



Научная статья

УДК 338:519.217.2:633(571.61)

doi: 10.55186/25876740_2022_65_3_255

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДОМ ЦЕПЕЙ МАРКОВА

**Е.А. Волкова, Н.О. Смолянинова, М.О. Синеговский,
А.А. Малашонок**

Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», Благовещенск, Россия

Аннотация. Объем производства продукции сельского хозяйства в действующих ценах в 2020 г. в Амурской области составил 48,3 млрд руб., при этом на долю продукции растениеводства приходится 71 %. В условиях ведения сельского хозяйства Амурской области особую актуальность имеет разработка кластерной стратегии развития растениеводства, обеспечивающей, на фоне однозначного лидерства соеводства, формирование продуктовых кластеров по производству картофеля и зерновых культур. Для обоснования целесообразности развития отрасли растениеводства Амурской области на основе кластерной стратегии проведен расчет прогнозных параметров на период до 2030 г. по двум сценариям: инерционному и инновационному (научно обоснованному). При этом инерционный сценарий предусматривает развитие отрасли растениеводства в сформировавшихся направлениях со всеми имеющимися негативными тенденциями, в том числе нарушением севооборотов. В свою очередь, инновационный сценарий предполагает качественную модернизацию растениеводства на основании научных рекомендаций, формирования соевого кластера, а в перспективе зернового и картофельного. Для проведения расчета прогнозных параметров развития отрасли растениеводства в условия реализации кластерной политики разработана и апробирована расчетная модель на основании методического подхода прогнозирования урожайности методом цепей Маркова.

Ключевые слова: прогнозирование, растениеводство, стратегия, кластер, урожайность, сельскохозяйственные циклы, сценарии развития

Original article

FORECASTING THE DEVELOPMENT OF CROP PRODUCTION IN THE AMUR REGION BY THE MARKOV CHAIN METHOD

**E.A. Volkova, N.O. Smolyaninova, M.O. Sinegovsky,
A.A. Malashonok**

Federal Research Center "All-Russian Scientific Research Institute of Soybean", Blagoveshchensk, Russia

Abstract. The volume of agricultural production at current prices in 2020 in the Amur region amounted to 48.3 billion rubles, while the share of crop production accounts for 71 %. In the conditions of agriculture in the Amur region, the development of a cluster strategy for the development of crop production is of particular relevance, which ensures the formation of food clusters for the production of potatoes and cereals against the background of unambiguous leadership of soybean production. To substantiate the feasibility of the development of the crop industry of the Amur region on the basis of a cluster strategy, the calculation of forecast parameters for the period up to 2030 was carried out according to two scenarios: inertial and innovative (scientifically based). At the same time, the inertial scenario provides for the development of the crop industry in the established directions with all the negative trends, including the violation of crop rotations. In turn, the innovative scenario assumes a qualitative modernization of crop production based on scientific recommendations, the formation of a soybean cluster, and in the future grain and potato. In order to calculate the forecast parameters of the development of the crop industry in the conditions of the implementation of cluster policy, a calculation model was developed and tested based on the methodological approach of forecasting yields by the Markov chain method.

Keywords: forecasting, crop production, strategy, cluster, yield, agricultural cycles, development scenarios

Введение. Анализ современного состояния сельскохозяйственной отрасли Амурской области показал, что в структуре валовой продукции значительная доля принадлежит продукции растениеводства. В 2020 г. объем производства продукции сельского хозяйства в действующих ценах составил 48,3 млрд руб. и по отношению к 2019 г. вырос на 1,4%, относительно 2016 г. — на 2,7%. Из общего объема валовой продукции сельского хозяйства в 2020 г. на долю продукции растениеводства приходится 71% [4].

Кластерный потенциал региона, на фоне однозначного лидерства соеводства, определяет направления кластеризации отрасли растениеводства Амурской области в формировании продуктовых кластеров по производству

картофеля и зерновых культур. Современный уровень, а также сформировавшаяся инфраструктура развития и поддержки сельскохозяйственного производства позволяют рассматривать возможность разработки стратегии развития растениеводства региона в условиях реализации кластерной политики [4].

Специфическая особенность стратегического прогнозирования развития растениеводства заключается в том, что определение перспектив производства сельскохозяйственных культур сводится, прежде всего, к обоснованию прогноза роста посевных площадей и урожайности. Урожайность сельскохозяйственных культур — важнейший обобщающий показатель, позволяющий судить об уровне развития сельского хозяйства в целом [6].

