# СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КОЛИЧЕСТВА ОВЕЦ И КОЗ В УЗБЕКИСТАНЕ

***Менгнаров Холмурат Эргашович***
*Старший преподаватель, Ташкентский университет педагогики и экономики*
***https://doi.org/10.5281/zenodo.16759***

**ANNOTATSIYA**

*Maqolada O‘zbekiston Respublikasida 2011-2023-yillarda yetishtirilgan qo‘y va echkilar soni $\{Y_t, t \in T\}$ (O‘zStat ma’lumotlari bo‘yicha ming birlikda) barqaror dinamik qator sifatida statistik tahlil qilinib, 95% kafolat bilan nuqtaviy-intervalli statistik baholash qurilgan.*

*$\bar{y}_t$ – qo‘y va echkilarning yillik o‘rtacha soni uchun. Mazkur jarayonning asosiy rivojlanishini tavsiflovchi trendning bir qismi aniqlanib, unda ishtirok etuvchi noma’lum parametrlar statistik ma’lumotlar asosida eng kichik kvadratlar usulida baholangan hamda qo‘y va echkilar bosh sonini yaqin yillar uchun prognoz qilingan. Statistik mezonlar yordamida ushbu jarayonning avtokorrelyatsion bog‘liqligi mavjudligi haqidagi statistik gipoteza tekshirildi hamda nazariy va amaliy xulosalar chiqarildi.*

**KALIT SO‘ZLAR**

*qo‘y, echki, son, mavsumiy, diskret, tasodifiy, dinamik, statistik, baholash, nuqta, interval, trend, avtokorrelyatsiya, yakuniy farq, mezon, me’yor, gipoteza, kafolat.*

**АННОТАЦИЯ**

*В статье статистически проанализировано количества овец и коз, выращенных в республике Узбекистан в 2011-2023 годах $\{Y_t, t \in T\}$ (в тысячах единиц, по данным УзСтат) как устойчивый динамический ряд, причем с*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА**

*овца, коза, численность, сезонная, дискретная, случайная, динамическая, статистическая, оценка, точка, интервал, тренд, автокорреляция, конечная*

*95% гаранте построена точечно-интервальная статистическая оценка.*

*$\bar{y}_t$ – для годового среднего количества овец и коз. Выявлена част тренда, характеризующего основной развития данного процесса, оценены участвующие в нем неизвестные параметры методом наименьших квадратов на основе статистических данных и спрогнозированы количества овец и коз на ближайшие годы. С помощью статистических критериев проверена статистическая гипотеза о наличии автокорреляционной связи этого процесса и сделаны теоретические и практические выводы.*

*разность, критерий, норма, гипотеза, гарантия.*

**ABSTRACT**

*The article statistically analyzes the number of sheep and goats raised in the Republic of Uzbekistan in 2011-2023 {$Y_t$, $t \in T$} (in thousands of units, according to UzSTAT) as a stable dynamic series, and with a 95% guarantee, a point-interval statistical estimate is constructed $\bar{y}_t$ – for the annual average number of sheep and goats. A part of the trend characterizing the main development of this process is revealed, the unknown parameters involved in it are estimated by the least squares method based on statistical data and the number of sheep and goats for the coming years is predicted. Using statistical criteria, the statistical hypothesis about the presence of autocorrelation of this process is tested and theoretical and practical conclusions are made.*

**KEYWORDS**

*sheep, goat, number, seasonal, discrete, random, dynamic, statistical, assessment, point, interval, trend, autocorrelation, finite difference, criterion, norm, hypothesis, guarantee.*

Быстрый рост населения нашей республики в сочетании с ограниченностью земельных, водных и других ресурсов для полноценного обеспечения его продовольствием создают трудности. Достичь этих целей

можно только используя самые современные научные достижения и технологии в этой области, а также поддерживая производство.

