

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ СРЕДНЕГО ОБЪЕМА УЛОВ РЫБЫ В НАВОИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

А.А.Файзиев – к.ф-м.н, профессор,
Ташкентский экономический и педагогический университет
С.Г. Ахматова-студент КИ 23/1,
Ташкентский экономический и педагогический университет
С.Ж. Хасанов-студент КИ 25/1
Ташкентский экономический и педагогический университет

Аннотация: В статье, методом статистического анализа временных рядов, изучена динамики $\{y_t, t \in T\}$ – среднего объема улов рыбы в Навоинской области республике Узбекистан (по материалам ЦСУ РУз за 2016-2024 годы). Построены, с 95% ной гарантией точечные и интервальные оценки для среднего объема улов рыбы и прогнозирована средней объем улов рыбы в Навоинской области республике Узбекистан для последующих лет.

Ключевые слова: дискретный, динамический, ряд, рыба, тренд, сезонность, компонента, линейный, наименьший, нормальный, гипотеза, автокорреляция, асимметрия, эксцесса.

Abstract: In the article, by the method of statistical analysis of time series, the dynamics of $\{y_t, t \in T\}$ - the average volume of fish catch in Navoinskaya oblast of the Republic of Uzbekistan (according to the materials of the Central Statistical Bureau of the Republic of Uzbekistan for 2016-2024) are studied. Point and interval estimates for the average volume of fish catch are constructed, with 95% guarantee, and the average volume of fish catch in Navoinskaya oblast of the Republic of Uzbekistan for subsequent years is predicted.

Keywords: discrete, dynamic, series, fish, trend, seasonality, component, linear, least, normal, hypothesis, autocorrelation, asymmetry, excess.

Annotatsiy: Maqolada vaqtli qatorlarni statistik tahlil qilish usuli bilan O'zbekiston Respublikasi Navoiy viloyatida yillik o'rtacha baliq ovlash hajmi $\{y_t, t \in T\}$ dinamikasi o'rganilgan (O'zSTATning 2016-2024-yillardagi materiallari asosida). Yillik baliq ovlashning o'rtacha hajmi uchun 95 foizli kafolat bilan nuqtaviy va intervalli statistik baholar qurilgan va keyingi yillarda Navoiy viloyatida baliq ovlashning o'rtacha hajmi bashorat qilingan.

Kalit so'zlar: diskret, dinamik, qator, baliq, trend, mavsumiylik, komponent, chiziqli, eng kichik, normal, gipoteza, avtokorrelyatsiya, asimetriya, ortiqcha.

Введение. Настоящему времени статистика располагает разнообразными методами анализа временных рядов([1,2,3,4,5]). Можно выделить три основные задачи исследования временных рядов. Первая из них заключается в описании изменения соответствующего показателя во времени и выявлении тех или иных свойств исследуемого ряда. Для этого прибегают к разнообразным способам: расчету обобщающего показателя изменения уровней во времени и среднего темпа роста; применению различных сглаживающих фильтров, уменьшающих колебания уровней во времени и позволяющих более четко представить тенденции развития; подбору кривых, характеризующих эту тенденцию; измерению зависимости между членами ряда (автокорреляции). Второй задачей анализа является объяснение механизма изменения уровней ряда, для ее решения обычно прибегают к регрессионному анализу. В третьих описание изменении временного ряда и объяснения механизма формирования рядов часто используются для статистического прогнозирования, которое в большинстве случаев сводится к экстраполяции обнаруженных тенденций развития. Перечисленные задачи решаются с помощью различных методов([1 – 3]).

