

УДК 338.43:311.172

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДДИТИВНОЙ МОДЕЛИ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ИНДЕКСОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Гоголева Ирина Васильевна

к.п.н., доцент кафедры информационных и цифровых технологий
ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет»
г. Якутск, Россия
e-mail: ivgogoleva61@yandex.ru

Атласова Изабелла Николаевна

студент экономического факультета
ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет»
г. Якутск, Россия
e-mail: atlasova.izabella912@mail.ru

Аннотация. Отмечается, что методология прогнозирования временных рядов различается в зависимости от выбранного метода прогнозирования. В общем случае методология может быть описана следующим образом: сбор и подготовка данных, необходимых для прогнозирования; предварительный анализ данных на наличие аномальных уровней ряда динамики; выбор метода прогнозирования на основе характеристик данных, целей и доступных ресурсов; спецификация и проверка модели ряда динамики; прогнозирование и оценка результатов. В данной статье строится аддитивная модель уровней временного ряда для расчёта прогнозных значений показателей сельскохозяйственного производства на примере Республики Саха (Якутия). В статье показан выбор модели и алгоритм расчета показателей факторных компонент аддитивной модели. Для начала проводится расчет оценок сезонной компоненты в аддитивной модели по данным индексов производства продукции сельского хозяйства Республики Саха (Якутия). Рассчитываются значения сезонной компоненты в аддитивной модели, с использованием средней оценки сезонной компоненты и скорректированной сезонной компоненты. Раскрываются особенности построения линейного тренда с помощью формул и встроенных функций табличного процессора MS «Excel», на основе которых в дальнейшем получен результат аналитического выравнивания. А также в статье рассчитываются значения трендовой и случайной компонент. С помощью построенной модели рассчитываются прогнозные значения об объеме производства продукции сельского хозяйства за 1-й и 2-й кварталы 2023 года. Показывается, что одной из главных целей прогнозирования объемов производства продукции сельского хозяйства является выявление наиболее перспективного направления.

Ключевые слова: АДДИТИВНАЯ МОДЕЛЬ, МЕТОД СКОЛЬЗЯЩЕЙ СРЕДНЕЙ, СЕЗОННАЯ КОМПОНЕНТА, ИНДЕКСЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Прогнозирование по данным рядов динамики предполагает использование математико-статистических методов и алгоритмов, поскольку чаще всего уровни ряда зависят от множества факторов, таких как сезонность, тренды, циклы и т.д.

Методология прогнозирования временных рядов может различаться в зависимости от выбранного метода прогнозирования. В общих чертах методология может быть описана следующим образом: 1) сбор и подготовка данных, необходимых для прогнозирования; предварительный анализ данных на наличие аномальных уровней ряда динамики; 2) выбор метода прогнозирования на основе характеристик данных, целей и доступных ресурсов; 3) спецификация и проверка модели ряда динамики; 4) прогнозирование и оценка результатов; оценка точности прогнозирования и интерпретация результатов [3].

В некоторых отраслях, таких как сельское хозяйство, где производительность зависит от погодных условий и использования природных ресурсов, сезонность оказывает значительное влияние. Сезонные колебания – это устойчивые периодические колебания на уровне временных рядов, на которые влияют сезонные изменения. Эти изменения в виде увеличения или уменьшения повторяются через определенное время [1, 2].

Математическим моделям и методам выделения составляющих, а именно, общей тенденции изменения тренда, периодических колебаний и случайных отклонений уровней временных рядов посвящено большое количество работ [4, 5, 6]. При анализе временных рядов самый простой способ прогнозировать результаты – построить аддитивную или мультипликативную модели. В частности, модель, в которой временной ряд представлен как сумма трендовой (T), циклической или сезонной (S) и случайной (E) компонент называется аддитивной. Чаще всего ее используют, когда временной ряд включает сезонные колебания с определенной периодичностью, амплитуда которых приблизительно равна [3].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анализ литературы и интернет-ресурсов по выбранной теме [7]; описание полученных данных; статистическая обработка результатов исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основе данных об индексах производства продукции сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) за каждый квартал 2019-2022 гг. (табл.1) требуется: обосновать выбор аддитивной модели; рассчитать компоненты аддитивной модели временного ряда; дать прогноз об объеме производства продукции сельского хозяйства всех сельхозпроизводителей на 1-й и 2-й кварталы 2023 года.

