

УДК 519.237.5

Тиндова М. Г. Анализ развития производства подсолнечника: региональный  
аспект

Analysis of sunflower production development: regional aspect

**Тиндова М. Г.**

к.э.н., доцент кафедры прикладной математики и системного анализа  
Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.  
Tindova M.G.

Candidat of Sciences (in Economics), Associate Professor  
Department of Applied Mathematics and System Analysis  
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

***Аннотация.** В работе проводится динамический анализ производства подсолнечника в целом по РФ, а также по таким субъектам РФ как ПФО, Саратовская и Самарская области. В качестве объекта исследования выбраны посевные площади, валовый сбор, урожайность подсолнечника, кроме того исследованы производство и потребление растительного масла в указанных регионах. На начальном этапе исследования с помощью показателей динамики исследовано общее развитие производства семян подсолнечника с 2002 по 2016 год. Далее на основе двухвыборочного F-теста для дисперсии, а также анализа автокорреляционной функции был проведен компонентный анализ исследуемых временных рядов. В результате были построены тренд-сезонные модели оценки развития указанных показателей, на основе которых сделан прогноз на 2019 – 2021 год.*

***Ключевые слова:** динамика АПК; производство подсолнечника; эконометрический анализ*

***Abstract.** In this paper, the author conducts a dynamic analysis of sunflower production in Russia as a whole, as well as in such subjects of the Russian Federation as the PFD, Saratov and Samara regions. The object of the research is such indicators as acreage, gross harvest, sunflower yield, in addition, the production and consumption of vegetable oil in these regions. At the initial stage of the study, the author used dynamics indicators to study the overall development of sunflower seed production from 2002 to 2016. Further, on the basis of a two-sample F-test for dispersion, as well as the analysis of the autocorrelation function, the author conducted a component analysis of the time series under study. As a result, the author built a trend-seasonal model for assessing the development of these indicators, on the basis of which he made a forecast for 2019 – 2021.*

***Keywords:** dynamics of agro-industrial complex; sunflower production; econometric analysis*

---

**Введение.** По данным аналитиков подсолнечник занимает второе место после зерновых культур в объеме занимаемых посевных площадей. Такой интерес к данной культуре сельхоз товаропроизводителей обуславливает цель исследования, заключающейся в динамическом анализе российского рынка производства семян подсолнечника и потребления растительного масла. Объектом исследования были выбраны временные ряды производства подсолнечника в РФ, ПФО, Саратовской и Самарской областях, а именно: средняя цена реализации подсолнечника (тыс.руб), производство растительных нерафинированных масел (тыс.тонн), валовый сбор семян подсолнечника (тыс.тонн), посевные площади подсолнечника (тыс.га), урожайность подсолнечника (ц/га), потребление растительного масла на душу населения (кг/год) [1]. Интервалом исследования – промежуток времени с 2002 по 2016 год.

**Анализ показателей динамики временных рядов.** На первом этапе исследования, проводя первичный анализ временных рядов с помощью показателей динамики [2], было определено общее развитие рынка производства семян подсолнечника по выбранным субъектам РФ.

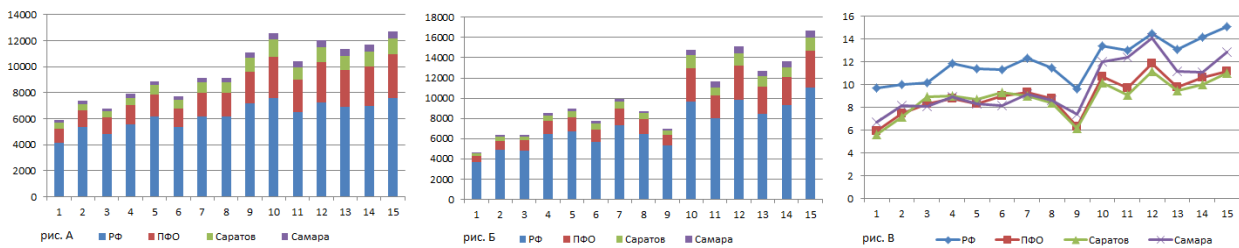


Рисунок 1. Динамика производства подсолнечника:

А) посевные площади (тыс.га); Б) валовый сбор (тыс.тонн); В) урожайность (ц/га)

Анализ рис. 1 показывает, что в целом по всем исследуемым параметрам наблюдалась положительная динамика на всем промежутке времени (табл.1).

