

УДК [598.321:591.526](470.44-12)

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ УЧЕТА ОХОТНИЧЬИХ ЖИВОТНЫХ НА НЕБОЛЬШИХ ТЕРРИТОРИЯХ

И. А. Кондратенков

*Саратовский филиал Института проблем экологии и эволюции
им А. Н. Северцова РАН*

Россия, 410028, Саратов, Рабочая, 24

E-mail: kondri60@mail.ru

Поступила в редакцию 26.12.16 г.

Вопросы повышения точности учета охотничьих животных на небольших территориях. – Кондратенков И. А. – Рассматривается возможность повышения точности учета охотничьих животных путем замены средних значений различных параметров учета, полученных для небольших территорий на средние значения этих параметров, полученных для территорий большего размера, на примере результатов зимнего маршрутного учета лося *Alces alces* Linnaeus, 1758, проведенного в Саратовской области.

Ключевые слова: совокупность, точность учета, математическое ожидание, суточный наезд, показатель учета ЗМУ.

On increasing the accuracy of hunting animal accounting in small areas. – Kondratenkov I. A. – The possibility of increasing the accuracy of hunting animal accounting by replacing the average values of various accounting parameters obtained for small areas by the average values of the same parameters obtained for larger areas is considered with the results of our winter route account of the moose *Alces alces* Linnaeus, 1758, held in the Saratov region as an example.

Key words: aggregate, accounting accuracy, mathematical expectation, daily traces, winter route account.

DOI: 10.18500/1684-7318-2017-3-275-283

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость учетов животных не вызывает сомнения. Учеты являются мощным средством изучения экологии животных, ибо вся сумма воздействия среды на тот или иной вид и отдельные его популяции прежде всего сказывается на численности особей (Киселев, 1973).

В настоящее время количественный учет является основой для устойчивого использования популяций охотничьих животных, контроля над видами, наносящими ущерб хозяйственной деятельности человека, являющимися носителями опасных для домашних животных и человека заболеваний, а также для охраны редких видов.

Современное законодательство в области охоты и сохранения охотничьих ресурсов предусматривает в рамках осуществления государственного мониторинга определение численности охотничьих животных и их размещения в среде обитания в разрезе охотничьих угодий (охотничьих хозяйств) и иных территорий, явля-

ющихся средой обитания этих животных. Надо отметить, что до выхода закона об охоте (№ 209-ФЗ от 2009 г.) целью учетов охотничьих животных была оценка их численности для больших территорий (Методические рекомендации..., 2009). В новом правовом поле возникла не только необходимость давать оценку численности охотничьих животных в отдельных охотничьих хозяйствах, но и необходимость обеспечить достоверность этой оценки, так как она теперь ложится в основу определения квот добычи охотничьих ресурсов. Этим объясняются предпринятые в последнее время попытки совершенствования методики зимнего маршрутного учета (ЗМУ) и приспособления ее для учета на небольших территориях (Моргунов и др., 2016).

Достоверными принято считать результаты учета, установленные с определенной точностью. В качестве оценки точности учета принимается статистическая ошибка результата учета, которая не должна превышать некоторую установленную или принятую большинством исследователей величину. Одни специалисты указывали, что при проведении учетных работ вполне достаточна относительная статистическая ошибка в 5% (Смирнов, 1969; Приклонский, 1973), другие полагали достаточной относительную статистическую ошибку в 15 процентов (Кузякин и др., 1990). В настоящее время нормативно установлено, что величина относительной статистической ошибки для показателя учета ЗМУ (среднее число пересечений следов зверей, приходящееся на 10 км учетного маршрута) на исследуемой территории не должна превышать 15% (Методические указания..., 2012).

Зимний маршрутный учет, как и все остальные учеты охотничьих животных, основан на наблюдении в природе редких дискретных явлений: пересечении учетным маршрутом следа животного или встречи его самого и т. п., которые принято называть единицами учета. Установлено, что при учете редких дискретных явлений точность полученного результата зависит не от того, какая доля территории охвачена наблюдениями, а лишь от того, какое количество единиц учета было зарегистрировано в ходе учетных работ (Смирнов, 1973). Следовательно, при одинаковой плотности животных для получения результата с одной степенью достоверности надо заложить одинаковое число (протяженность) маршрутов, как для отдельного хозяйства, так и для области в целом (Приклонский, 1973).

