



СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ ЗАЙЦЕВ В ОХОТНИЧЬИХ УГОДЬЯХ КЕРЧЕНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

А.Э. Сеутова, магистрантка,
alina.seutova@bk.ru

Керченский государственный морской технологический университет,
Л.Е. Подлипенская, канд. техн. наук, доцент,
lida.podlipensky@gmail.com

Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Луганской Народной Республики
«Донбасский государственный технический университет»

Исследован модифицированный метод для обработки результатов учета охотничьих ресурсов. Сущность метода заключается в подборе закона распределения случайной величины, исключении аномальных значений и формировании доверительного интервала. Прогноз численности охотничьих ресурсов, сделанный по предложенному методу, является наиболее надежным и обоснованным.

учет охотничьих ресурсов, после промысловая численность животных, охотничьи угодья, мониторинг охотничьих ресурсов, метод прогона, численность и плотность популяций, статистическая обработка данных учета

Спортивная и любительская охота всегда оставалась одним из самых популярных видов активного отдыха на полуострове Крым. Активизация ее, а также массовое посещение охотничьих угодий приводят к необходимости непрерывного мониторинга состояния охотничьих ресурсов в целях их охраны и рационального использования. Данные мониторинга формируются на основании сведений, полученных при проведении ежегодного учета охотничьих ресурсов в охотничьих угодьях. Учет численности охотничьих видов животных особенно важен, поскольку достоверные данные о ней есть основа для определения пропускной способности охотничьих угодий и установления лимитов и норм добывания животных на будущий охотничий сезон. От точности полученных результатов непосредственно зависит информированность о состоянии видов и эффективность управления их популяциями.

Данная работа посвящена статистическому анализу численности популяции зайцев в охотничьих угодьях Керченского филиала Крымского Республиканского общества охотников и рыболовов («КРООР»).

Методы исследования:

- анализ литературных материалов и законодательных актов в сфере охоты;
- статистическая обработка первичных данных учета охотничьих животных (с использованием программ Microsoft Excel, STATISTICA);
- обработка и анализ многолетних данных численности животных с применением современных информационных технологий.

Территория угодий Керченского филиала «КРООР» включает пять егерских обходов:

1. Приозерненский;
2. Заветненский;
3. Марьевский;
4. Марфовский;
5. Горностаевский.

Расположение обходов представлено на рис. 1.



Рисунок 1 – Карта охотничьих угодий Керченской РОО «КРООР»

Площадь угодий составляет 651 км². Учет животных проводился методом прогона на 27 учетных площадках. Наибольшее количество зайцев зарегистрировано на площадке № 26, которая размещена на территории виноградников. Основная причина сосредоточения такой численности зайцев в данном месте – увеличение кормовой базы.

На основании первичных данных, полученных на площадках, рассчитываются показатели плотности и численности популяции сначала по выборочным совокупностям, а затем с помощью различных статистических методик (таблица) прогнозируется численность популяции по всей генеральной совокупности [1–7].

Таблица – Методика статистической обработки первичных данных учета охотничьих ресурсов

Методика	Характеристика
А	Расчет численности производится на основании средней плотности популяции на учетных площадках
В1	Расчет численности осуществляется на основании средней плотности популяции на всех угодьях. Для прогноза численности популяции строится доверительный интервал с 95 %-ной надежностью. При построении интервала используется нормальный закон распределения
В2	Расчет численности осуществляется на основании средней плотности популяции на всех угодьях. При этом аномальные значения плотности учитываются отдельно. Для прогноза численности популяции строится доверительный интервал с 95 %-ной надежностью. При построении интервала используется нормальный закон распределения
В3	По данным плотности популяций с помощью критерия Пирсона подбирается закон распределения, аномальные значения плотности учитываются отдельно. Расчет численности осуществляется на основании средней плотности популяции на всех угодьях. Для прогноза численности популяций строится доверительный интервал для логнормального закона распределения с надежностью прогноза 95 %

По каждой из приведенных методик на основании данных 2014 г. были рассчитаны после промысловые значения численности зайцев в охотничьих угодьях РОО «КРООР».

