.8	-2.8
2020	107	-	15.8	-	-	11.0	2.6	2.8	-2.3
2030	117	-	13.3	-	-	11.3	1.3	2.8	-0.8
2040	127	-	11.1	-	-	11.6	0.6	2.8	1.1
2050	137	-	9.7	-	-	11.9	0.2	2.8	2.4
2060	147	-	9.6	-	-	12.2	0.1	2.7	2.7
2070	157	-	10.7	-	-	12.5	0.0	2.7	1.9
2080	167	-	12.6	-	-	12.8	0.0	2.6	0.3
2090	177	-	14.5	-	-	13.2	0.0	2.5	-1.3
2100	187	-	15.8	-	-	13.5	0.0	2.4	-2.3

Примечания: У второй составляющей $y_{\max 2}$ максимум 8,0 ц/га наблюдался при $t^* = 72$ года, то есть в 1985 году. Максимальная амплитуда 2,8 ц/га колебательного возмущения по третьей составляющей будет наблюдаться при $t^* = 97$ лет в 2010 г.

Интересно колебательное изменение максимальной урожайности всех зерновых. Половина периода циклического изменения равна 5,5864 года, то есть полный период колебания составляет $2 \times 5,5864 = 11,1728$ лет, что совпадает с циклом Чижевского, то есть с циклом солнечной активности. Поэтому следу-

ет вывод о том, что на максимумы урожайности растений, в данном примере всех зерновых культур, влияют циклы солнечной активности. Перед третьей составляющей имеется знак «-», поэтому она является в целом кризисной закономерностью. Но, из-за волнового изменения значений урожайности, при отрицательных

значениях $y_{\max 3}$ происходит положительная прибавка общей урожайности земель. Поэтому весь исследованный период 1913-2003 годов можно разделить на отдельные этапы:

а) 1913-1971 гг., влияние солнечной активности было в основном кризисным и тормозило рост максимальной урожайности всех зерновых;

б) 1974-2001 гг., солнечная активность помогала людям в поддержании должного уровня урожайности всех зерновых культур;

в) 2002-2003 гг. и далее, когда максимум солнечной активности (ныне наблюдается завершение 23-го цикла с начала изучения

солнечной активности) снижает ожидаемую максимальную урожайность зерновых культур;

г) 2010-2030 гг., солнечная активность может помочь людям в росте урожайности всех зерновых культур на территории Республики Марий Эл;

д) 2040-2080 гг., - этап торможения роста урожайности Солнцем.

Пшеница озимая. Эта зерновая культура характерна для условий РМЭ, но официальные данные известны только с 1940 года. Поэтому шкала времени вводится с 1940 года, когда принимается $t = 0$.

Среднестатистическая тенденция выражается формулой закона роста

$$\bar{y} = 10,2840 \exp(0,06496t^{0,4776}). \quad (4)$$

Фактически достигнутый максимум урожайности 28,0 ц/га озимой пшеницы был в 1978 году. Прогноз возможен до 2003 + 63 = 2066 года. Основной тренд показывает, что даже к 2060 году еще останется значительный

резерв повышения среднестатистической урожайности озимой пшеницы.

Минимум урожайности озимой пшеницы изменяется по формуле

$$y_{\min} = 12,40 \exp(-1,31330t) + 3,3512t^{0,25294}. \quad (5)$$

Минимальная урожайность, из-за влияния военных лет, снижается с 1940 года, а затем медленно нарастает, продолжаясь по прогнозу до 2060 года. К этому времени она не

дойдет до урожайности, достигнутой в 1940 году.

Максимум урожайности озимой пшеницы по РМЭ изменяется так:

$$y_{\max} = 12,40 \exp(-0,04283t) + 3,0481 \cdot 10^{-10} t^{9,0486} \exp(-0,2058t). \quad (6)$$

В отличие от статистической модели (3) здесь отсутствует третья волновая составляющая, так как она оказалась малозначимой.

Первая составляющая формулы (6) показывает естественную убыль продуктивности почвы по урожайности озимой пшеницы. Вторая составляющая показывает, что возбуждение работников сельского хозяйства РМЭ резко стало убывать с 1990 года, то есть с начала финансового кризиса в России (с 1998 года), с

учетом лага запаздывания от столицы в два года.