Поскольку процесс производства мяса носит сезонный характер, мы изучаем его как дискретный динамический ряд {u_t,t∈T}. Из теоретических исследований динамических рядов [1]-[5] известно, что {u_t,t∈T} может в основном состоять из следующих компонентов: 1) тренда, указывающего основное направление изучаемого случайного процесса, 2) части, колеблющейся вокруг тренда, 3) части, подверженной сезонным изменениям, 4) случайной части. Для решения этих задач используются скользящие средние, конечные разности, наименьшие квадраты, автокорреляция, проверка статистических гипотез для различных динамических рядов и другие методы анализа, которые широко применяются при анализе динамических рядов. В данной статье рассматривается поголовье овец и коз, разводимых в Республике Узбекистан в 2011-2023 годах, как стационарный дискретный динамический ряд.

На сегодняшний день существует множество научных работ и литературы, посвященных гарантированному изучению и анализу динамических рядов, в частности: Андерсон [1], Кендал [2], Тихомиров [3], Сулаймонов [4], Файзиев [5] и др.

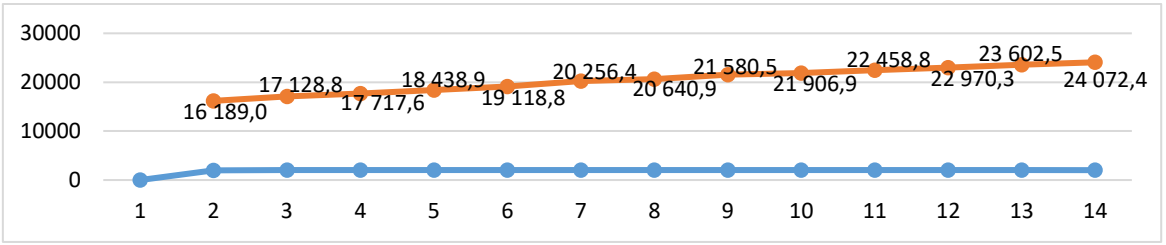
Материалы и методы. В статье статистически проанализировано 13-летнее среднее поголовье овец и коз, разводимых в Узбекистане в 2011-2023 гг. {u_t,t∈T}, как стационарный динамический ряд, построены точечные, гарантированные интервальные статистические оценки его истинного среднегодового 〖 y¯〗 _T-, а также проверены различные статистические гипотезы, связанные с этим процессом, с использованием представленных выше методов.

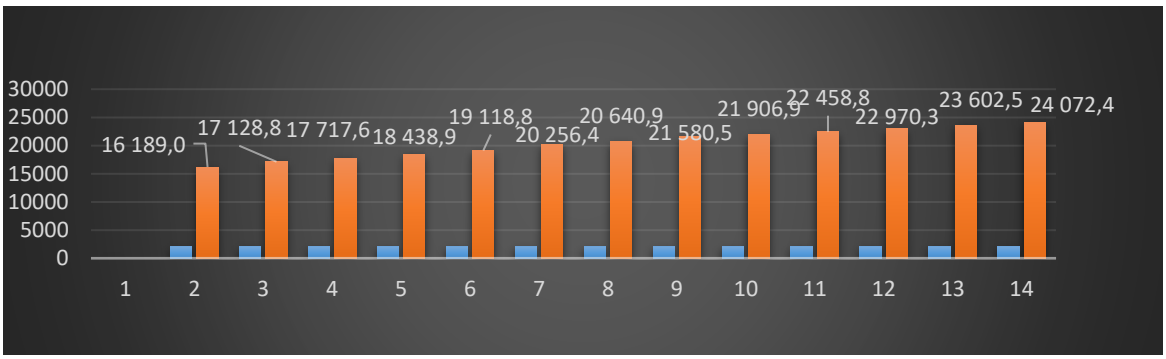
Для определения тренда {u_t,t∈T} динамики поголовья овец и коз, выращиваемых в нашей республике в 2011-2023 гг., используя геометрическую интерпретацию экспериментальных данных в системе координат, можно предположить, что он имеет линейную зависимость $u_t$ y (см. рисунок 1).