Метод А

Рассмотрим метод А. Он приведен в Методических указаниях по осуществлению органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации переданного полномочия Российской Федерации по осуществлению государственного мониторинга охотничьих ресурсов и среды их обитания методом прогона. Этот способ статистической обработки данных первичного учета используется в охотничьем хозяйстве Керченской РОО «КРООР». Здесь показатель средней плотности животных (P) в каждой зоне интерполяции по каждому учитываемому виду рассчитывается по формуле (1):

$$P = \frac{x_1+x_2+x_3+\dots}{q_1+q_2+q_3+\dots}, \quad (1)$$

где x_1, x_2, x_3, \dots – число особей данного вида на каждой площадке; q_1, q_2, q_3, \dots – площади учетных площадок (кв. км).

Показатель численности (N) каждого вида охотничьих зверей в каждой зоне интерполяции вычисляется по следующей формуле:

$$N = P S, \quad (2)$$

где P – средняя плотность популяции данного вида (особей/кв. км) в конкретной зоне интерполяции или категории; S – площадь зоны интерполяции (кв. км).

Площадь зоны интерполяции (S) зависит от размещения учётных площадок и рассчитывается по материалам охотоустройства или по карте.

После расчёта численности различных видов охотничьих ресурсов в каждой зоне полученные показатели суммируются по всем зонам и по всем видам зверей. На этой основе определяется общая численность каждого учтённого вида зверей по хозяйству.

Статистическая ошибка (m) учета для каждого учитываемого вида зверей рассчитывается по формуле (3):

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (3)$$

где σ – среднее квадратическое отклонение (СКО) числа особей, вычисляемое по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (4)$$

где n – количество учётных площадок; x_i – численность животных на i -й площадке; \bar{x} – средняя численность животных по всем площадкам.

Согласно методу А численность зайцев составит 3906 особей.

Метод В1

В его основе лежит вычисление характеристик популяции при помощи стандартных методов статистической обработки первичных данных учета охотничьих ресурсов.

Расчет плотности популяции на каждой учетной площадке осуществляется по формуле (5):

$$p_i = \frac{x_i}{q_i}. \quad (5)$$

Средняя плотность популяции вычисляется по формуле (6):

$$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum \frac{x_i}{q_i}, \quad (6)$$

где \bar{P} – средняя плотность популяции в исследуемых охотничьих угодьях.

Затем находят СКО плотности популяции по формуле (7):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{P})^2}{n-1}}. \quad (7)$$

Статистическая ошибка (m) рассчитывается по формуле (3).

Оценка плотности популяций в виде доверительного интервала имеет следующий вид:

$$p_{1,2} = \bar{p} \pm tm, \quad (8)$$

где t – критерий Стьюдента, зависящий от доверительной вероятности $\gamma = 0,95$ и степени свободы $f = n - 1$. По таблице критических точек критерия Стьюдента $t = 2,056$ (при $n = 27$). Затем делается прогноз о численности животных на всей площади угодий. Прогноз дается с надежностью 95 %.

Плотность населения по всей зоне будет находиться в пределах

$$p_1 \leq P \leq p_2, \quad (9)$$

$$\text{где } p_1 = \bar{p} - tm, p_2 = \bar{p} + tm. \quad (10)$$

Далее рассчитывается показатель численности (N) каждого вида охотничьих зверей на всей площади угодий. Учитывая формулу (9), получаем

$$P_1 S \leq N \leq P_2 S.$$

Таким образом, численность животных в угодьях изменяется в пределах

$$N_1 \leq N \leq N_2,$$

$$N_1 = P_1 S; \quad (11)$$

$$N_2 = P_2 S, \quad (12)$$

где N_1 – минимальная численность населения в охотничьих угодьях; N_2 – максимальная численность.