Нестабильность сельскохозяйственного комплекса и высокая зависимость от природных условий ограничивает возможности применения ряда наиболее востребованных методов прогнозирования, таких как построение корреляционно-регрессионных моделей. Решением данной проблемы, позволяющим учитывать информационную неравнозначность временного ряда данных, является прогнозирование по марковским цепям с использованием адаптивных полиномиальных моделей [2, 5, 6, 7, 10, 17].

Л.А. Боброва, Н.И. Гедзь, В.П. Ключан в своих работах по прогнозированию считают, что при экстраполяции не учитывается случайный характер показателей временного ряда, то есть при построении тренда необходимо прогнози-



ровать и отклонение от него. Учитывая все недостатки экстраполяции, ученые предлагают использовать для прогнозирования в сельском хозяйстве метод марковских цепей [16].

Цепочка Маркова существует, когда вероятность будущего состояния зависит от предыдущего состояния, и когда они связаны вместе, образуется связь, которая возвращается к долгосрочному стационарному уровню.

Специфика метода позволяет использовать марковские цепи для прогнозирования, основываясь на экстраполяции тенденций и анализе фактора по группам: при благоприятных, средних и неблагоприятных условиях его развития и вероятностях их перехода из одной группы в другую в динамике.

Цель исследования — расчет прогнозных параметров развития отрасли растениеводства и апробация расчетной модели прогнозирования развития отрасли растениеводства Амурской области до 2030 г. в условиях реализации кластерной стратегии.

Материалы и методы. Прогнозирование производилось на основе метода марковских цепей с использованием адаптивных полиномиальных моделей, а также с использованием метода экспертных оценок. Анализ современного состояния отрасли растениеводства Амурской области проводился на основании официальных статистических показателей. Эмпирической базой исследования послужили данные Федеральной службы государственной статистики

и Министерства сельского хозяйства Амурской области.

Ход исследования. Для обоснования целесообразности развития отрасли растениеводства Амурской области на основании кластерной стратегии проведен расчет прогнозных параметров методом цепей Маркова на период до 2030 г. по двум сценариям.

Инерционный сценарий предусматривает развитие отрасли растениеводства в сформировавшихся в ретроспективе направлениях со всеми сложившимися негативными тенденциями. Систематическое нарушение севооборотов, недостаточные объемы вносимых удобрений и агрохимикатов, наряду с тяжелым состоянием материально-технической базы и снижающимися показателями господдержки, не могут не сказаться на урожайности и качестве зерновых и сои, что, в свою очередь, приведет к снижению конкурентоспособности и доходности отрасли.

Инновационный сценарий предполагает качественную модернизацию растениеводства за счет формирования соевого кластера, в перспективе — зернового и картофельного. В условиях инновационного сценария рост объемов производства будет достигаться за счет активного использования инновационных технологий (высокопродуктивных сортов, устойчивых к неблагоприятным факторам окружающей среды; средств защиты; современных агротехнологий), расширения направлений и снижения порогов для получения государственной поддержки, инвестирования в человеческий капитал и развития социально-бытовой инфраструктуры сельской местности, а также формирования других мероприятий в рамках кластерной стратегии развития.

Для проведения расчета прогнозных параметров урожайности основных сельскохозяйственных культур Амурской области на основании метода цепей Маркова разработаны и реализованы расчетные модели, обеспечивающие расчет прогнозных параметров урожайности посредством проведения работ на следующих этапах:

1. Расчет показателей для стохастической модели.
2. Оценка случайной величины.
3. Формирование матрицы числа переходов случайных величин из состояния в состояние.
4. Расчет матрицы вероятностей перехода.
5. Расчет перспективного значения циклической составляющей.
6. Итоговый расчет прогнозных данных по урожайности.

В общем виде стохастическая модель прогнозирования урожайности имеет следующий вид:

$$Y_t = \hat{Y}_t + \tilde{Y}_t + \varepsilon_t, \quad t=1, 2, \dots, n$$

где Y_t — расчетный уровень урожайности в год t ; \hat{Y}_t — тренд, компонента, учитывающая изменение урожайности по годам за счет интенсификации производства; \tilde{Y}_t — циклическая составляющая колебаний урожайности в зависимости от солнечной активности; ε_t — случайная составляющая, отражающая влияние случайных факторов.