Неизвестные параметры, входящие в линейную модель, определяются с использованием статистических данных, методом наименьших квадратов, путем решения следующей системы нормальных уравнений:

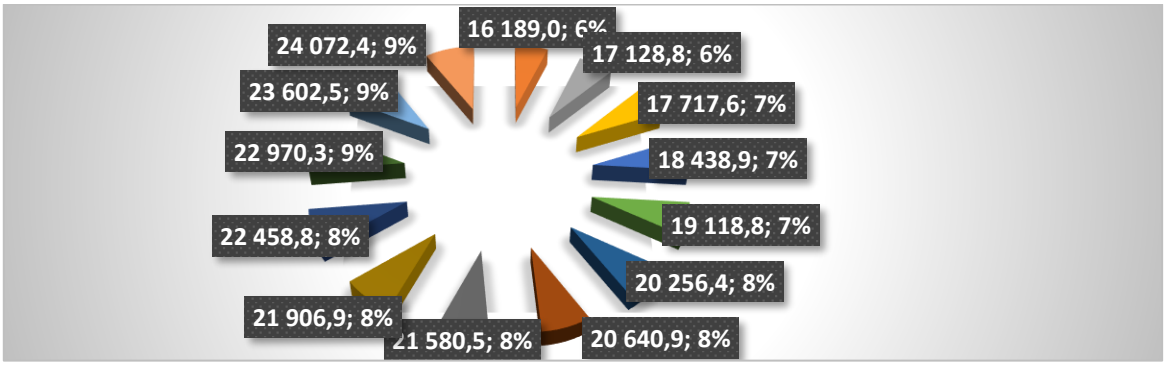
$$\begin{cases} a_0 T + a_1 \sum t = \sum y_t \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum y_t t \end{cases} \quad (1)$$

Для оценки решений системы (1) построим вспомогательную таблицу на основе статистических данных (Таблица-1):




***a)***




***b)***

***1-рисунок.***

***Таблица-1***

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N р/р | Наблюдаемые годы | $y_t$ - тысяч штук | $t$ | $t^2$ | $y_t\, t$ | $y_t\, t^2$ |
| 1 | 2011 | 16 189,0 | -6 | 36 | -97 134 | 582 804 |
| 2 | 2012 | 17 128,8 | -5 | 25 | -85 644 | 428 220 |
| 3 | 2013 | 17 717,6 | -4 | 16 | -70 870 | 283 482 |
| 4 | 2014 | 18 438,9 | -3 | 9 | -55 317 | 165 950 |
| 5 | 2015 | 19 118,8 | -2 | 4 | -38 238 | 76 475 |
| 6 | 2016 | 20 256,4 | -1 | 1 | -20 256 | 20 256 |
| 7 | 2017 | 20 640,9 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 2018 | 21 580,5 | 1 | 1 | 21 581 | 21 581 |
| 9 | 2019 | 21 906,9 | 2 | 4 | 43 814 | 87 628 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 2020 | 22 458,8 | 3 | 9 | 67 376 | 202 129 |
| 11 | 2021 | 22 970,3 | 4 | 16 | 91 881 | 367 525 |
| 12 | 2022 | 23 602,5 | 5 | 25 | 118 013 | 590 063 |
| 13 | 2023 | 24 072,4 | 6 | 36 | 144 434 | 866 606 |
| **Σ** | | 266 082 | 0 | 182 | 119 640 | 3 692 718 |

Используя расчеты, приведенные в таблице, определяем неизвестные параметры, входящие в линейную зависимость (1), решая систему уравнений методом наименьших квадратов:

$$\sum y_t = 266082,0\ ,\ a_0 = \frac{1}{T}\sum y_t = \frac{266082}{13} = 20467,85,$$

$$a_1 = \frac{119640}{182} = 657,36.$$

На основе статистического анализа среднего поголовья овец и коз, разводимых в нашей республике в 2011-2023 гг., как дискретного, стационарного (стационарного) динамического ряда {u_t,t∈T}, получаем следующее уравнение для трендовой части, выражающее ее основное направление по отношению к годам t:

$$y(t) = 657,36\,t + 20467,85 \qquad (2)$$

Присвоив этому уравнению тренда значение t=0, определяем, что среднегодовое поголовье овец и коз в нашей республике составляет 20 467 850 голов. Аналогично, установив значение t = 1 в уравнении тренда, мы с 95% гарантией определяем, что среднее поголовье овец и коз в нашей республике в 2024 году составит 21 125 000.