В частности, производство семян подсолнечника в ПФО в 2 раза превышает показатели в целом по России и это происходит за счет производства Саратовской и в большей степени Самарской областей.

Таблица 1

Средние показатели прироста (процент)

	Посевные площади	Валовый сбор	Урожайность	Средняя цена
РФ	5,18	11,09	3,98	
ПФО	9,48	23,03	6,81	16,81
Сар.обл	8,79	21,77	6,97	17,24
Самар.обл	8,11	23,77	6,34	12,02

Однако, следует отметить, что общие тенденции к росту были нарушены в 2010 году, когда на территории России наблюдалось очень засушливое лето с большим количеством лесных пожаров на европейской части РФ, что привело к потерям сельхоз производителей по многим видам сельхозпродукции, в том числе и подсолнечника.

**Компонентный анализ рядов для ПФО.** Рассматривая каждый объект отдельно, и проводя компонентный анализ для временных рядов, характеризующих ПФО, на основании двухвыборочного F-теста для дисперсии было выявлено наличие основного тренда, а на основе анализа автокорреляционной функции рядов было выявлено наличие периодической составляющей [3]. В частности, для ряда средней цены реализации семян подсолнечника средние величины, а также дисперсии по различным частям ряда существенно отличаются друг от друга ( $x_1=7,05$ ,  $\sigma^2=9,7$  и  $x_2=12,5$ ,  $\sigma^2=14,8$ ), что говорит об отсутствии стационарности в данном ряду. Автокорреляционная функция для этого же ряда принимает значения  $f(\tau=1)=0,474$ ,  $f(\tau=2)=0,533$ ,  $f(\tau=3)=0,563$ ,  $f(\tau=4)=0,598$ ,  $f(\tau=5)=0,307$ , что говорит о наличии периодических колебаний ряда с периодом  $T=4$ .

Таким образом, учитывая рисунок 2А, модель временного ряда средней цены будет иметь мультипликативный вид  $y = T \cdot P \cdot \varepsilon$  [4]. Аналогично для других рядов.

Осуществляя выбор модели тренда на основе сравнения линейной, квадратичной, показательной и логарифмической регрессий, по временным рядам, характеризующим ПФО, были выбраны следующие модели [5]:

- по ряду средней цены реализации подсолнечника: показательная модель  $y = 4,58 \cdot e^{0,08 \cdot t}$ , здесь  $R^2=0,724$  и все параметры значимы по критериям Стьюдента и Фишера;

- по ряду производства растительных нерафинированных масел: квадратичная модель  $y = 170,9 + 1,9 \cdot t + 4,2 \cdot t^2$ ,  $R^2=0,947$  и все параметры значимы;

- по ряду валового сбора семян подсолнечника: показательная модель

$$y = 683,9 \cdot e^{0,11 \cdot t}, \text{ здесь } R^2=0,815 \text{ и все параметры значимы;}$$

- по ряду потребления растительного масла на душу населения (кг/год): квадратичная модель  $y = 10,9 + 0,5 \cdot t + 0,02 \cdot t^2$ ,  $R^2=0,958$  и все параметры значимы.

Остатки данных моделей удовлетворяют свойствам нормальности (что было проверено на основе анализа коэффициентов асимметрии и эксцесса), независимости (тест Дарбина-Уотсона) и случайности (тест медианных серий) [6]. Другими словами, полученные модели можно использовать для прогнозирования показателей производства подсолнечника в ПФО.