По методу В1 численность зайцев в угодьях оценивается в пределах от 1555 до 4317 особей. Однако большой доверительный интервал (разница между N_{\max} и N_{\min} составляет 2762 особи) говорит о том, что в выборке присутствуют аномальные значения либо неправильно выбран закон распределения.

Метод В2

На первом этапе проверим данные плотности зайцев на каждой площадке на аномальность. Аномальное наблюдение – такое наблюдение, которое резко отличается от всех остальных и не отражает общее свойство всей совокупности. Для проверки используем t -критерий.

Аномальным наблюдением является значение 13 особей/км² на учетной площадке №6. Его исключаем из выборки. Оно превышает среднее значение (5,9 особей/км²) на 7,1. Такое отличие связано с тем, что учетная площадка расположена на территории виноградников, представляющих для зайцев богатую кормовую базу. На всех охотничьих угодьях находится еще одна территория с виноградниками площадью 3,8 км². Тогда территория, на которой произрастают виноградники, составляет 5,8 км². Предположим, что плотность зайцев на этой территории будет равна плотности на учетной площадке №6 и составит 13 особей/км². В таком случае численность зайца на этой территории $N_в$ считаем отдельно от всей выборки. Она составит 75 особей. Эта численность будет учитываться при подсчете количества зайцев на площади всех охотничьих угодий.

Далее проводим расчет, как и в методе В1, только не учитываем площадь виноградников и данные измерений на площадке №6.

Расчет средней плотности зайцев (P) в каждой зоне интерполяции выполняется по формуле (6):

$$\bar{P} = 5,68 \approx 5,7 \text{ особей/км}^2.$$

Закон распределения также считаем нормальным. Среднее квадратическое отклонение составляет 1,06 особей/км². Статистическая ошибка определения плотности зайцев в угодьях равна 0,21 особей/км².

Определяем доверительный интервал для показателя P . Критерий Стьюдента в данном случае при доверительной вероятности $\gamma = 0,95$ равен 2,06. Учитывая статистическую ошибку, плотность зайцев в угодьях будет находиться согласно формулам (9)-(10) в пределах от p_1 до p_2 : $p_1 = 3,5 \approx 4$ особи/км², $p_2 = 6,1 \approx 6$ особей/км².

Отсюда, согласно формулам (3)-(4) и с учетом N_b , численность зайцев в угодьях будет изменяться в пределах от 2328 до 4014 ед. В этом случае доверительный интервал, т.е. интервал, в который попадет прогнозируемое количество зайцев на всех угодьях, также является большим (разница между максимальным и минимальным значениями составляет 1686 особей) и его использование для прогнозирования нецелесообразно. Если исключение аномальных значений не привело к уменьшению доверительного интервала, тогда необходимо проверить закон распределения случайной величины p_i (плотности зайцев на каждой учетной площадке) без аномальных значений.

Метод В3

Подбор закона распределения случайной величины p_i осуществляется в пакете STATISTICA. Для проверки используется критерий Пирсона, в котором наблюдаемое значение критерия Хи-квадрат сравнивается с критическим. Закон отвергается при наблюдаемых значениях, больших критического значения.

Выполняем проверку нормального и логнормального законов распределения. Результаты подбора представлены на рис. 2.