Коэффициент автокорреляции важен при изучении свойств динамического ряда. Чтобы ответить на этот вопрос, мы рассчитаем следующие величины, используя метод конечных разностей, предполагая временной лаг в L лет (L-лаг) (Таблица 2)

$$\Delta Y_t = Y_{t+1} - Y_t,\quad \Delta^2 Y_t = \Delta Y_{t+1} - \Delta Y_t,\ \Delta^3 Y_t = \Delta^2 Y_{t+1} - \Delta^2 Y_t.$$

Составим таблицу для расчета конечных разностей (Таблица-2):

***Таблица -2***

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | Наблюдаемые годы | $y_t$ - тысяч штук | $Y_t^2$ | $\Delta Y_t$ | $\Delta Y_t^2$ | $\Delta^2 Y_t$ | $\Delta^2 Y_t^2$ |
| 1 | 2011 | 16 189,0 | 262 083 721 | | | | |
| 2 | 2012 | 17 128,8 | 293 395 789 | 940 | 883 224 | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 2013 | 17 717,6 | 313 913 350 | 589 | 346 685 | -351 | 123201 |
| 4 | 2014 | 18 438,9 | 339 993 033 | 721 | 520 274 | 133 | 17556,25 |
| 5 | 2015 | 19 118,8 | 365 528 513 | 680 | 462 264 | -41 | 1713,96 |
| 6 | 2016 | 20 256,4 | 410 321 741 | 1 138 | 1 294 134 | 458 | 209489,29 |
| 7 | 2017 | 20 640,9 | 426 046 753 | 385 | 147 840 | -753 | 567159,61 |
| 8 | 2018 | 21 580,5 | 465 717 980 | 940 | 882 848 | 555 | 308136,01 |
| 9 | 2019 | 21 906,9 | 479 912 268 | 326 | 106 537 | -613 | 376014,24 |
| 10 | 2020 | 22 458,8 | 504 397 697 | 552 | 304 594 | 225 | 50850,25 |
| 11 | 2021 | 22 970,3 | 527 634 682 | 512 | 261 632 | -40 | 1632,16 |
| 12 | 2022 | 23 602,5 | 557 078 006 | 632 | 399 677 | 121 | 14568,49 |
| 13 | 2023 | 24 072,4 | 579 480 442 | 470 | 220 806 | -162 | 26341,29 |
| **Σ** | | 266 082 | 5 525 503 976 | 7 883 | 5 830 515 | -470 | 1696662,55 |

Согласно данным таблицы-2, при вычислении следующей величины $V_k = \frac{\sum_{i=k}^{T}(\Delta^2 y_k)^2}{(T-k)C_{2k}^k}$ $k = 1,2,3$ , мы видим, что значения коэффициентов вариации конечных разностей близки между собой: $V_1 \approx V_2 \approx V$ . Это подтверждает, что трендовая часть исследуемого динамического ряда имеет линейную зависимость.

Коэффициент автокорреляции важен при изучении свойств временного ряда. Для расчета коэффициентов автокорреляции по формуле (3) по статистическим данным составим следующую таблицу (Таблица-3):