Для моделирования периодической составляющей были сравнены тренд-сезонная модель и модель с индексом сезонности [7]. Полученные ошибки аппроксимации позволили для ряда средней цены реализации подсолнечника выбрать первый вид модели. В этом случае индекс сезонности показывает, насколько в среднем значения за каждый период отличаются от среднего уровня во внутреннем цикле. В нашем случае скорректированные индексы сезонности составили:  $IS_1=75,6\%$ ,  $IS_2=132,9\%$ ,  $IS_3=103,4\%$  и  $IS_4=87,9\%$ . Таким образом, каждый второй год происходит резкий скачок цены реализации подсолнечника на 32,9% от среднего уровня и падение стоимости на 12,1% при переходе на следующий четырехлетний период. В результате мультипликативная тренд-сезонная модель прогноза цены реализации подсолнечника приняла вид (рис. 2А):

$$\text{для I периода } y = 3,302 \cdot e^{0,09 \cdot t};$$

$$\text{для II периода } y = 5,804 \cdot e^{0,09 \cdot t};$$

$$\text{для III периода } y = 4,517 \cdot e^{0,09 \cdot t};$$

$$\text{для IV периода } y = 3,839 \cdot e^{0,09 \cdot t}.$$

Аналогично для других временных рядов, характеризующих производств подсолнечника в ПФО. По ряду производства растительных нерафинированных масел – модель с индексом сезонности и квадратичным трендом (рис. 2Б):

$$\text{для I периода } y = 0,989 \cdot (170,9 + 1,9 \cdot t + 4,2 \cdot t^2);$$

$$\text{для II периода } y = 0,951 \cdot (170,9 + 1,9 \cdot t + 4,2 \cdot t^2);$$

$$\text{для III периода } y = 1,064 \cdot (170,9 + 1,9 \cdot t + 4,2 \cdot t^2);$$

$$\text{для IV периода } y = 0,995 \cdot (170,9 + 1,9 \cdot t + 4,2 \cdot t^2).$$

Здесь, для наглядности, выражения в скобках представляют собой уравнение тренда для производства растительных масел.

Для ряда валового сбора семян подсолнечника лучшей также является модель с индексом сезонности (рис. 2В):

$$\text{для I периода } y = 0,832 \cdot 683,9 \cdot e^{0,11 \cdot t};$$

$$\text{для II периода } y = 1,078 \cdot 683,9 \cdot e^{0,11 \cdot t};$$

$$\text{для III периода } y = 1,009 \cdot 683,9 \cdot e^{0,11 \cdot t};$$

$$\text{для IV периода } y = 1,079 \cdot 683,9 \cdot e^{0,11 \cdot t}.$$

Также для ряда потребления растительного масла (рис. 2Г):

$$\text{для I периода } y = 1,004 \cdot (10,9 + 0,5 \cdot t + 0,02 \cdot t^2);$$

для II периода  $y = 0,996 \cdot (10,9 + 0,5 \cdot t + 0,02 \cdot t^2)$ ;

для III периода  $y = 0,997 \cdot (10,9 + 0,5 \cdot t + 0,02 \cdot t^2)$ ;

для IV периода  $y = 1,0002 \cdot (10,9 + 0,5 \cdot t + 0,02 \cdot t^2)$ .