На первом этапе для построения стохастических моделей используем данные по урожайности основных сельскохозяйственных культур Амурской области, возделываемых на

Таблица 1. Динамика урожайности сои в Амурской области и расчетные показатели для стохастической модели, т/га

Table 1. Dynamics of soybean yield in the Amur region and calculated indicators for the stochastic model

№ п/п	Год	Фактическая урожайность, Y_t	Урожайность, выровненная по прямой, \hat{Y}_t	Циклическая составляющая, \tilde{Y}_t	Случайная составляющая, $\varepsilon_t = Y_t - \hat{Y}_t$
1	2000	1,11	0,89	1,12	-0,01
2	2001	1,11	0,91	1,07	0,04
3	2002	1,12	0,94	1,18	-0,06
4	2003	1,2	0,96	1,06	0,14
5	2004	0,72	0,98	0,85	-0,13
6	2005	0,72	1,01	0,68	0,04
7	2006	0,73	1,03	0,74	-0,01
8	2007	0,79	1,06	0,78	0,01
9	2008	0,86	1,08	0,88	-0,02
10	2009	1,05	1,10	1,04	0,01
11	2010	1,26	1,13	1,30	-0,04
12	2011	1,47	1,15	1,37	0,10
13	2012	1,18	1,18	1,19	-0,01
14	2013	1,01	1,20	1,16	-0,15
15	2014	1,42	1,22	1,22	0,20
16	2015	1,14	1,25	1,24	-0,10
17	2016	1,18	1,27	1,22	-0,04
18	2017	1,44	1,30	1,37	0,07
19	2018	1,41	1,32	1,44	-0,03
20	2019	1,4	1,35	1,38	0,02
21	2020	1,37	1,37	1,38	0,005

Таблица 2. Оценка случайной величины

Table 2. Estimation of a random variable

Состояния	Интервалы	Частота попадания	Среднее значение в интервале
S_1	(0,08;0,20)	3	0,14
S_2	(-0,03;0,08)	10	0,01
S_3	(-0,15;-0,03)	7	-0,08

Таблица 3. Матрица числа переходов случайных величин из состояния в состояние

Table 3. Matrix of the number of transitions of random variables from state to state

I^*	J^{**}			Всего
	1	2	3	
S_1	0	1	2	3
S_2	0	6	4	10
S_3	3	3	1	7
Всего	3	10	7	20

*I — состояние, из которого осуществляется переход случайной величины;

**J — состояние, в которое осуществляется переход случайной величины.



территории региона в 2000-2020 гг. На основании фактических данных произведен расчет урожайности выравненной, циклической и случайной составляющей. Полученные расчетные показатели на примере урожайности сои представлены в таблице 1.

В рамках расчетных работ второго этапа на основании полученных расчетных показателей в разрезе основных сельскохозяйственных культур Амурской области первого этапа произведена оценка случайных составляющих по 3-м основным состояниям — S_1, S_2, S_3 ; в S_1 включили значения при благоприятных погодных условиях, в S_2 — при удовлетворительных погодных условиях, в S_3 — при неблагоприятных погодных условиях.

В таблице 2 представлены показатели, полученные в результате оценки случайной составляющей в рамках прогнозирования развития соеводства Амурской области. Аналогичные расчеты выполнены по всем основным сельскохозяйственным культурам.

На основе данных динамического ряда случайной составляющей составлена матрица переходов из состояния в состояние, в которой каждое значение случайной составляющей (табл. 1) соотносено с интервалом по состояниям S_1, S_2, S_3 (табл. 2) и произведен расчет количества переходов (табл. 3).

На четвертом этапе определен вектор первоначального распределения (μ_0). Для этого произведен отбор значений случайной величины ξ_t для года, принятого за исходный год (2020 г.) $\xi_t = 0,005$. Так как это значение попадает во второй интервал (S_2), то взяв из матрицы вероятностей перехода вторую строку, получаем следующий вектор первоначального распределения: $\mu_0 = (0; 0,6; 0,4)$ (табл. 4).