Согласно правилам математической статистики величина статистической ошибки, при всех прочих равных условиях, обратно пропорциональна корню квадратному от объема данных учета, т.е. для повышения точности учета в два раза необходимо увеличить объем данных учета, а соответственно и объем затрат на его проведение в четыре раза. Кроме того, на величину статистической ошибки влияет неравномерность распределения животных на обследуемой территории. Чем больше эта неравномерность, тем больше учетного материала следует собрать для получения заданной точности учета. На малых территориях пространственные изменения плотности населения почти такие же, как и на больших территориях, что делает учет на малых территориях трудоемким и весьма затратным (Кузякин, Челинцев, 2015).

Однако именно по пути простого увеличения протяженности учетных маршрутов для повышения статистической достоверности результатов ЗМУ решили

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ УЧЕТА ОХОТНИЧЬИХ ЖИВОТНЫХ

пойти специалисты Охотдепартамента МПР России и Центрохотконтроля, что нашло свое отражение в «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 зимнего маршрутного учета» (2012) и «Методические рекомендации по определению численности копытных, пушных животных и птиц методом зимнего маршрутного учета» (2014).

Но на практике данный механизм не заработал, что и признали разработчики указанных документов (Моргунов и др., 2016). В принципе такого результата и следовало ожидать, есть предельный объем затрат, который может позволить себе конкретный охотпользователь на организацию и проведение учета животных в отдельном хозяйстве. Путь повышения точности учетов на небольших территориях за счет простого увеличения протяженности учетных маршрутов оказался тупиковым, поэтому необходимо рассмотреть другие способы решения этой проблемы.

Например, Н. Г. Челинцев (2000) предлагал для увеличения объемов выборки вытروпленных наследов учитываемых видов животных объединять данные троплений, проводимых на достаточно больших территориях и даже в разные годы, но со сходными условиями внешней среды в период учета (температура, кормность, глубина снежного покрова).

Фактически речь идет о замене параметра учета, определенного по выборке из части некоторой общей совокупности на аналогичный параметр учета, определенный по выборке из всей этой совокупности или, другими словами, о замене частной средней на общую среднюю. Надо отметить, что данный прием широко применяется в практике проведения учетных работ. Так, пересчетные коэффициенты зимнего маршрутного учета, получаемые в целом для субъекта Российской Федерации, используются для определения плотности населения зверей и птиц в отдельных муниципальных районах. В письме Минприроды России (№ 15-29/21135 от 2012 г.), в дальнейшем отозванном, предлагалось усредненный показатель, рассчитанный для исследуемой территории, в качестве которой можно было рассматривать субъект Российской Федерации, группу муниципальных районов, муниципальный район или группу охотничьих угодий, применять для определения численности охотничьих ресурсов для каждого отдельного охотничьего угодья.

Однако во всех вышеуказанных предложениях замены частной средней на общую среднюю отсутствовало теоретическое обоснование возможности такой замены, а также не рассматривалось изменение статистической ошибки общей средней в случае использования ее вместо частной средней. Настоящая статья посвящена решению этих вопросов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Так как данная проблема не освещалась в специальной литературе, посвященной учетам животных, то вначале было разобрано теоретическое обоснование возможности замены частных показателей общими, основанное на широко используемых правилах теории вероятностей и математической статистики (Урбах, 1963;

Колемаев и др., 1991; Венцель, 2003). Затем полученные выводы были применены к результатам зимнего маршрутного учета, проводившегося в Саратовской области.

Рассмотрим некоторую условную популяцию зверей, которая была разделена на k обособленных частей примерно одинаковой численности. Каждая особь в популяции в течение суток оставляет след определенной длины. Длина каждого суточного наследа представляется случайной величиной x . Все суточные наследы, оставляемые всеми особями популяции за определенный период времени, составляют генеральную или общую совокупность, все суточные наследы, оставляемые всеми особями какой-либо части популяции за этот же период времени, составляют частную совокупность. Все совокупности суточных наследов характеризуются математическим ожиданием и дисперсией их длины.