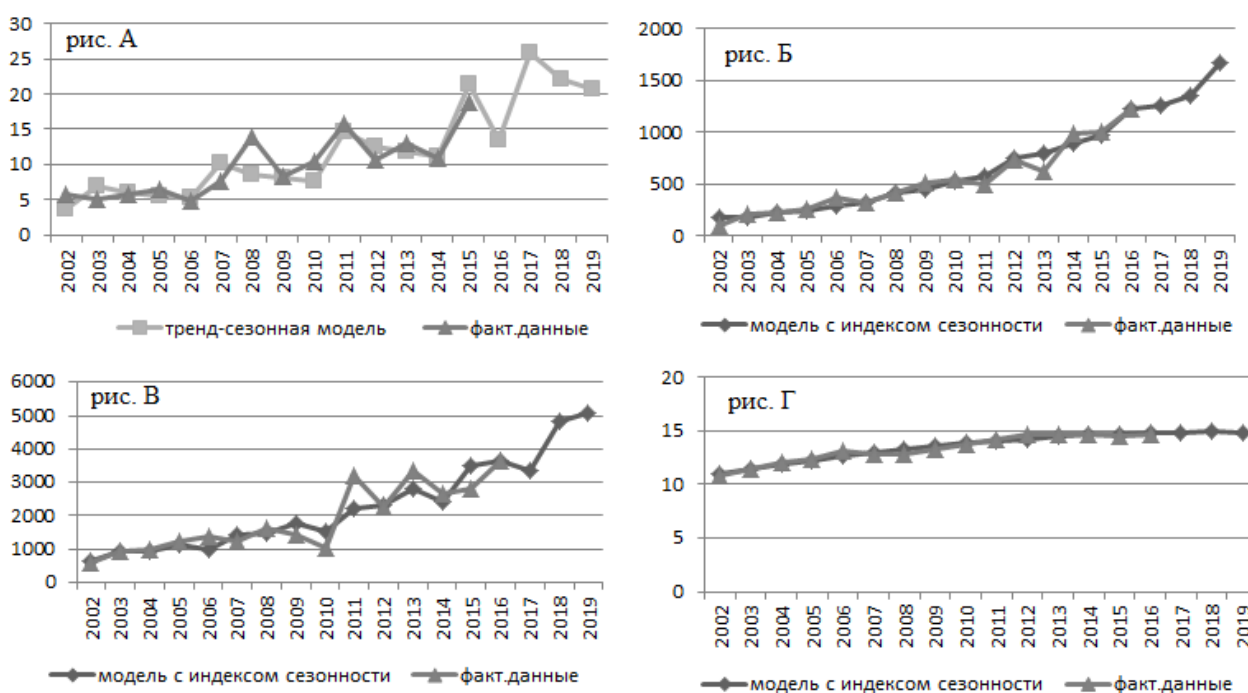
Прогноз развития на 2019-21 года, полученный по данным моделям имеет вид:

- по ряду средней цены реализации подсолнечника:  $y_{2019}=25,8$  тыс.руб,  $y_{2020}=22,08$  тыс.руб,  $y_{2021}=20,6$  тыс.руб (ошибка аппроксимации  $A=14,6\%$ );

- по ряду производства растительных нерафинированных масел:  $y_{2019}=1264,5$  тыс.тонн,  $y_{2020}=1350,04$  тыс.тонн,  $y_{2021}=1668,5$  тыс.тонн ( $A=11\%$ );

- по ряду валового сбора семян подсолнечника:  $y_{2019}=3349,7$  тыс.тонн,  $y_{2020}=4848,8$  тыс.тонн,  $y_{2021}=5068,2$  тыс.тонн ( $A=14\%$ );

- по ряду потребления растительного масла на душу населения:  $y_{2019}=14,8$  кг/год,  $y_{2020}=14,9$  кг/год,  $y_{2021}=14,7$  кг/год ( $A=1,4\%$ ).



Рисунрок 2. Фактические данные, прогноз по лучшей модели и экстраполяция на три уровня:

А) ряд средней цены реализации подсолнечника (тыс.руб);

Б) ряд производства растительных нерафинированных масел (тыс.тонн);

В) ряд валового сбора семян подсолнечника (тыс.тонн);

Г) ряд потребления растительного масла (кг/год)

**Результаты компонентного анализа по РФ, Саратовской и Самарской областям.** Проводя аналогичные рассуждения по другим объектам исследования, получаем, что в целом по РФ производство и потребление растительного масла могут быть описаны тренд-сезонными моделями с квадратичным трендом:

- для производства:  $R^2=0,951$  и

для I периода  $y = 1,017 \cdot (1206,7 + 200,5 \cdot t + 4,08 \cdot t^2)$ ;

для II периода  $y = 0,943 \cdot (1206,7 + 200,5 \cdot t + 4,08 \cdot t^2)$ ;

для III периода  $y = 1,029 \cdot (1206,7 + 200,5 \cdot t + 4,08 \cdot t^2)$ ;

для IV периода  $y = 1,011 \cdot (1206,7 + 200,5 \cdot t + 4,08 \cdot t^2)$ ;

- для потребления:  $R^2=0,977$  и

для I периода  $y = 1,003 \cdot (10,1 + 0,5 \cdot t + 0,02 \cdot t^2)$ ;

для II периода  $y = 0,997 \cdot (10,1 + 0,5 \cdot t + 0,02 \cdot t^2)$ ;

для III периода  $y = 0,996 \cdot (10,1 + 0,5 \cdot t + 0,02 \cdot t^2)$ ;

для IV периода  $y = 1,002 \cdot (10,1 + 0,5 \cdot t + 0,02 \cdot t^2)$ .

Ошибки аппроксимации соответственно составляют 6% и 1,2% [8].

Прогноз производства и потребления растительного масла в целом по РФ на основе полученных моделей имеет вид:

- для производства:  $y_{2019}=5623,4$  тыс.тонн,  $y_{2020}=5856,2$  тыс.тонн,  $y_{2021}=6247,5$  тыс.тонн;

- для потребления:  $y_{2019}=13,7$  кг/год,  $y_{2020}=13,8$  кг/год,  $y_{2021}=12,6$  кг/год.

Анализ временных рядов посевных площадей подсолнечника, валового сбора семян подсолнечника, а также урожайности подсолнечника в целом по РФ, позволил построить следующие модели:

- для посевных площадей: тренд-сезонную модель с квадратичным трендом ( $R^2=0,835$ )

для I периода  $y = 1,007 \cdot (3995,4 + 418,7 \cdot t + 13,2 \cdot t^2)$ ;

для II периода  $y = 1,018 \cdot (3995,4 + 418,7 \cdot t + 13,2 \cdot t^2)$ ;

для III периода  $y = 0,975 \cdot (3995,4 + 418,7 \cdot t + 13,2 \cdot t^2)$ ;

для IV периода  $y = 0,998 \cdot (3995,4 + 418,7 \cdot t + 13,2 \cdot t^2)$ ;

- для валового сбора: тренд-сезонную модель с показательным трендом ( $R^2=0,778$ )

для I периода  $y = 0,898 \cdot 4187,8 \cdot e^{0,06 \cdot t}$ ;

для II периода  $y = 1,021 \cdot 4187,8 \cdot e^{0,06 \cdot t}$ ;

для III периода  $y = 1,009 \cdot 4187,8 \cdot e^{0,06 \cdot t}$ ;

для IV периода  $y = 1,072 \cdot 4187,8 \cdot e^{0,06 \cdot t}$ ;

- для урожайности: также тренд-сезонную модель с показательным трендом ( $R^2=0,696$ )

для I периода  $y = 0,933 \cdot 9,58 \cdot e^{0,03 \cdot t}$ ;

для II периода  $y = 1,006 \cdot 9,58 \cdot e^{0,03 \cdot t}$ ;

для III периода  $y = 1,013 \cdot 9,58 \cdot e^{0,03 \cdot t}$ ;

для IV периода  $y = 1,046 \cdot 9,58 \cdot e^{0,03 \cdot t}$ .