Для каждого последующего года находим вектор состояний случайной величины ξ_t на перспективу из равенства $\mu_1 = \mu_0 \rho_{ij}$

$$\mu_1 = \mu_0 \rho_{ij} = (0; 0,6; 0,4) * \begin{pmatrix} 0 & 0,33 & 0,67 \\ 0 & 0,6 & 0,4 \\ 0,43 & 0,43 & 0,14 \end{pmatrix} = (0,172; 0,532; 0,296)$$

В соответствии с пятым этапом проведен расчет перспективного значения циклической составляющей по следующей формуле гармонического колебательного процесса:

$$\hat{y}_t = c \cdot \sin(t - a) \cdot \frac{2\pi}{T}$$

где c — амплитуда колебания: $c = \frac{y_{cp,max} - y_{cp,min}}{2} = (1,47 - 0,72) / 2 = 0,375$; t — время; a — начало отсчета; T — период колебания.

Расчет перспективного значения циклической составляющей в соответствии с данной формулой предполагает использование фиксированного значения периода колебания (T). Изучение практического опыта использования метода целей Маркова в прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур позволило выявить практику прогнозирования, основанную на 11-летнем периоде колебания, равном периоду колебания солнечной активности [6, 7, 10, 14, 15, 17]. Данный период послужил основанием для прогнозирования развития растениеводства Амурской области по варианту В1 в составе инерционного сценария (табл. 6).

Таблица 4. Матрица вероятностей перехода
Table 4. Transition probability matrix

I	J		
	S1	S2	S3
S_1	0	0,33	0,67
S_2	0	0,6	0,4
S_3	0,43	0,43	0,14

Таблица 5. Прогнозные значения урожайности на 2030 г., т/га
Table 5. Forecast yield values for 2030

Уровень вероятности	Период колебания (T), лет						
	5	7	8	11	15	22	60
Зерновые							
низкий уровень	0,98	1,14	1,20	1,29	1,36	1,42	1,50
средний уровень	1,60	1,76	1,81	1,91	1,97	2,03	2,12
высокий уровень	1,30	1,46	1,51	1,60	1,67	1,73	1,81
Гречиха							
низкий уровень	0,48	0,53	0,54	0,57	0,59	0,60	0,62
средний уровень	0,71	0,75	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85
высокий уровень	0,62	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76
Овес							
низкий уровень	1,29	1,40	1,44	1,51	1,55	1,59	1,65
средний уровень	1,83	1,95	1,98	2,05	2,10	2,14	2,19
высокий уровень	1,53	1,64	1,68	1,74	1,79	1,83	1,89
Пшеница							
низкий уровень	2,25	2,40	2,45	2,54	2,61	2,67	2,74
средний уровень	1,60	1,76	1,81	1,90	1,96	2,02	2,10
высокий уровень	1,91	2,07	2,11	2,21	2,27	2,33	2,41
Ячмень							
низкий уровень	1,34	1,46	1,50	1,57	1,63	1,67	1,73
средний уровень	1,68	1,80	1,84	1,91	1,96	2,01	2,07
высокий уровень	2,09	2,21	2,25	2,33	2,38	2,42	2,48
Соя							
низкий уровень	1,50	1,57	1,59	1,64	1,67	1,70	1,73
средний уровень	1,28	1,35	1,37	1,42	1,45	1,48	1,51
высокий уровень	1,37	1,44	1,46	1,51	1,54	1,56	1,60
Картофель							
низкий уровень	4,13	5,26	5,62	6,29	6,77	7,19	7,76
средний уровень	9,37	10,50	10,86	11,53	12,01	12,43	13,00
высокий уровень	6,84	7,97	8,33	9,00	9,48	9,90	10,47
Овощи							
низкий уровень	11,47	12,31	12,58	13,08	13,44	13,75	14,17
средний уровень	15,64	16,49	16,75	17,25	17,61	17,92	18,35
высокий уровень	13,69	14,53	14,79	15,30	15,65	15,97	16,39

При этом проведенный анализ научных трудов позволил сделать выводы о наличии 5, 7, 8, 15, 22 и 60-летних циклов климата, влияющих, в свою очередь, на цикличность получения результатов сельскохозяйственного производства [9, 11, 13]. С использованием в вышеуказанной формуле периода колебания, равного значению выявленных циклов климата, произведен расчет прогноза урожайности основных сельскохозяйственных культур, возделываемых на территории Амурской области, по шести вариантам в разрезе низкого, среднего и высокого уровней вероятностей (табл. 5).