В качестве оценки математических ожиданий длин суточного хода для генеральной совокупности и ее частей используются выборочные средние, для чего из каждой части популяции случайным образом отбирается одинаковое число суточных наследов. По результатам выборки рассчитываются общая выборочная средняя \bar{x} и частные выборочные средние $\tilde{x}_i, i = 1, 2, \dots, k$.

В дальнейшем с целью повышения точности учета выборочная средняя i -той части совокупности была заменена на общую выборочную среднюю. Для определения дисперсии общей средней в отношении i -той части совокупности необходимо найти математическое ожидание квадрата разности между общей средней и математическим ожиданием длины суточного хода для i -той части совокупности

$$D(\bar{x}_i) = M(\bar{x} - M(x_i))^2 = D(\bar{x}) + \Delta_i^2, \quad \Delta_i = M(x_i) - M(x), \quad (1)$$

где $D(\bar{x}_i)$ – дисперсия общей выборочной средней, заменившей собой i -тую частную выборочную среднюю, M – знак математического ожидания, $M(x_i)$ – математическое ожидание длины суточного хода для i -той части совокупности, $D(\bar{x})$ – дисперсия общей выборочной средней, $M(x)$ – математическое ожидание длины суточного хода для всей совокупности.

Как следует из выражения (1), при замене частной средней на общую среднюю возникает ошибка смещения Δ_i , равная разности между математическим ожиданием длины суточного хода для i -той части совокупности и математическим ожиданием длины суточного хода для всей совокупности.

Целесообразность такой замены определяется неравенством

$$\frac{D(\bar{x}_i)}{M^2(x)} < \frac{D(\tilde{x}_i)}{M^2(x_i)}, \quad (2)$$

где $D(\tilde{x}_i)$ – дисперсия выборочной средней i -той части совокупности.

Другими словами, замена частной средней на общую среднюю целесообразна тогда, когда относительная дисперсия общей средней, заменившей частную среднюю, будет меньше, чем относительная дисперсия частной средней. Интуитивно понятно, что указанная замена будет эффективна, если математические ожидания длины суточного хода для общей совокупности и ее части будут достаточно близки друг к другу.

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ УЧЕТА ОХОТНИЧЬИХ ЖИВОТНЫХ

Заменяя математические ожидания и дисперсии их выборочными оценками, имеем:

$$V(\bar{x}_i) = V(\bar{x}) + a_i^2, \quad a_i = \tilde{x}_i - \bar{x}, \quad (3)$$

$$\frac{V(\bar{x}_i)}{\bar{x}^2} < \frac{V(\tilde{x}_i)}{\tilde{x}_i^2}, \quad (4)$$

где $V(\bar{x}_i)$ – выборочная дисперсия общей средней, заменившей собой i -тую частную среднюю; $V(\bar{x})$ – выборочная дисперсия средней длины суточного хода для всей совокупности; $V(\tilde{x}_i)$ – выборочная дисперсия средней длины суточного хода для i -той части совокупности.

Если заменить все частные выборочные средние на общую выборочную среднюю, то выражение (4) примет следующий вид:

$$\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k V(\bar{x}_i) = V(\bar{x}) + \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k a_i^2. \quad (5)$$

Целесообразность замены в этом случае будет определяться из следующего неравенства:

$$\sum_{i=1}^k \frac{V(\bar{x}_i)}{\bar{x}^2} < \sum_{i=1}^k \frac{V(\tilde{x}_i)}{\tilde{x}_i^2}. \quad (6)$$

Если неравенство (6) не будет выполняться, то обработка результатов учета для каждой части популяции по отдельности даст более точный результат.

Рассмотрим ситуацию, когда из каждой части совокупности будет отобран только один суточный наслед, в этом случае выборочная дисперсия общей средней будет равна

$$V(\bar{x}) = \frac{1}{k(k-1)} \sum_{i=1}^k a_i^2. \quad (7)$$

Подставляя данное значение в выражение (5), получаем:

$$\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k V(\bar{x}_i) = \frac{1}{(k-1)} \sum_{i=1}^k a_i^2 = V(x), \quad (8)$$

где $V(x)$ – общая выборочная дисперсия случайной величины x .