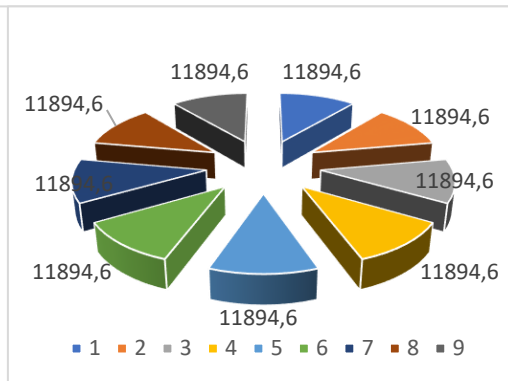
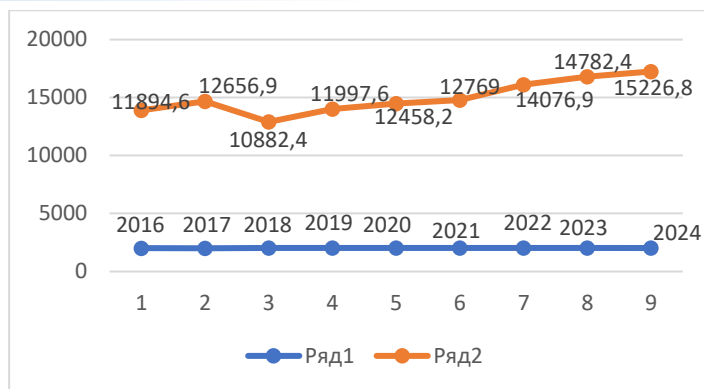
Материалы и методы. В данной работе используя методы статистического анализа временных рядов построены точечные и интервальные оценки для среднего объема улов рыбы и проверено различные статистические гипотезы.

В общем случае временной ряд $\{y_t, t \in T\}$ состоит из четырех составляющих: тренд; колебания относительно тренда; эффект сезонности; случайная компонента.

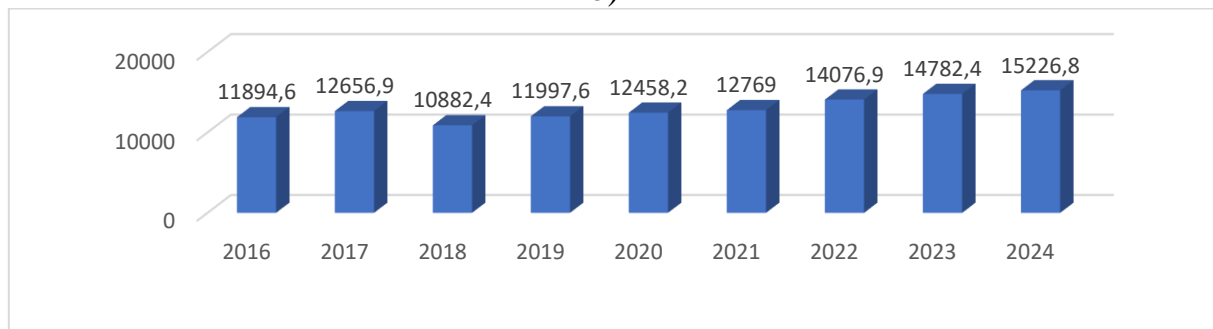
Изучению и анализу динамических рядов посвящены работы: Андерсона[1], Кендала[2], Тихомирова [3], Сулайманова [4], Файзиева [5] и другие.

Результаты и их обсуждение. Предположим, что статистическая закономерность \bar{y}_t – среднего объема улов рыбы в Навоинской области республике Узбекистан 2016-2024 годы образует дискретный, стационарный временный ряд. Используя выше изложенных методы статистического анализа временных рядов, построим точечные и интервальные оценки для динамики \bar{y}_t – среднего объема улов рыбы Навоинской области республике Узбекистан для последующих лет и проверим различные статисти-ческие гипотезы.

На рисунки-1, с помощи опытных данных (таблица-1, столбца-3) геометрически изо-бражены \bar{y}_t – средней объема улов рыбы в Навоинской области республике Узбекис-тан 2016-2024 годы виде а) точечная график, б) круговая диаграмма, с) гистограмма:



b)



c)

Рис.1.