В процессе проведения исследования агро-климатических условий ведения сельского хо-

зяйства Дальнего Востока России особое внимание учеными уделяется 60-летнему периоду [9]. В связи с этим предлагается проведение расчета прогнозных показателей инерционного варианта развития отрасли растениеводства Амурской области (В2) с использованием 60-летнего сельскохозяйственного периода в расчетных моделях прогнозирования.

Результаты и обсуждение. Основной культурой, возделываемой на территории Амурской области в силу своей высокой рентабельности, является соя. В настоящее время в Амурской области площадь посевов сои не соответствует рекомендуемым научно обоснованным севооборотам. По состоянию на 2020 г. под сою





отводится 74,3% посевных площадей региона (табл. 6), что в дальнейшем может повлечь за собой снижение почвенного плодородия и продуктивности сельскохозяйственных культур.

Инерционный сценарий развития отрасли растениеводства в разрезе двух вариантов (В1 и В2) спрогнозирован с учетом фактически сложившейся доли сои в севообороте по состоянию на 2020 г. (74,3%). Федеральными и региональными органами государственной власти проектируется увеличение пашни к 2024 г. до 1514,5 тыс. га. В таком случае площадь посева сои от располагаемых размеров потенциальной пашни на 2030 г. составит по инерционному сценарию развития 1125,3 тыс. га (табл. 6).

В ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои более 20 лет ведется работа по изучению специализированных соевых севооборотов в условиях Амурской области. Учеными института изучены различные варианты севооборотов с насыщением соей от 20 до 66%.

Для расчета прогнозных значений инновационного сценария развития за основу взяты научно обоснованные севообороты, рекомендуемые учеными ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои. В том числе вариант В3 предполагает использование 6-польного севооборота с максимально возможным насыщением соей 66,6%, а вариант В4 предусматривает насыщение севооборота соей 50% [12] (табл. 6).

Федеральными и региональными органами государственной власти проектируется увеличение пашни до максимально возможного объема — 1514,5 тыс. га [1]. В таком случае площадь посева сои от располагаемых размеров потенциальной пашни на 2030 г. составит 1000 и 757,3 тыс. га соответственно (табл. 6). Рост объема производства зерновых культур и сои проектируется по прогнозным вариантам инновационного сценария развития за счет увеличения реализации потенциальной урожайности сортов вследствие приведения к научно обоснованным требованиям системы ведения сельского хозяйства. Генетический потенциал сортов ВНИИ сои составляет 4,0 т/га. Производственно можно реализовать 75% — то есть 3,0 т/га [8].

В связи с этим по вариантам инновационного сценария развития отрасли растениеводства Амурской области В3 и В4 прогнозируется реализация потенциальной урожайности сои до 55 и 72% соответственно. Это, в свою очередь, обеспечит достижение целевых показателей развития отрасли, которые ставятся органами государственной власти к реализации на территории региона, в условиях реализации кластерной стратегии и внедрения инновационных кластерных проектов, направленных на приведение к соответствию системы ведения сельского хозяйства в регионе к научно обоснованным требованиям.

Выводы. Использование прогнозных урожайности основных сельскохозяйственных культур, возделываемых на территории Амурской области, полученной в результате апробации расчетной модели с использованием метода цепей Маркова, позволяет сделать вывод о возможности применения предложенной модели для прогнозирования вариантов развития растениеводства в составе инерционного сценария. Прогнозные показатели развития растениеводства Амурской области по данному сценарию развития получены с учетом фактически сложившейся доли сои в севообороте по состоянию на 2020 г. (74,3%).

Для расчета прогнозных значений инновационного сценария развития предлагается брать за основу научно обоснованные севообороты. В частности, в приложении к условиям ведения сельского хозяйства Амурской области расчет прогнозных параметров предлагается производить с учетом рекомендуемых учеными ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои севооборотов с насыщением соей 66,6 и 50%. Вследствие приведения к научно обоснованным требованиям системы ведения сельского хозяйства региона прогнозируется увеличение объема производства зерновых культур и сои по инновационному сценарию развития за счет увеличения потенциальной урожайности сортов.

Достижение прогнозных показателей стратегии развития растениеводства Амурской области возможно в условиях реализации кластерной политики, обеспечивающей приведение к соответствию системы ведения сельского хозяйства в регионе к научно обоснованным требованиям, и внедрения инновационных кластерных проектов, направленных на реализацию инновационных технологических решений.