Картофель. Эта культура наиболее распространена на территории РМЭ, поэтому изучение динамики представляет значительный интерес.

Среднестатистическая тенденция урожайности картофеля получила статистическую формулу биотехнической закономерности вида

$$\bar{y} = 64,14 \exp(0,17406t^{0,29422}). \quad (7)$$

Как и в предыдущих примерах, эта закономерность для всех культур растениеводства одинакова по конструкции (форме), поэтому в общем виде формулы (1), (4) и (7) можно принять за устойчивый закон продуктивности сельскохозяйственных земель в среднестатистическом измерении.

По прогнозу, средняя урожайность картофеля к 2100 году значительно уступит фактически достигнутой максимальной урожайности

176,0 ц/га в 1995 г. Глобальный минимум 58,0 ц/га, полученный в 1972 году, объясняется сильной засухой, когда летом температура воздуха достигала 42 °С.

Минимальная урожайность картофеля характеризуется стабильным ростом по экспоненциальному закону, если не учитывать импульсную биотехническую функцию снижения урожайности в 1972 г. от резкого изменения погоды.

Поэтому после параметрической идентификации была получена формула

$$y_{\min} = 64,37 \exp(-0,00003357t^{1,9758}). \quad (8)$$

Все конкретные по временным рядам формулы получились одинаковыми по конструкции.

В сверхдальнем прогнозе минимальный уровень урожайности картофельных полей на территории Республики Марий Эл вероятно начнет превышать среднестатистическую уро-

жайность примерно с 2075 г., достигнув при моменте времени $t=162$ года значения урожайности картофеля в 139,6 ц/га.

Максимальная урожайность картофеля изменяется по зависимости

$$y_{\max} = 64,21 + 2,4962 \cdot 10^{-7} t^{6,2052} \exp(-0,09758t) - A \cos(\pi / 5,9361 + 2,4970), \quad (9)$$

$$A = 11,7052 t^{0,3256} \exp(-0,005663t),$$

на которую влияет «человеческий фактор», то есть усилия по поддержанию уровня максимальной продуктивности земель под картофелем.

Первая составляющая показывает стабильное прошлое (до 1913 г.), то есть характеризуется устойчивым законом типа $y = y_0$ в 64,21 ц/га.

Вторая и третья составляющие аналогичны статистической модели (3). При этом сдвиг начала кризисной волновой составляющей происходит на $2,4970(p = 5,9361)/\pi$ лет,

то есть на $2,4970 \times 5,9361 / 3,14156 = 4,72$ года (округленно на пять лет). Тогда колебательное возмущение урожайности картофеля на РМЭ начинается с $1913 + 5 = 1918$ г., то есть с начала гражданской войны.

Прогнозы максимальной урожайности картофеля надежны до 2100 г. При этом, наблюдались в прошлом и будут ожидать теоретически в будущем максимумы урожайности картофеля по РМЭ в следующие годы:

1938 год	25 лет	103,5 ц/га
1950	37	131,2
1962	49	159,7
1974	61	172,7
2009	96	136,7
2021	108	120,8
2033	120	108,7
2045	132	104,4
2080	167	88,9
2092	189	87,5
2104	191	86,3

Эти прогнозные данные могут стать ориентирами при оценке кадастровой стоимости сельскохозяйственных земель под картофельными полями.

Предлагаемый способ может быть применен на различных организационно-управленческих уровнях – от конкретного одного участка земли (например, одного поля) до сельского района, хозяйства каждого субъекта и всей Российской Федерации. По динамике урожайности и среднестатистическим тенденциям (посевные площади, сенокосы, пастбища, сады, участки под овощи, ягодники и др.) возможно сопоставление растениеводства на территории с данными по урожайности в различных странах и регионах мира.

Статья опубликована при поддержке гранта 3.2.3/4603 МОН РФ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мазуркин, П.М. Рациональное природопользование: учебное пособие. В 3-х ч. Ч. 1: Экологически ответственное землепользование / П.М. Мазуркин, С.Е. Анисимов, С.И. Михайлова; под ред. П.М. Мазуркина. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 176 с.

2. Мазуркин, П.М. Математическое моделирование. Идентификация однофакторных статистических закономерностей: Учебное пособие / П.М. Мазуркин, А.С. Филонов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 292 с.