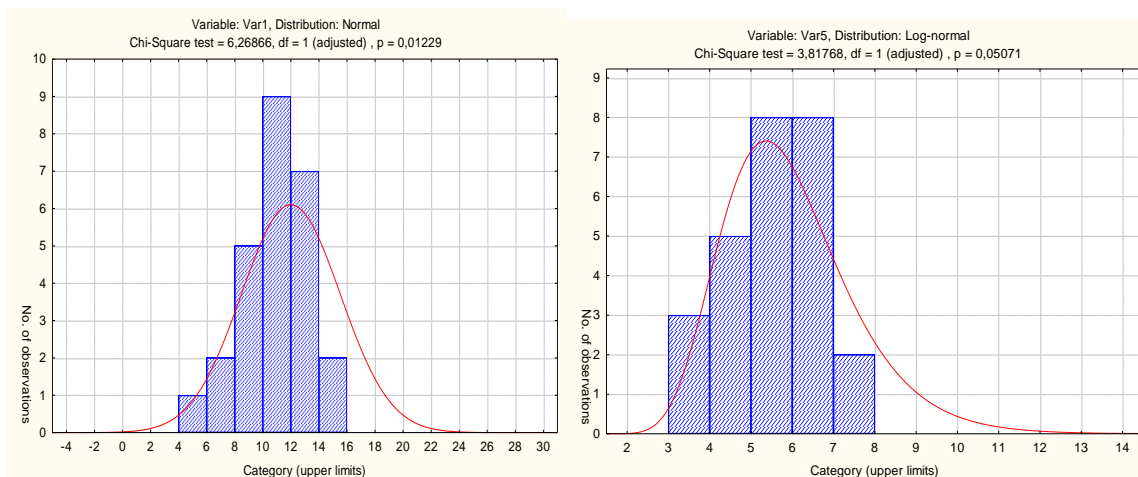


Рисунок 2 – Графики нормального и логнормального законов распределения случайной величины p_i

Сравнивая наблюдаемые значения с критическим (3,84), делаем вывод, что закон распределения плотности популяции логнормальный, и проводим расчет, как в предыдущем варианте, однако с некоторым отличием. Сначала рассчитываем среднее значение логарифмов плотности зайцев на учетных площадках по формуле (13), учитывая логарифмическое преобразование исходных величин $Z = \ln p$:

$$\bar{Z} = \frac{1}{n} \sum \ln\left(\frac{x_i}{q_i}\right) = 1,72 . \quad (13)$$

Среднее квадратическое отклонение равно 0,21, статистическая ошибка составляет 0,04. Определяем доверительный интервал для показателя Z . Критерий Стьюдента в данном случае при доверительной вероятности $\gamma = 0,95$ равен 2,06. Учитывая статистическую ошибку, находим доверительный интервал для Z : $1,63 \leq Z \leq 1,8$. Так как $Z = \ln p$, то $p = e^Z$. Тогда плотность зайцев в угодьях будет изменяться в пределах от 5,1 до 6,1 особей/км².

Отсюда, согласно формулам (11)-(12) и с учетом N_b (количество зайцев в виноградниках), прогнозируемое количество зайцев по всей площади угодий находится в пределах от 3230 до 3976 особей. В этом случае доверительный интервал, т.е. интервал, в который попадет прог-

нозируемое количество зайцев на всех угодьях, является наименьшим из рассматриваемых во всех методах (разница между максимальным и минимальным значениями составляет 746 особей).

Согласно методу А численность зайцев будет 3906 особей.

По методу В1 численность зайцев в угодьях оценивается в пределах от 1555 до 4317 особей.

По методу В2 – от 2328 до 4014 особей.

По методу В3 прогнозируемое количество зайцев по всей площади угодий будет находиться в пределах от 3230 до 3976 особей. Доверительный интервал является наиболее узким, и его использование для прогнозирования наиболее приемлемо.

Обоснуем важность достоверности результатов численности животных в охотничьих угодьях. Оценка результатов численности необходима, так как всегда существует ошибка прогноза, связанная с отличием выборки от генеральной совокупности. Рассмотрим следующую ситуацию, которая может иметь место при данных учета 2014 г. по охотничьему хозяйству Керченского филиала РОО «КРООР».