Список источников

1. Василий Орлов и Джамбулат Хатуов обсудили с амурскими аграриями стратегию развития АПК Приамурья / Портал Правительства Амурской области. Режим доступа: <https://www.amurobl.ru/posts/news/vasily-orlov-i-dzhambulat-khatuov-obsudili-s-amurskimi-agrariyami-strategiyu-razvitiya-apk-priamurya/>
2. Боброва Л.А. Об одном методе прогнозирования урожайности // Экономика сельского хозяйства. 1980. № 6. С. 65-68.
3. Виханский О.С. Стратегическое управление: учебник. 3-е изд. М.: Экономика, 2003. 528 с.
4. Волкова Е.А., Смолянинова Н.О., Синеговский М.О., Малашонок А.А. Концептуальные основы кластерной стратегии развития отрасли растениеводства Амурской области // АПК: экономика, управление. 2021. № 11. С. 53-62. doi: 10.33305/2111-53
5. Гедзь Н.И. Прогнозирование урожайности как марковского процесса // Проблемы совершенствования планирования в условиях развития АСПР. 1977. С. 175-187.
6. Гріднева И.В., Иванова Т.А. К вопросу о прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур // Развитие агропродовольственного комплекса: экономика, моделирование и информационное обеспечение: сборник научных трудов. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2016. С. 217-222.
7. Дегтярева Т.Д., Чулкова Е.А. Прогнозирование аграрного производства региона с применением адаптивных моделей // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 1. С. 207-211.
8. Зачем амурской сое нужен генетический паспорт // Российская газета. № 170 (8521) от 29 июля 2021 г. (rg.ru)

Таблица 6. Фактические и расчетные параметры развития отрасли растениеводства Амурской области до 2030 г.

Table 6. Actual and calculated parameters for the development of the crop industry in the Amur region until 2030

Показатели	Фактические параметры		Прогнозные параметры			
			Инерционный сценарий		Инновационный сценарий	
	1990 г.	2020 г.	В1	В2	В3	В4
Площадь посева, тыс. га	1623,5	1138,3	1514,5	1514,5	1514,5	1514,5
Зерновые						
Площадь, тыс. га	637,3	219,9	293,0	293,0	394,9	394,9
Доля в севообороте, %	39,3	19,3	19,3	19,3	26,1	26,1
Урожайность, т/га	1,4	1,9	1,6	1,8	2,7	2,7
Валовой сбор, тыс. т	905,3	417,5	468,8	530,3	1066,1	1066,1
Соя						
Площадь, тыс. га	425,7	845,7	1125,3	1125,3	1008,0	757,3
Доля в севообороте, %	26,2	74,3	74,3	74,3	66,6	50,0
Урожайность, т/га	1,1	1,2	1,5	1,6	2,2	2,9
Валовой сбор, тыс. т	469,0	978,6	1699,2	1800,4	2177,0	2177,0
Картофель						
Площадь, тыс. га	26,2	11,9	11,9	11,9	15,0	30,0
Доля в севообороте, %	1,6	1,0	0,8	0,8	1,0	2,0
Урожайность, т/га	10,7	12,5	9,0	10,5	15,0	15,0
Валовой сбор, тыс. т	280,6	148,9	107,1	124,6	225,0	450,0
Овощи						
Площадь, тыс. га	7,1	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0
Доля в севообороте, %	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Урожайность, т/га	10,1	16,1	15,3	16,4	19,0	19,0
Валовой сбор, тыс. т	71,7	40,3	38,3	41,0	57,0	57,0
Кормовые культуры						
Площадь, тыс. га	527,1	56,7	70,0	70,0	90,0	200,0
Доля в севообороте, %	32,5	5,0	4,6	4,6	5,9	13,2
Доля в севообороте картофеля, овощей и кормовых культур, %	34,5	6,4	6,4	6,4	7,4	23,9



9. Киселев Е.П. Аномалии дальневосточного климата и необходимость совершенствования агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур // Дальневосточный аграрный вестник. 2020. № 4 (56). С. 22-31. doi: 10.24411/1999-6837-2020-14044

10. Малашонков А.А., Синеговский М.О. Использование полиномиальных моделей временных рядов в прогнозировании сельскохозяйственного производства // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2019. № 11. С. 42-46. doi: 10.31442/0235-2494-2019-0-11-42-46

11. Мельник А.Ф., Золотухин А.И. Адаптивные технологии и прогноз урожайности озимой пшеницы в условиях Орловской области // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2007. № 3 (6). С. 8-10.