Таким образом, средняя величина выборочных дисперсий общей средней, заменившей собой единичные выборочные наблюдения для всех частей совокупности, будет равна общей выборочной дисперсии случайной величины x .

Полученные выше теоретические выводы были использованы для анализа практических результатов зимнего маршрутного учета, проводившегося на территории Саратовской области. Проверялась эффективность замены годовых средних значений длин суточного хода лося (*A. alces*) на среднюю многолетнюю оценку такой длины, а также эффективность замены показателей учета ЗМУ, полученных для отдельных хозяйств, на среднюю оценку такого показателя для группы хозяйств.

При расчете средних и их дисперсий не учитывались способы троплений суточных наследов лося (*A. alces*), а также изменение его численности за соответствующий период времени.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Всего за период с 2008 по 2012 г. на территории Саратовской области проведено 55 троплений суточных наследов лося (*A. alces*), данные по которым были приняты к обработке.

Средняя за пять лет длина суточного хода (общая средняя) лося (*A. alces*) составила 2582 м с относительной статистической ошибкой 9.0%. Результаты замены ею частных средних, рассчитанных отдельно для каждого года, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты замены средних длин суточного хода лося (*A. alces*), рассчитанных для отдельных лет, средней многолетней длиной такого хода

Год	Средняя длина суточного хода, м	Относительная дисперсия средней годовой длины суточного хода	Относительная дисперсия средней многолетней длины суточного хода, заменившей годовую	Наименьшая из двух относительных дисперсий
2008	2401	0.0826	0.0129	0.0129
2009	3026	0.0182	0.0376	0.0182
2010	2613	0.0443	0.0082	0.0082
2011	2610	0.0448	0.0081	0.0081
2012	2259	0.0171	0.0237	0.0171
Сумма	–	0.2070	0.0905	0.0645
Средний размер относительной статистической ошибки, %		20.3	13.5	11.4

Итоговая сумма по колонке 4 указанной таблицы меньше, чем итоговая сумма по колонке 3, это говорит о том, что произведенная замена в целом целесообразна. Однако сравнение эффективности замены отдельно по каждому году показывает, что для 2009 и 2012 гг. более предпочтительным было бы использование средних размеров суточных наследов, рассчитанных для этих лет.

Если в 2009 и 2012 гг. замену не производить, то будет получен наилучший результат, о чем говорит итоговая сумма в колонке 5 табл. 1. Более наглядно это видно на примере средних размеров относительных статистических ошибок, представленных в нижней строке указанной таблицы. Как видим, в случае замены всех частных средних точность учета увеличивается в среднем для всего рассматриваемого периода времени на 33%, а в случае их выборочной замены – на 44%.

Здесь следует отметить одно ограничение, которое соблюдалось в вышеприведенных и последующих расчетах. Первоначально рассчитанная общая средняя не должна меняться после проведенных замен. Это автоматически достигалось при замене общей средней всех частных средних. Однако при выборочной замене возникла необходимость в проведении корректировки полученных результатов, которая заключалась в пропорциональном увеличении или уменьшении их таким образом, чтобы вновь рассчитанная общая средняя равнялась своему первоначальному значению. Соответственно дисперсии частных средних или заменивших их общих средних умножались на квадрат коэффициента пропорциональности, применявшегося к этим средним.

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ УЧЕТА ОХОТНИЧЬИХ ЖИВОТНЫХ

Рассмотрим другой пример. Результаты учета пересечений следов лосей (*A. alces*) на маршрутах в лесных угодьях выделенной группы охотничьих хозяйств Лысогорского района в 2016 г. представлены в табл. 2. Средневзвешенный по площади лесных угодий показатель учета лося (*A. alces*) для этой группы хозяйств составил 11.3 пересечения на 10 км маршрута, его относительная статистическая ошибка – 16.0%. Здесь пришлось учитывать различия в площади лесных угодий для отдельных хозяйств, поэтому в качестве критерия эффективности замены взята не сумма относительных дисперсий, а средняя из них, взвешенная по площадям лесных угодий отдельных хозяйств.