Геометрическое изображение наблюждённых данных, система координат дают основание в первом приближении, предполагать гипотезу что, трендовая часть процесса имеет линейную зависимость следующего вида:

$$y(t) = a_1 t + a_0 \quad (1)$$

Где неизвестные параметры определяются методом наименьших квадратов, т.е. на основании опытных данных, решая следующую систему нормальных уравнений:

$$\begin{cases} a_0 T + a_1 \sum t = \sum y_t \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum y_t t \end{cases} \quad (2)$$

Решая уравнение (1) находим:

$$a_0 = \frac{1}{T} \sum y_t, \quad a_1 = \frac{1}{\sum t^2} \sum y_t t. \quad (3)$$

Составим таблицу для вычисления тренда временного ряда.

Таблица -1

1	2	3	4	5	6	7
N п/п	Годы наблюдений	y_t тонна	t	t ²	$t \cdot y_t$	$y_t \cdot t^2$
1	2016	11894,6	-4	16	-47578,4	190313,6
2	2017	12656,9	-3	9	-37970,7	113912,1
3	2018	10882,4	-2	4	-21764,8	43529,6
4	2019	11997,6	-1	1	-11997,6	11997,6
5	2020	12458,2	0	0	0	0
6	2021	12769	1	1	12769	12769
7	2022	14076,9	2	4	28153,8	56307,6
8	2023	14782,4	3	9	44347,2	133041,6
9	2024	15226,8	4	16	60907,2	243628,8
Сумма		116744,8	0	60	26865,7	805499,9

Используя, вычисления по таблице 1, имеем:

$$\sum y_t = 116744,8, \quad a_0 = \frac{1}{T} \sum y_t = \frac{116744,8}{9} = 12971,64,$$

$$a_1 = \frac{1}{\sum t^2} \sum y_t t = \frac{26865,7}{60} = 447,76.$$

Отсюда, находим уравнение линейного тренда (тенденция) (1) для динамики \bar{y}_t – среднего объема улов рыбы Навоинской области республике Узбекистан [1,2,3,4,5]:

$$y(t) = 447,76 t + 12971,64 \quad (*)$$

В частности, подставляя в уравнение (*) значение $t = 1$ находим ожидаемые средней объем улов рыбы в Навоинской области республике Узбекистан 2025 году будет 13419,4 тонна.

С помощью статистических критериев ([1] – [5]) установлено, что в уравнении (1) $y(t) = a_1 t + a_0$ основная гипотеза: $H_0 : a_1 = 0$ отвергается и принимается альтернативная гипотеза $H_1 : a_1 \neq 0$ с уровень значимости $\alpha = 0,05$. Следовательно, средней объем улов рыбы в Навоинской области республике Узбекистан 95% гарантией имеет линейный тренд.

Многих задачах наблюдения, выборка наблюдения является статистически независимы, то во временных рядах они, как правило, зависимы, и характер этой зависимости может определяться положением наблюдений в последовательности. Автокорреляцией представляет собой корреляционную зависимость между последующими и предшествующими членами временного ряда.

Проверяем наличие автокорреляции для рассматриваемого процесса, т.е.

$$y_t = \rho y_{t-1} + \varepsilon_t, \text{ где } \rho = \text{Cov}(y_t, y_{t+1}) = M[(y_t - \bar{y}_t)(y_{t+1} - \bar{y}_t)].$$

Для дальнейшей исследование вычислим следующие конечные разности по наблюдаемым данным (таблица- 2):
 $\Delta Y_t = Y_{t+1} - Y_t, \quad \Delta^2 Y_t = \Delta Y_{t+1} - \Delta Y_t, \quad \Delta^3 Y_t = \Delta^2 Y_{t+1} - \Delta^2 Y_t, \dots$

Составим таблица для вычисления конечные разности.