12. Насыщение соев севооборотов не должно превышать 50% / ГлавАгроном. Режим доступа: ГлавАгроном — Насыщение соев севооборотов не должно превышать 50% — Синеговская (glavagronom.ru)

13. Пашина Л.Л., Малашонков А.А. Идентификация региональных кластеров на основе анализа структурных сдвигов // Общие вопросы мировой науки: Collection of scientific papers materials III International Scientific Conference, Luxembourg, 30 ноября 2017 года / International Research Federation «Science Public». Luxembourg: Л-Журнал, 2017. С. 60-65. DOI: 10.18411/gq-30-11-2017-30

14. Тихонов Е.В., Неверов А.А. Долгосрочное прогнозирование урожайности полевых культур на основе планетно-солнечно-земных связей в степном Предуралье // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2014. № 4.

15. Шаланов Н.В., Афанасьев Е.В., Головатюк С.М. и др. Методика прогнозирования производства зерна с учетом цикличности урожайности на региональном уровне // АПК: экономика, управление. 2013. № 4. С. 67-70.

16. Кудряшова Е.В. Прогнозирование урожайности сахарной свеклы в Саратовской области // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2011. № 3 (8). С. 49-51.

17. Малашонков А.А., Синеговский М.О. Моделирование и прогнозирование урожайности сои в Амурской области // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 8. С. 90-92.

References

1. Vasilii Orlov i Dzhambulat Khatuov obsudili s amurskimi agrariyami strategiyu razvitiya APK Priamur'ya [Vasily Orlov and Dzhambulat Khatuov discussed with Amur agrarians the development strategy of the Amur agro-industrial complex]. Portal Pravitel'stva Amurskoi oblasti [Portal of the

Government of the Amur region]. Available at: <https://www.amurobl.ru/posts/news/vasily-orlov-i-dzhambulat-khatuov-obsudili-s-amurskimi-agrariyami-strategiyu-razvitiya-apk-priamurya/>

2. Bobrova, L.A. (1980). Ob odnom metode prognozirovaniya urozhainosti [About one method of forecasting yield]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva* [The economics of agriculture], no. 6, pp. 65-68.

3. Vikhanskii, O.S. (2003). *Strategicheskoe upravlenie: uchebnik* [Strategic management: textbook]. Moscow, *Ekonomist* Publ., 528 p.

4. Volkova, E.A., Smolyaninova, N.O., Sinegovskii, M.O., Malashonok, A.A. (2021). Kontseptual'nye osnovy klasternoi strategii razvitiya otrasli rastenievodstva Amurskoi oblasti [Conceptual foundations of the cluster strategy for the development of the crop industry of the Amur region]. *APK: ehkonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 11, pp. 53-62. DOI: 10.33305/2111-53

5. Gedz', N.I. (1977). Prognozirovanie urozhainosti kak markovskogo protsessa [Forecasting of productivity as a Markov process]. *Problemy sovershenstvovaniya planirovaniya v usloviyakh razvitiya ASPR* [Problems of improving planning in the conditions of ASPR development], pp. 175-187.

6. Gridneva, I.V., Ivanova, T.A. (2016). K voprosu o prognozirovanii urozhainosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [On the issue of forecasting crop yields]. In: *Razvitiye agropredovol'stvennogo kompleksa: ehkonomika, modelirovanie i informatsionnoe obespechenie: sbornik nauchnykh trudov* [Development of the agro-food complex: economics, modeling and information support: collection of scientific papers]. Voronezh, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, pp. 217-222.

7. Degtyareva, T.D., Chulkova, E.A. (2012). Prognozirovanie agrarnogo proizvodstva regiona s primeneniem adaptivnykh modelei [Forecasting of agricultural production in the region using adaptive models]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Vestnik of the Orenburg State University], no. 1, pp. 207-211.