Прогноз на 2017-2019 год по данным моделям имеет вид:

- для посевных площадей:  $y_{2019}=7304,3$  тыс.га,  $y_{2020}=7357,8$  тыс.га,  $y_{2021}=7389,3$  тыс.га ( $A=5,42\%$ );

- для валового сбора:  $y_{2019}=12079,1$  тыс.тонн,  $y_{2020}=10762,6$  тыс.тонн,  $y_{2021}=13006,2$  тыс.тонн ( $A=9,24\%$ );

- для урожайности:  $y_{2019}=15,6$  ц/га,  $y_{2020}=14,3$  ц/га,  $y_{2021}=15,8$  ц/га ( $A=4,66\%$ ).

Результаты моделирования, а также прогноз на 2017-2019 год по Саратовской и Самарской областям представлены в таблице 2.

Таблица 2

Тренд-сезонные модели, а также прогноз на три уровня по Саратовской и Самарской областям

Саратовская область	Модель посевных площадей		Коэффициент детерминации	Прогноз		Коэффициент аппроксимации
	S1	$y = 0,993 \cdot 443,7 \cdot e^{0,07 \cdot t}$		У <sub>2019</sub>	1356,07	
	S2	$y = 1,054 \cdot 443,7 \cdot e^{0,07 \cdot t}$		У <sub>2020</sub>	1572,7	
	S3	$y = 1,028 \cdot 443,7 \cdot e^{0,07 \cdot t}$		У <sub>2021</sub>	1797,5	
	S4	$y = 0,923 \cdot 443,7 \cdot e^{0,07 \cdot t}$				
	Модель валового сбора		Коэффициент детерминации	Прогноз		Коэффициент аппроксимации
	S1	$y = 0,848 \cdot 301,6 \cdot e^{0,09 \cdot t}$		У <sub>2019</sub>	1569,6	
	S2	$y = 1,111 \cdot 301,6 \cdot e^{0,09 \cdot t}$		У <sub>2020</sub>	1364,4	
	S3	$y = 0,992 \cdot 301,6 \cdot e^{0,09 \cdot t}$		У <sub>2021</sub>	1971,6	
	S4	$y = 1,077 \cdot 301,6 \cdot e^{0,09 \cdot t}$				
	Модель урожайности		Коэффициент детерминации	Прогноз		Коэффициент аппроксимации
	S1	$y = 0,861 \cdot 6,9 \cdot e^{0,03 \cdot t}$		У <sub>2019</sub>	11,7	
	S2	$y = 1,027 \cdot 6,9 \cdot e^{0,03 \cdot t}$		У <sub>2020</sub>	9,7	
	S3	$y = 1,04 \cdot 6,9 \cdot e^{0,03 \cdot t}$		У <sub>2021</sub>	11,8	
	S4	$y = 1,071 \cdot 6,9 \cdot e^{0,03 \cdot t}$				
	Модель потребления		Коэффициент детерминации	Прогноз		Коэффициент аппроксимации
S1	$y = 0,96 \cdot (19,47 + 0,47 \cdot t + 0,02 \cdot t^2)$	У <sub>2019</sub>		20,8		
S2	$y = 0,93 \cdot (19,47 + 0,47 \cdot t + 0,02 \cdot t^2)$	У <sub>2020</sub>		21,9		
S3	$y = 0,98 \cdot (19,47 + 0,47 \cdot t + 0,02 \cdot t^2)$	У <sub>2021</sub>		23,03		
S4	$y = 1,1 \cdot (19,47 + 0,47 \cdot t + 0,02 \cdot t^2)$					
Самарская область	Модель посевных площадей		Коэффициент детерминации	Прогноз		Коэффициент аппроксимации
	S1	$y = 0,963 \cdot 205,9 \cdot e^{0,07 \cdot t}$		У <sub>2019</sub>	627,1	
	S2	$y = 1,001 \cdot 205,9 \cdot e^{0,07 \cdot t}$		У <sub>2020</sub>	679,9	
	S3	$y = 1,078 \cdot 205,9 \cdot e^{0,07 \cdot t}$		У <sub>2021</sub>	759,6	
	S4	$y = 0,955 \cdot 205,9 \cdot e^{0,07 \cdot t}$				
	Модель валового сбора		Коэффициент детерминации	Прогноз		Коэффициент аппроксимации
	S1	$y = 0,825 \cdot 129,7 \cdot e^{0,11 \cdot t}$		У <sub>2019</sub>	838,2	
	S2	$y = 1,04 \cdot 129,7 \cdot e^{0,11 \cdot t}$		У <sub>2020</sub>	719,1	
	S3	$y = 1,05 \cdot 129,7 \cdot e^{0,11 \cdot t}$		У <sub>2021</sub>	1013,3	
	S4	$y = 1,07 \cdot 129,7 \cdot e^{0,11 \cdot t}$				
	Модель урожайности		Коэффициент детерминации	Прогноз		Коэффициент аппроксимации
	S1	$y = 0,891 \cdot 6,9 \cdot e^{0,04 \cdot t}$		У <sub>2019</sub>	14,2	
	S2	$y = 1,008 \cdot 6,9 \cdot e^{0,04 \cdot t}$		У <sub>2020</sub>	12,4	
	S3	$y = 1,034 \cdot 6,9 \cdot e^{0,04 \cdot t}$		У <sub>2021</sub>	14,6	
	S4	$y = 1,066 \cdot 6,9 \cdot e^{0,04 \cdot t}$				
	Модель потребления		Коэффициент детерминации	Прогноз		Коэффициент аппроксимации
S1	$y = 0,99 \cdot (12,3 + 0,3 \cdot t + 0,02 \cdot t^2)$	У <sub>2019</sub>		13,9		
S2	$y = 0,99 \cdot (12,3 + 0,3 \cdot t + 0,02 \cdot t^2)$	У <sub>2020</sub>		13,6		
S3	$y = 1,06 \cdot (12,3 + 0,3 \cdot t + 0,02 \cdot t^2)$	У <sub>2021</sub>		13,5		
S4	$y = 1,01 \cdot (12,3 + 0,3 \cdot t + 0,02 \cdot t^2)$					