***Таблица-3***

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | Наблюдаемые годы | $Y_t$ - тысяч штук | $Y_t \cdot Y_{t+1}$ | $Y_t \cdot Y_{t+2}$ | $Y_t \cdot Y_{t+3}$ | $Y_t \cdot Y_{t+4}$ | $Y_t \cdot Y_{t+5}$ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 16 189,0 | | | | | |
| 2 | 2012 | 17 128,8 | 277298143,2 | | | | |
| 3 | 2013 | 17 717,6 | 303481226,9 | 286830226,4 | | | |
| 4 | 2014 | 18 438,9 | 326693054,6 | 315836230,3 | 298507352,1 | | |
| 5 | 2015 | 19 118,8 | 352529641,3 | 338739250,9 | 327482101,4 | 309 514 253 | |
| 6 | 2016 | 20 256,4 | 387278060,3 | 373505734 | 358894792,6 | 346 967 824 | 327930859,6 |
| 7 | 2017 | 20 640,9 | 418110326,8 | 394629238,9 | 380595491 | 365 707 210 | 353553847,9 |
| 8 | 2018 | 21 580,5 | 445440942,5 | 437143240,2 | 412593263,4 | 397 920 681 | 382354666,8 |
| 9 | 2019 | 21 906,9 | 472761855,5 | 452178132,2 | 443754929,2 | 418 833 640 | 403939138,4 |
| 10 | 2020 | 22 458,8 | 492002685,7 | 484672133,4 | 463569844,9 | 454 934 436 | 429385305,4 |
| 11 | 2021 | 22 970,3 | 515885373,6 | 503208065,1 | 495710559,2 | 474 127 665 | 465295584,9 |
| 12 | 2022 | 23 602,5 | 542156505,8 | 530083827 | 517057607,3 | 509 353 751 | 487176842,3 |
| 13 | 2023 | 24 072,4 | 568168821 | 552950249,7 | 540637217,1 | 527 351 660 | 519494428,2 |
| **Σ** | | 266 082 | 5101806637 | 4669776328 | 4238803158 | 3 804 711 121 | 3369130674 |

На основе Таблицы 3 мы вычисляем коэффициенты автокорреляции (L-лаг) по следующей формуле ([1]-[3]):

$$R_L = \frac{\sum_{i=1}^{N-L} Y_i Y_{i+L} - \frac{\sum_{i=1}^{N-L} Y_t \sum_{i=L+1}^{N} Y_t}{N-L}}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^{N-L} Y_t^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{N-L} Y_t\right)^2}{N-L}\right]\left[\sum_{i=L+1}^{N} Y_t^2 - \frac{\left(\sum_{i=L+1}^{N} Y_t\right)^2}{N-L}\right]}} \qquad (3)$$

Расчеты показывают, что все значения R(2), ..., R_(5) RL (L=1,2,,3…- lag) отличны от нуля. Поэтому можно предположить, что динамический ряд имеет автокорреляционную связь. Используя критерий Дарбина-Уотсона, проверяем основную статистическую гипотезу $H_0$ о том, что исследуемый динамический ряд имеет автокорреляционную связь, и альтернативную гипотезу $H_1$ об ее отсутствии, используя расчеты, приведенные в таблице 2:

$$d_{kuz} = \sum_{t=1}^{T-1} (Y_{t+1} - Y_t)^2 / \sum_{t=1}^{T} Y_t^{\,2} = \frac{5830515}{5525503976} \approx 0{,}001.$$

Видим, что значение $d_{kuz}$=0,001 меньше критического значения $d_{krit}$ =1,06, которое находится в специальной таблице [5] (стр. 194, приложение-9), причем $d_{kuz} < d_{krit}$. Таким образом, с уровнем достоверности 95% динамика поголовья овец и коз имеет автокорреляционную связь.

$$y_t = \rho y_{t-1} + \varepsilon,\ \rho = Cov(y_t, y_{t+1}),$$

То есть динамика среднего поголовья овец и коз в данном сельскохозяйственном году зависит от поголовья в предыдущем и следующем году.

Известно, что для построения интервальной статистической оценки среднего поголовья овец и коз, выращиваемых каждый год, необходимо знать закон распределения этой средней случайной величины $Y_T$ .Согласно центральной предельной теореме теории вероятностей, среднее поголовье овец и коз, содержащихся на больших пастбищах в однородных условиях, будет иметь нормальное распределение. Основная статистическая гипотеза $H_0$ о том, что динамика среднегодового поголовья овец и коз в республике имеет нормальное распределение (см. табл. 4):

$$H_0 : P(X < x) = F_{a,\sigma}(x)$$

$$H_1 : P(X < x) \neq F_{a,\sigma}(x) \qquad (4)$$

$H_1$ – В альтернативном случае в результате тестирования с использованием критериев Жака-Берра, Шапиро-Уилкоксона, Пирсона и параметрических критериев предполагается, что распределение нормальное с гарантией 95%.

Было обнаружено, что поверхность имеет матовый оттенок. Используя это утверждение, на основе формул [1]-[5] определяем, что среднее поголовье овец и коз, выращиваемых в республике ежегодно, составляет $y_T$, а построенная с 95% гарантией интервальная статистическая оценка находится в пределах (18900,52; 22035,48) тыс. голов.