8. Zachem amurskoi soe nuzhen geneticheskii pasport [Why the Amur soybean needs a genetic passport]. *Rossiiskaya gazeta*, no. 170 (8521), dated July 29, 2021 (rg.ru)

9. Kiselev, E.P. (2020). Anomalii dal'nevostochnogo klimata i neobkhodimost' sovershenstvovaniya agrotekhnologii vozdelvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Anomalies of the Far Eastern climate and the need to improve agricultural technologies for cultivating agricultural crops]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik* [Far East agrarian bulletin], no. 4 (56), pp. 22-31. doi: 10.24411/1999-6837-2020-14044

10. Malashonok, A.A., Sinegovskii, M.O. (2019). Ispol'zovanie polinomial'nykh modelei vremennykh ryadov v prognozirovanii sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva [The

use of polynomial time series models in forecasting agricultural production]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 11, pp. 42-46. doi: 10.31442/0235-2494-2019-0-11-42-46

11. Mel'nik, A.F., Zolotukhin, A.I. (2007). Adaptivnye tekhnologii i prognoz urozhainosti ozimoi pshenitsy v usloviyakh Orlovskoi oblasti [Adaptive technologies and forecast of winter wheat yield in the conditions of the Orel region]. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Orel State Agrarian University], no. 3 (6), pp. 8-10.

12. Nasyshchenie soei sevooborotov ne dolzhno prevyshit' 50% [Soybean saturation of crop rotations should not exceed 50%]. Available at: Glavagron — Soybean saturation of crop rotations should not exceed 50% — Sinegovskaya (glavagronom.ru)

13. Pashina, L.L., Malashonok, A.A. (2017). Identifikatsiya regional'nykh klasterov na osnove analiza strukturnykh sdvigov [Identification of regional clusters based on the analysis of structural shifts]. In: General issues of world science: Collection of scientific paper materials III International Scientific Conference, Luxembourg, November 30, 2017. International Research Federation "Science Public". Luxembourg, L-Journal, pp. 60-65. doi: 10.18411/gq-30-11-2017-30

14. Tikhonov, E.V., Neverov, A.A. (2014). Dolgosrochnoe prognozirovanie urozhainosti polevykh kul'tur na osnove planetno-solnechno-zemnykh-svyazey v stepnom Predural'e [Long-term forecasting of field crop yields based on planetary-solar-terrestrial connections in the steppe Urals]. *Byulleten' Orenburgskogo nauchnogo tsentra Uro RAN* [Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences], no. 4.

15. Shalanov, N.V., Afanasev, E.V., Golovatyuk, S.M. i dr. (2013). Metodika prognozirovaniya proizvodstva zerna s uchedom tsiklichnosti urozhainosti na regional'nom уровне [Methodology for forecasting grain production taking into account the cyclical yield at the regional level]. *APK: ehkonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 4, pp. 67-70.

16. Kudryashova, E.V. (2011). Prognozirovanie urozhainosti sakharnoi svekly v Saratovskoi oblasti [Forecasting the yield of sugar beet in the Saratov region]. *Ehkonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaistve* [Economy, labor, management in agriculture], no. 3 (8), pp. 49-51.

17. Malashonok, A.A., Sinegovskii, M.O. (2017). Modelirovanie i prognozirovanie urozhainosti soi v Amurskoi oblasti [Modeling and forecasting of soybean yield in the Amur region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 31, no. 8, pp. 90-92.

Информация об авторах:

Волкова Елена Александровна, кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник группы экономических исследований в АПК, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7631-2543>, vea@vniisoi.ru

Смолянинова Наталья Олеговна, младший научный сотрудник группы экономических исследований в АПК, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4019-7771>, sno@vniisoi.ru

Синеговский Михаил Олегович, кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник группы экономических исследований в АПК, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3045-7258>, smo@vniisoi.ru

Малашонков Анастасия Александровна, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник группы экономических исследований в АПК, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5332-4530>, maa@vniisoi.ru

Information about the authors:

Elena A. Volkova, candidate of economic sciences, associate professor, senior researcher of the group of economic research in the agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7631-2543>, vea@vniisoi.ru

Natalya O. Smolyaninova, junior researcher of the group of economic research in the agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4019-7771>, sno@vniisoi.ru

Mikhail O. Sinegovskiy, candidate of economic sciences, leading researcher of the group of economic research in the agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3045-7258>, smo@vniisoi.ru

Anastasia A. Malashonok, candidate of economic sciences, senior researcher of the group of economic research in the agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5332-4530>, maa@vniisoi.ru