Таблица -2

Го ды наб лю - ден ий	$y_t -$ тонна	Y_{t2}	ΔY_t	ΔY_{t2}	$\Delta^2 Y_t$	$\Delta^2 Y_{t2}$	$\Delta^3 Y_t$	$\Delta^3 Y_{t2}$
201 6	11894,6	141 481 509,2						
201 7	12656,9	160 197 117,6	762,3	581 101,3				
201 8	10882,4	118 426 629,8	-1 774,5	3 148 850,3	-2 536,8	6 435 354,2		
201 9	11997,6	143 942 405,8	1 115,2	1 243 671,0	2 889,7	8 350 366,1	5 426,5	29 446 902,3
202 0	12458,2	155 206 747,2	460,6	212 152,4	- 654,6	428 501,2	-3 544,3	12 562 062,5
202 1	12769	163 047 361,0	310,8	96 596,6	- 149,8	22 440,0		254 823,0
202 2	14076,9	198 159 113,6	1 307,9	1 710 602,4	997,1	994 208,4	1 146,9	1 315 379,6
202 3	14782,4	218 519 349,8	705,5	497 730,3	- 602,4	362 885,8	-1 599,5	2 558 400,3
202 4	15226,8	231 855 438,2	444,4	197 491,4	- 261,1	68 173,2		116 485,7
Су мм а	116 744,8	1 530 835 672,1	3 332,2	7 688 195,6	- 317,9	16 661 928,9	2 275,7	46 254 053,3

$$V_k = \frac{\sum_{t=k}^T (\Delta^k y_t)^2}{(T-k)C_{2k}^k} \quad (3)$$

По таблице 2 вычисляя

коэффициенты вариации разностей и установлено, что $V_1 \approx V_2 \approx V_3$. Следовательно, конечные разности первого порядка элиминируют линейную тенденцию.

Используя таблицу -3, формулы (4) из литературы [1,2,3,4,5] определяются значения коэффициентов автокорреляции R_L при $L = 1,2,3,4,5$:

$$R_L = \frac{\sum_{t=1}^{N-L} Y_t Y_{t+L} - \frac{\sum_{t=1}^{N-L} Y_t \sum_{t=L+1}^N Y_t}{N-L}}{\sqrt{\left[\sum_{t=1}^{N-L} Y_t^2 - \frac{\left(\sum_{t=1}^{N-L} Y_t \right)^2}{N-L} \right] \left[\sum_{t=L+1}^N Y_t^2 - \frac{\left(\sum_{t=L+1}^N Y_t \right)^2}{N-L} \right]}} \quad (4)$$

Отличие значения R_L в (4) от нуля, даёт основание полагать, что между \bar{y}_t – среднего объема улов рыбы Навоинской области республике Узбекистан имеется существенная автокорреляционная зависимость.

С другой стороны проверим гипотезу о существовании автокорреляционной зависимости между \bar{y}_t – среднего объема улов рыбы Навоинской области республике Узбекистан. С помощью критерия Дарбина – Уотсона (5), используя вычисление таблица-2 :

$$d = \sum_{t=1}^{T-1} (Y_{t+1} - Y_t)^2 / \sum_{t=1}^T Y_t^2 \quad (5)$$

Вычисляя по формуле (5) $d_{\text{наб}} \approx 0,005$ и сравнивая с $d_{\text{крит}} = 1,08$ табличным значением ([1] – [5]) $d_{\text{наб}} = 0,005 < d_{\text{крит}} = 1,08$. Следовательно, критерия Дарбина – Уотсона 95% гарантией доказывает, что средней объем улов рыбы Навоинской области республике Узбекистан имеет автокорреляционная зависимость т.е. средней объем улов рыбы в этом году, зависит от объема прошлых и последующих лет.

Проверка статистическая гипотезы о нормальности, \bar{y}_t – среднего объема ежегодного улова рыбы Навоинской области республике Узбекистан ([1] – [5]):

$$H_0 : P(\bar{y}_t < x) = \Phi_{a,\sigma}(x), \quad H_1 : P(\bar{y}_t < x) \neq \Phi_{a,\sigma}(x)$$

принимается с уровень значимости $\alpha = 0,05$.