*Медицинские науки***КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ
МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ГЕМОСТАЗА,
ЛИПИДНОГО ОБМЕНА
И КАРДИОГЕМОДИНАМИКИ
У БОЛЬНЫХ ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ
БОЛЕЗНЬЮ 3 СТАДИИ,
СОЧЕТАЮЩЕЙСЯ СО СТЕНОКАРДИЕЙ
2 ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КЛАССА,
ОСЛОЖНЕННОЙ ПОСТОЯННОЙ
ФОРМОЙ ФИБРИЛЛЯЦИИ
ПРЕДСЕРДИЙ**

Павлинова И.Б., Воробьев В.Б., Фомичев В.Л.,
Егоров Б.Б.

*Ростовский государственный медицинский
университет
Ростов-на-Дону, Россия*

Нами было проведено исследование 70 больных страдающих гипертонической болезнью 3 стадии и стенокардией напряжения 2 функционального класса, осложненной постоянной формой фибрилляции предсердий. Для исследования гемостаза был выбран метод дифференцированной электрокоагулографии (Воробьев В.Б., 2004). Для описания корреляции использовали коэффициент корреляции Пирсона, Спирмена.

В результате данного исследования нами была выявлена сильная отрицательная корреляционная связь, (-0,92), между ускорением полимеризации фибрин мономерных молекул в цельной крови и прогрессивным снижением потенциальной кинетической активности тромбоцитов и фактической кинетической активности тромбоцитов вероятнее всего обусловленная увеличением расходования запасов арахидоновых кислот на вязкий метаморфоз тромбоцитов. Причем перераспределение этих запасов не хватало для обеспечения упруговязких свойств тромбоцитов, о чем также свидетельствует снижение показателя E, характеризующего эластичность кровяного сгустка, имеющего сильную положительную корреляционную связь, (+0,94) со снижением потенциальной кинетической активности тромбоцитов и фактической кинетической активности тромбоцитов. Ускорение образования фибриновых нитей положительно коррелировало, (+0,98) с ускорением процессов атерогенеза в виде увеличения количества липопротеидов низкой и очень низкой плотности, как в цельной крови, так и в бестромбоцитарной плазме. Кроме этого отмечалась четкая отрицательная корреля-

ционная зависимость, (-0,96), между ускорением полимеризации фибрин мономерных молекул и показателями центральной гемодинамики, а именно снижением фракции выброса левого желудочка на фоне снижения ударного объема крови. Выявлена сильная положительная корреляционная связь, (+0,92), между ускорением процесса полимеризации фибрин-мономерных молекул и увеличением количества палочкоядерных лейкоцитов и моноцитов в цельной крови. Снижение потенциальной кинетической активности тромбоцитов, фактической кинетической активности тромбоцитов, антикинетической активности эритроцитов имело сильную отрицательную корреляционную связь, (-0,98) с повышением контрактильности молекул фибрина (L), увеличением коагуляционной активности, а также увеличением интенсивности образования тромбина в цельной крови. Коэффициент корреляции между увеличением количества липопротеидов низкой и очень низкой плотности и увеличением контрактильности, коагуляционной активности и интенсивности образования молекул тромбина в цельной крови составил (+0,92). Выраженная отрицательная корреляционная связь, (-0,96) имела место в цельной крови между снижением фракции выброса левого желудочка, ударным объемом крови и показателями контрактильности, коагуляционной активности и синтезом молекул тромбина. Отчетливая положительная корреляционная связь, (+0,94), прослеживалась между ростом вышеуказанных показателей цельной крови и увеличением количества палочкоядерных лейкоцитов и моноцитов. В тромбоцитарной и бестромбоцитарной плазме имела место положительная корреляционная связь, составившая 0,9, между увеличением интенсивности образования тромбина и липопротеидов низкой и очень низкой плотности, а также количеством палочкоядерных лимфоцитов и моноцитов. Кроме этого в тромбоцитарной плазме отмечалась отрицательная корреляционная связь, (-0,98), между увеличением константы использования протромбина тромбопластином и снижением потенциальной и фактической кинетической активности тромбоцитов, и одновременно с этим снижением фракции выброса левого желудочка.