**Заключение.** В качестве заключения следует отметить, что проведенный в работе эконометрический анализ позволил построить математические модели прогноза развития производства подсолнечника как на региональном уровне (ПФО, Саратовская и Самарская области), так и в целом по РФ. Данные модели показывают цикличность развития исследуемых показателей, что обуславливается непостоянством климатических процессов. Однако общие тенденции говорят об уверенном росте как в производстве, так и в потреблении подсолнечника и растительных масел по всем исследованным субъектам РФ.

#### Библиографический список

1. Регионы России. Социально-экономические показатели // Стат. сб. / Госкомстат России (режим доступа: [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/region\\_stat/sep\\_region.html](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/region_stat/sep_region.html))
2. *Тиндова М.Г.* Предварительная кластеризация многомерных объектов в интеллектуальном анализе данных // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2008. №4 (23). С. 137-138
3. *Жичкин К.А.* Источники ущерба при нецелевом использовании земель сельскохозяйственного назначения и их фиксация при определении размера потерь // В сборнике: Инновационное развитие аграрной науки и образования. Сборник трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию чл.-корр. РАСХН, Заслуженного деятеля науки РСФСР и РД, профессора М.М. Джамбулатова. 2016. С. 252-261.
4. *Тиндова М.Г.* Динамический анализ ввода нового жилья в РФ // Модели, системы, сети в экономике, природе и обществе. 2016. №1(17). С. 135-141.
5. *Тиндова М.Г.* Доходный подход в оценке ущерба при нецелевом использовании земель // Островские чтения. 2015. №1. С. 481-484.
6. *Иванова К.С.* Управление фондовым рынком // Вопросы экономики. №5. 2012. С. 45-58.
7. *Тиндова М.Г.* Затратный подход в оценке природных ресурсов // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2015. №1 (55). С. 101-103.
8. *Носов В.В.* Теория экономического анализа / Саратов. 2003.