По статистическим данным с использованием компьютерных программ Excel и 7х получены статистические оценки среднего поголовья овец и коз в республике $\bar{y}_T$ на основе важных выборочных характеристик (Таблица-4):

***Таблица -4***

| Статистическая оценка выборочных характеристик среднего поголовья овец и коз, содержащихся в республике за год | Статистическая оценка выборочных характеристик среднего поголовья овец и коз, содержащихся в год |
|---|---|
| Среднегодовое поголовье овец и коз, тыс. голов $y_T$ | 20468 и 20468 |
| Выборочная дисперсия | 6615560,2 |
| Выборочное среднеквадратичное отклонение $\sigma_T$ | 2572,1 |
| Коэффициент вариации $v$ (%) | 12,57 |
| Асимметрия $A_\varsigma$ | -0,2 |
| Экссесса $E_{K_\varsigma}$ | -1,2 |
| $\bar{y}_t$ Погрешность выборочного среднего значения $m_u$ | $m_u = \frac{2572,1}{\sqrt{13}} = 712,49$ |
| Предельная погрешность $m'_u$ | $m'_u = t\, m_u = 2,20 \cdot 712,49 = 1567,48$ |
| Интервальная статистическая оценка (95% li) $\bar{y}_t \pm t\, m_u$ | $\bar{y}_t \pm t\, m_u$ ( **18900,52 ; 22035,48** ) тысяч штук |
| Статистическая гипотеза $H_0: P(\bar{y}_T < x) = F_{a,\sigma}(x)$ $N_1: P(\bar{y}_t < x) \neq F_{a,\sigma}(x)$ | $H_0$ приемлем с гарантией 95% |

**Заключение.** На основании статистического анализа среднего поголовья овец и коз, выращиваемых в республике за 2011-2023 годы, $\{u_t, t \in T\}$, как стационарного дискретного динамического ряда, можно сделать следующие выводы:

1) среднегодовое поголовье овец и коз в республике $\{u_t, t \in T\}$ — сложный случайный процесс, зависящий от кормов, используемых для их содержания, использования новых инновационных технологий и многих других случайных факторов;

2) Линия тренда, характеризующая направление изменения средней численности овец и коз в стаде, имеет линейную зависимость y(t)=657,36 t + 20467,85. Присвоив данной модели тренда значение t = 1, мы с 95% гарантией определяем, что среднее поголовье овец и коз, содержащихся в нашей республике в 2024 году, составит 21 125 тыс. голов;

3) Поскольку среднее поголовье овец и коз, содержащихся в республике каждый год (y(t)) является нормально распределенной случайной величиной, то интервальная статистическая оценка, построенная с 95% доверительным интервалом (18900,52; 22035,48), находится в диапазоне тысячи тысяч голов;

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Т.Андерсон "Статистический анализ временных рядов". - М.: «МИР», 1976. - 759 с.
2. Кендал М., Стюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. - М.: "Наука", 1976. -736 с.
3. Н.П. Тихомиров «Эконометрика». – Москва: «Экзамен», 2003. – 512 с.
4. Бакалавр искусств Сулайманов, А.А. Файзиев, Ж.Н. Файзиев «Статистический анализ экспериментальных данных». – Ташкент: ТошДАУ, 2015. – 124 с.
5. М.У. Ачилов, А.А. Файзиев «Анализ динамики урожайности плодов и ягод, выращиваемых в Узбекистане», Международный журнал исследований и разработок EPRA (IJRD. Индия). Том: 4. Выпуск: 8. Август 2019 г., С.5-9. (по-английски)
6. А.А. Файзиев, О.З. Карабашов, Н.Н. Мусаева "Прогнозирование динамики урожайности хлопчатника Андижанской области". "Проблемы науки" Вестник науки и образования, Москва. Журнал № 8 (111). Апрель 2021 г., глава 2, страница
7. Х.Е. Менгнаров Методические аспекты в преподавании математики и экологии (Монография)./Ташкент: Букмани принт, 2022.-145 с.