Сравнение значения средневзвешенной относительной дисперсии по колонке 4 табл. 2 со значением средневзвешенной относительной дисперсией по колонке 3 показывает, что замена показателей учета, полученных для отдельных охотничьих хозяйств, средневзвешенным показателем для всей группы в целом неэффективна. Точность учета в среднем снижается на 10%. В то же время для таких хозяйств, как «Возрождение», «Лесное», «Луч», «Сокино», «Чадаевское» и «Ястреб» данная замена была бы предпочтительна. Как и для предыдущего случая, наилучший результат достигается при рассмотрении целесообразности такой замены отдельно для каждого хозяйства, о чем говорит значение средневзвешенной относительной дисперсии по колонке 5 табл. 2, в этом случае точность учета в среднем увеличивается на 30%.

Таблица 2

Результаты замены показателя учета (ПУ) следов лося (*A. alces*), рассчитанного для отдельных хозяйств, показателем учета, рассчитанным для группы хозяйств

Наименование охотничьего хозяйства	ПУ для лесных угодий, след/10 км	Относительная дисперсия ПУ для отдельных хозяйств	Относительная дисперсия среднего для группы ПУ, заменившего ПУ отдельных хозяйств	Наименьшая из двух относительных дисперсий
Белое Озеро	14.8	0.07614	0.11803	0.07614
Возрождение	16.7	0.26553	0.25011	0.25011
Лесное	9.5	0.33050	0.05170	0.05170
Луч	2.3	1.57056	0.65593	0.65593
Лысогорское	5.0	0.26408	0.33285	0.26408
Сокино	12.4	0.30219	0.03430	0.03430
Чадаевское	12.7	0.06270	0.04062	0.04062
Чунаки	28.9	0.08765	2.43885	0.08765
Ястреб	7.9	0.28481	0.11803	0.11803
Средняя взвешенная	11.3	0.28646	0.34687	0.13917
Средний размер относительной ста- тошибки, %		53.5	58.9	37.3

Примечание. При расчете относительной дисперсии показателя учета ЗМУ для отдельных хозяйств учитывалась не только вариация его значений между различными учетными маршрутами, проложенными в этих хозяйствах, но и вариация значений этого показателя в пределах отдельных маршрутов.

Целесообразность рассмотренной выше замены проверялась на результатах учетов для других групп хозяйств. В большинстве рассмотренных нами случаев

такая замена оказалась в целом неэффективной, однако всегда находилось несколько хозяйств, для которых она была предпочтительной.

В табл. 2 обращают на себя внимание данные учета по хозяйству «Луч», показатель учета для этого хозяйства значительно отличается от средневзвешенного показателя учета для всей группы хозяйств. Однако из-за большой относительной дисперсии, обусловленной единичным пересечением всеми маршрутами суточного следа одного лося (*A. alces*), замена показателя учета для указанного хозяйства на средневзвешенный показатель учета для всей группы хозяйств оказалась эффективной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резюмируя все вышеизложенное, можно сделать следующие выводы:

целесообразность замены средних значений различных параметров учета, полученных для небольших территорий, на средние значения этих параметров, полученных для территорий большего размера, будет зависеть от близости средних значений учитываемого параметра для указанных территорий, соотношения вариаций значений учитываемого параметра внутри небольших территорий и между ними, а также объема выборки единиц учета;

чем меньше различия между общей и частными выборочными средними и чем меньше межгрупповая вариация оцениваемого параметра учета по сравнению, его вариацией внутри выделенных групп, тем выше вероятность того, что замена всех частных выборочных средних на общую выборочную среднюю будет эффективной;

замена одиночных выборочных значений на общую выборочную среднюю всегда эффективна;

наилучшие результаты по повышению точности учета достигаются тогда, когда целесообразность вышеуказанной замены будет определяться отдельно для каждой небольшой территории.