Таблица 1

**Индексы производства продукции сельского хозяйства
в Республике Саха (Якутия) за 2019-2022 гг.**

Год	Квартал	Порядковый номер квартала	Индексы производства продукции сельского хозяйства к показателям предыдущего года, %
2019	1	1	96,7
	2	2	99,9
	3	3	101,1
	4	4	105
2020	1	5	104,8
	2	6	98,8
	3	7	97,7
	4	8	106,4
2021	1	9	90,2
	2	10	100,1
	3	11	100
	4	12	97,9
2022	1	13	102,5
	2	14	98,5
	3	15	101,2
	4	16	102,3

Агропромышленный комплекс и его базовая отрасль – сельское хозяйство, являются приоритетными сферами экономики Республики Саха (Якутия), формирующими агропродовольственный рынок, продовольственную безопасность, трудовой потенциал сельских территорий [8].

Предварительный анализ коэффициентов автокорреляции показывает, что временной ряд содержит сезонные колебания периодичностью 4. Выравнивается исходный ряд методом скользящей средней. Полученные таким образом выровненные значения уже не содержат сезонной компоненты; находятся центрированные скользящие средние (табл. 2).

Таблица 2

**Расчет оценок сезонной компоненты в аддитивной модели по данным
индексов производства продукции сельского хозяйства**

Номер квартала	Индексы производства	Сумма за 4 квартала	Скользящая средняя за 4	Центрированная средняя	Оценка сезонной

	продукции сельского хозяйства, %		квартала		компоненты
1	96,7	-	-	-	-
2	99,9	402,7	100,68	-	-
3	101,1	410,8	102,70	101,69	-0,59
4	105	409,7	102,43	102,56	2,44
5	104,8	406,3	101,58	102,00	2,80
6	98,8	407,7	101,93	101,75	-2,95
7	97,7	393,1	98,28	100,10	-2,40
8	106,4	394,4	98,60	98,44	7,96
9	90,2	396,7	99,18	98,89	-8,69
10	100,1	388,2	97,05	98,11	1,99
11	100	400,5	100,13	98,59	1,41
12	97,9	398,9	99,73	99,93	-2,02
13	102,5	400,1	100,03	99,88	2,63
14	98,5	404,5	101,13	100,58	-2,07
15	101,2	-	-	-	-
16	102,3	-	-	-	-

В аддитивной модели это выражается в том, что сумма значений сезонной компоненты по всем кварталам должна быть равна нулю. Корректирующий коэффициент $k = -0,035$, скорректированные сезонные компоненты рассчитываются, вычитая корректирующий коэффициент из средних оценок сезонных компонент по кварталам (табл.3).

Таблица 3

Расчет значений сезонной компоненты в аддитивной модели

Показатели	Год	Квартал, i			
		2019	0	0	-0,59
	2020	2,80	-2,95	-2,40	7,96
	2021	-8,69	1,99	1,41	-2,02
	2022	2,63	-2,07	0,00	0,00
Всего за i – й квартал		-3,26	-3,04	-1,58	8,38
Средняя оценка сезонной компоненты за i – й квартал		-1,09	-1,01	-0,53	2,49
Скорректированная сезонная компонента S_i		-1,13	-1,05	-0,57	2,75

Устранив влияние сезонной составляющей, ее значение вычитается из каждого уровня исходного временного ряда, получая значение $T + E = Y - S$. Данное значение рассчитывается в каждой временной точке и включает только трендовые и случайные компоненты.