С помощью следующие формулы (6) построим интервальные оценки для среднего объема улов рыбы Навоинской области республике Узбекистан:

$$\bar{Y}_{T+i} - t(T-2; \alpha) \bar{\sigma}_y \leq a_0 + a_1(T+i) \leq \bar{Y}_{T+i} + t(T-2; \alpha) \bar{\sigma}_y \quad (6)$$

Значение $t_{\text{крит.}} = t(T-2; \alpha)$ определяется по таблице Стьюдента.

Используя формула (6), построим с вероятностью 0.95 интервальная оценка для \bar{y}_t – среднего объема улов рыбы Навоинской области республике Узбекистан:

(11867, 02; 14076, 26) тонна.

Теперь на основании выборочных данных, используя пакет программы x7.2019 и Excel ЭВМ [4,5,6], вычислим числовые характеристики \bar{y}_t – средней объем улов рыбы Навоинской области республике Узбекистан (таблица - 4).

Оценка основных параметров динамического ряда.

Таблица – 4

Выборочные характеристики	Оценки выборочные характеристики
Средний объем улов рыбы \bar{y}_T – тонна	12971,64

Медиана	12656,9
Коэффициент вариации v (%)	11,06 %
Асимметрия A_s	0,40
Эксцесс	-0,81
Предельная ошибка m'_y	$m'_y = t m_y = 2,31 \cdot 478,19 = 1104,62$
Интервальная оценка (95%) $\bar{y}_T \pm t m_y$ для улов рыбы	$\bar{y}_T \pm t m_y = 12971,64 \pm 1104,62$ (11867,02; 14076,26) тонна
Проверка статистической гипотезы $H_0 : P(\bar{y}_t < x) = \Phi_{a,\sigma}(x)$ $H_1 : P(\bar{y}_t < x) \neq \Phi_{a,\sigma}(x)$	95% гарантий гипотезы H_0 принимается

Выводы. На основании выше изложенных статистических анализов, динамики $\{\bar{y}_t, t \in T\}$ среднего объема улов рыбы Навоинской области республике Узбекистан как дискретный, стационарный временный ряда с вероятностью $\gamma = 0,95$ (таблица-4) можно сделать следующие выводы:

построены точечные $\bar{y}_T = 12971,64$ тонна и интервальные статистические оценки для \bar{y}_t – среднего улов рыбы с 95% гарантией (11867,02; 14076,26) тонна ;

определены явные виды тренда и установлена её линейность

$$y(t) = 447,76 t + 12971,64;$$

3) критерием Дарбина – Уотсона установлены, что \bar{y}_T –средней объем улов рыбы Навоинской области республике Узбекистан имеет автокорреляционную зависимость $Y_t = \rho Y_{t-1} + \epsilon_t$, где $\rho = \text{Cov}(Y_t, Y_{t+1}) = M[(Y_t - \bar{y}_t)(Y_{t+1} - \bar{y}_t)]$ т.е. \bar{y}_T –средней объем улов рыбы в этом году, зависит от объема улов прошлых и последующих лет.

Литература:

Т.Андерсон “Статистический анализ временных рядов”.– Москва:“МИР”,1976. 759 с.

М. Кендал, А. Стьюарт “Многомерный статистический анализ и временные ряды.- Москва: “Наука”, 1976. -736 с.

Н.П.Тихомиров «Эконометрика».- Москва: «Экзамен», 2003. – 512 с.

Б.А.Сулайманов, А.А.Файзиев, Ж.Н. Файзиев "Тажириба маълумотларининг статистик таҳлили".– Тошкент: ТошДАУ, 2015. – 124 с.

А.А.Файзиев “Matematik statistika”, O’quv qo’llanma. “Ilm-ziyo-zakovat”, 218-bet, Toshkent – 2022.

А.А.Файзиев “Статистический анализ и прогнозирование динамики инвестиции в республике Узбекистан”. “Universal journal of mathematical theory and computer sciences”. In volume # 3 issue#25, june 2025. Researchbib if 10.2 ojs\pkp international standart serial number.issn 2992-8818. 13-22 pej.