Таким образом, если по объективным причинам дальнейшее увеличение объемов учетных работ в отдельном охотничьем хозяйстве неприемлемо, то можно рассмотреть возможность повышения точности учета за счет замены параметров учета, полученных для этого хозяйства, на соответствующие параметры учета, полученные для территорий большего размера (муниципального района, группы охотничьих хозяйств).

Значительное отличие частной средней от общей может быть обусловлено наличием существенных факторов, отличающих данную часть общей совокупности от других ее частей. Однако при небольшом объеме выборочных данных такое отклонение может быть определено и случайными причинами, в результате чего сама частная средняя может значительно отличаться от своего математического ожидания. То же самое может быть обусловлено и субъективными ошибками, допущенными в ходе учета. Поэтому если результаты учета на какой-либо части общей совокупности вызывают сомнения, то частную среднюю следует заменить на общую среднюю даже при отрицательных значениях параметра эффективности такой замены или использовать последнюю для сглаживания такой частной средней.

Указанный подход повышения точности учета на небольших территориях может быть применен не только к зимнему маршрутному учету, но и к другим

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ УЧЕТА ОХОТНИЧЬИХ ЖИВОТНЫХ

учетам охотничьих животных, а также к учетам, проводимым в рамках различных зоологических или биологических исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Венцель Е. С. Теория вероятностей : учебник для студентов вузов. 9-е изд., стер. М. : Изд. центр «Академия», 2003. 576 с.

Киселев Ю. Н. Роль учетов в охотничьем хозяйстве // Тр. Окского гос. заповедника. Вып. 9. Методы учета охотничьих животных в лесной зоне. Рязань : Московский рабочий. Рязан. отд-ние, 1973. С. 5 – 9.

Колемаев В. А., Староверов О. В., Турундаевский В. Б. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для экон. спец. вузов. М. : Высш. шк., 1991. 400 с.

Кузякин В. А., Ломанов И. К., Челинцев Н. Г. Нормативы объемов работ и затрат на проведение зимнего маршрутного учета в РСФСР / ЦНИЛ Главохоты РСФСР. М., 1990. 11 с.

Кузякин В. А., Челинцев Н. Г. Новую методику ЗМУ – отменить // Рос. охотничья газ. 2015. № 16. С. 4 – 5.

Методические рекомендации по организации, проведению и обработке данных зимнего маршрутного учета охотничьих животных в России (с алгоритмами расчета численности). М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 56 с.

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 зимнего маршрутного учета. Приложение к приказу Минприроды России от 11.01.2012 г. № 1. М., 2012. 18 с.

Методические рекомендации по определению численности копытных, пушных животных и птиц методом зимнего маршрутного учета. Приложение 1 к приказу ФГБУ «Центрохотконтроль» от 13.11.2014 г. № 58. М., 2014. 18 с.

Моргунов Н. А., Ломанова Н. В., Сицко А. А. В чем виноват ЗМУ // Рос. охотничья газ. 2016. № 20. С. 4.

Приклонский С. Г. Зимний маршрутный учет охотничьих животных // Тр. Окского гос. заповедника. Вып. 9. Методы учета охотничьих животных в лесной зоне. Рязань : Московский рабочий. Рязанское отд-ние, 1973. С. 35 – 50.

Смирнов В. С. Оценка достоверности учетных данных при учете численности животных на больших площадях // Учеты охотничьих животных на больших площадях : материалы к III Всесоюз. совещ. / отв. ред. С. Г. Приклонский / Гл. упр. по охране природы, заповедникам и охотничьему хоз-ву Мин-ва сельск. хоз-ва СССР. Пушино-на-Оке, 1969. С. 3 – 9.

Смирнов В. С. Математические предпосылки учета численности охотничьих животных // Тр. Окского гос. заповедника. Вып. 9. Методы учета охотничьих животных в лесной зоне. Рязань : Московский рабочий. Рязан. отд-ние, 1973. С. 13 – 29.

Урбах В. Ю. Математическая статистика для биологов и медиков: М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1963. 322 с.

Челинцев Н. Г. Математические основы учета животных / ГУ Центрохотконтроль. М., 2000. 432 с.