По стандартному методу (А) численность зайцев – 3906 особей, тогда норма добывания на будущий сезон должна составить 1953 головы (50% от после промысловой численности). Однако надежность этого результата не обеспечивается данным методом. Используя метод В3, с вероятностью 0,95 мы можем утверждать, что минимальная численность будет 3230 особей. При этой численности норма добывания зайцев должна устанавливаться в 1615 особей. Допустим, что за достоверную принимается численность 3906 особей (согласно методу А). А в действительности численность зайцев в угодьях составляет минимальную – 3230 особей. Выдав разрешения на отстрел 1953 особей при положенных 1615, мы превысим допустимую норму изъятия на 338 головы. Значит, в популяции реально останется 1277 особей. Ошибка в оценивании после промысловой численности составит 35% при наихудшем сценарии. Следовательно, опасность некорректного расчета численности популяций заключается в установлении размеров отстрела сверх положенной экологически обоснованной нормы.

Анализируя полученные результаты, делаем вывод, что при установлении норм изъятия животных необходимо исходить из нижнего предела доверительного интервала их численности, чтобы не подорвать воспроизводственный потенциал популяций. При планировании биотехнических мероприятий (подкормка, установка поилок и т.п.) необходимо исходить из верхней границы доверительного интервала, т.е. из максимальной численности популяций.

На основании вышеизложенного, делаем вывод, что при обработке результатов учета, проведенного методом прогона, следует осуществлять подбор закона распределения случайной величины (количества особей каждого вида животных по учетным площадкам) и выполнять построение доверительного интервала для прогноза численности популяций охотничьих ресурсов. Также важно учитывать аномальные значения количества животных на учетных площадках и рассчитывать по ним значения численности и плотности на территориях с подобными условиями отдельно. Такие значения не отражают общее свойство всей генеральной совокупности, но могут существенно повлиять на достоверность результатов учета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об охоте и сохранении охотничьих ресурсов и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федер. закон от 24.07. 2009 № 209-ФЗ (ред. от 01.03. 2015) [Электрон. ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации [Консультант Плюс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902167488> (дата обращения: 31.05.2016).

2. Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга охотничьих ресурсов и среды их обитания и применения его данных: Приказ Минприроды РФ от 06.09.2010 № 344 (ред. от 10.11.2011) [Электрон. ресурс] // Официальный интернет-портал

правовой информации [Консультант Плюс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_105704. (дата обращения: 31.05.2016).

3. Методические указания по осуществлению органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации переданного полномочия Российской Федерации по осуществлению государственного мониторинга охотничьих ресурсов и среды их обитания методом прогона: приложение к Приказу Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 06.09.2010 № 344 (ред. от 10.11.2011) [Электрон. ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации [Консультант Плюс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_105704 (дата обращения: 31.05.2016).

4. Горшков, М.В. Экологический мониторинг: учеб. пособие / М.В. Горшков. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. – 313 с.

5. Колупаева, С.Н. Математическое и компьютерное моделирование: учеб. пособие / С.Н. Колупаева. – Томск: Школьный университет, 2008. – 208 с.

6. Кузякин, В.А. Охотничья таксация / В.А. Кузякин. – Москва: Лесная промышленность, 1979. – 200 с.

7. Кузякин В.А. Экстраполяция в учетах охотничьих животных / В.А. Кузякин // Охотоведение: сб. науч. тр. – Москва, 1972. - С. 281–298.

STATISTICAL ANALYSIS THE NUMBER OF HARES POPULATION IN THE HUNTING GROUNDS OF THE KERCH PENINSULA

A.E. Seutova, master,
alina.seutova@bk.ru
Kerch State Marine Technology University,
L.E Podlipensky, docent,
lida.podlipensky@gmail.com
Donbass State Technical University

In this research we explore a modified method for processing of the results of registration hunting resources. The essence of the method lies in choosing of a distribution law of random variable, excluding of the anomalous values, and the formation of the confidence interval. Forecast of the number of hunting animals, made by the proposed method is the most accurate and reliable.

accounting hunting resources, post-harvest the number of animals, hunting areas, monitoring of hunting resources, run the method, the size and density of populations, statistical processing of accounting data