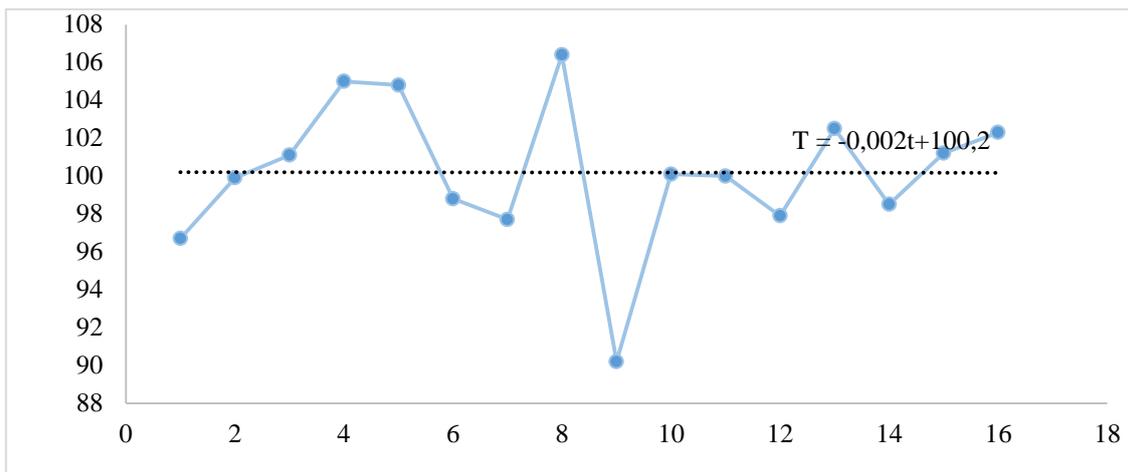


Рис. 1. Построение линейного тренда

Выполнив аналитическое выравнивание уровней $T + E$ и расчеты значения T с помощью линейного уравнения тренда, получается результат аналитического выравнивания $T = -0,002t + 100,2$. Подставляя в это уравнение значения $t = 1, \dots, 16$, найдем уровни трендовой компоненты T_t (рис.1). Вычислив сумму трендовой и сезонной компонент $T + S$, рассчитывается случайная компонента (абсолютная ошибка) по формуле $E_t = Y_t - (T_t + S_t)$ (табл.4).

Таблица 4

Расчет значений трендовой и случайной компонент

Номер квартала, t	Объем производства продукции сельского хозяйства, Y_t	Сезонная компонента, S_t	$Y_t - S_t$	Трендовая компонента, T_t	$T_t + S_t$	Случайная компонента, E_t
1	96,7	-1,13	97,8	100,198	99,07	-2,37
2	99,9	-1,05	101,0	100,196	99,14	0,76
3	101,1	-0,57	101,7	100,194	99,63	1,47
4	105	2,75	102,3	100,192	102,94	2,06
5	104,8	-1,13	105,9	100,19	99,06	5,74
6	98,8	-1,05	99,9	100,188	99,13	-0,33
7	97,7	-0,57	98,3	100,186	99,62	-1,92
8	106,4	2,75	103,7	100,184	102,93	3,47
9	90,2	-1,13	91,3	100,182	99,05	-8,85
10	100,1	-1,05	101,2	100,18	99,13	0,97
11	100	-0,57	100,6	100,178	99,61	0,39
12	97,9	2,75	95,2	100,176	102,93	-5,03
13	102,5	-1,13	103,6	100,174	99,04	3,46
14	98,5	-1,05	99,6	100,172	99,12	-0,62
15	101,2	-0,57	101,8	100,17	99,60	1,60
16	102,3	2,75	99,6	100,168	102,92	-0,62

Прогнозное значение F_t , уровня временного ряда в аддитивной модели есть сумма трендовой и сезонной компонент. Трендовая компонента равна $T_{17} = 100,17$ и $T_{18} = 100,16$, значения сезонных компонент за соответствующие кварталы - $S_1 = -1,13$ и $S_2 = -1,05$, таким образом, $F_{17} = 99,04$ и $F_{18} = 99,11$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обоснованная модель временного ряда дает возможность рассчитать прогнозное значение объемов производства продукции сельского хозяйства, например, за I-й и II-й кварталы 2023 года. В первые два квартала 2023 года следует ожидать порядка 99,04 и 99,11 % индекса производства сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) соответственно.

В целом, эконометрические исследования временного ряда дают возможность принимать обоснованные стратегические решения для эффективности развития производства.

Список использованной литературы

1. Ахмедов, А. С. Моделирование тенденций в динамике затрат в АПК Республики Дагестан и обоснование их прогнозов / А. С. Ахмедов // *Фундаментальные исследования*, 2019. - №1.- С.11-15.
2. Бузина, Т. С. Моделирование производства аграрной продукции с учетом сезонности цен / Т. С. Бузина, М. Н. Полковская // *Экономика. Информатика*. – 2020. – Т. 47, № 1. – С. 117-125.
3. Галочкин, В.Т. Эконометрика: учебник и практикум для вузов. - М.: Фин. ун-т при Правительстве РФ, 2020.
4. Гоголева, И. В., Петров, С. И. Эконометрические исследования по ряду динамики на примере посевных площадей картофеля / И. В. Гоголева, С. И. Петров // *Ларионовские чтения - 2023: сборник научно-исследовательских работ по итогам научно-практической*. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2023. - Ч.2. - С. 66-71.
5. Гоголева, И. В., Хань, И.Д. Аддитивная модель ряда динамики в эконометрических исследованиях / И. В. Гоголева, И. Д. Хань // *Ларионовские чтения - 2022: сборник научно-исследовательских работ по итогам научно-практической*. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2022. - С. 17-24.
6. Зоркальцев, В. И. Аддитивная и мультипликативная модели выявления тренда и сезонных колебаний: приложение мультипликативной модели к динамике цен на сельскохозяйственную продукцию / В. И. Зоркальцев, М. Н. Полковская // *Управление большими системами: сборник трудов*. – 2020. – № 86. – С. 98-115.
7. Сергеева, В. Ю. Использование аддитивной модели в прогнозировании индексов производства продукции сельского хозяйства (на примере Курской области) / В. Ю. Сергеева // *Экономика и управление в XXI веке: стратегии устойчивого развития : сборник статей VIII Международной научно-практической конференции*, Пенза, 20 апреля 2019 года. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2019. – С. 177-181.
8. Официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия): <http://stat.sakha.gks.ru>.

USING AN ADDITIVE MODEL IN FORECASTING INDICES OF AGRICULTURAL PRODUCTION ON THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)**Gogoleva Irina V.**

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Information and Digital Technologies

Arctic State Agrotechnological University

Yakutsk, Russia

e-mail: ivgogoleva61@yandex.ru

Atlasova Isabella N.

Student of the Faculty of Economics

Arctic State Agrotechnological University

Yakutsk, Russia

e-mail: atlasova.izabella912@mail.ru

Abstract. It is noted that the methodology of time series forecasting differs depending on the chosen forecasting method. In general, the methodology can be described as follows: collection and preparation of data necessary for forecasting; preliminary analysis of data for the presence of abnormal levels of a number of dynamics; selection of a forecasting method based on data characteristics, goals and available resources; specification and verification models of a series of dynamics; forecasting and evaluation of results. In this article, an additive model of time series levels is constructed to calculate the forecast values of agricultural production indicators on the example of the Republic of Sakha (Yakutia). The article shows the choice of the model and the algorithm for calculating the indicators of the factor components of the additive model. To begin with, estimates of the seasonal component in the additive model are calculated according to the agricultural production indices of the Republic of Sakha (Yakutia). The values of the seasonal component in the additive model are calculated using the average estimate of the seasonal component and the adjusted seasonal component. The features of constructing a linear trend using formulas and built-in functions of the MS "Excel" tabular processor are revealed, on the basis of which the result of analytical alignment is subsequently obtained. The article also calculates the values of the trend and random components. With the help of the constructed model, forecast values on the volume of agricultural production for the 1st and 2nd quarters of 2023 are calculated. It is shown that one of the main goals of forecasting the volume of agricultural production is to identify the most promising direction.

Keywords: ADDITIVE MODEL, MOVING AVERAGE METHOD, SEASONAL COMPONENT, AGRICULTURAL PRODUCTION INDICES, FORECASTING

© Гоголева И.В., Атласова И. Н., 2023