

## ОХОТОВЕДЕНИЕ

УДК 639:639.111.16

doi: 10.30766/2072-9081.2018.63.2.85-89

### Уменьшение норматива длины учетного маршрута с помощью двойного расслоения выборки

**В.М. Глушков**

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова», г. Киров, Российская Федерация*

*На двух территориях, отличающихся по площади угодий и уровню линейной плотности популяции лося, произведен учет численности диких животных по следам на маршрутах. Данные учета регистрировали и обрабатывали двумя методами: традиционным – зимний маршрутный учет (ЗМУ), с группировкой выборки по категориям угодий (лес, поле, болото), и новым – с группировкой отрезков маршрута по уровню линейной плотности (наследов/1 км маршрута) отдельно по каждой страте. Стратификация и расслоение выборки в страте на отрезки маршрута с различной линейной плотностью выполняют функцию двукратного расслоения выборки маршрутного учета по следам. Обработка данных по новой методике выполнена на специальной ПЭВМ, вычисляющей, кроме прочего, оценку численности по слоям, стратам, территории в целом и величину стандартной ошибки (SE) оценки численности N. На территории №1 линейная плотность населения лося была 0,774 наследов/1 км маршрута, исходный норматив длины маршрута – 1,82 км/тыс. га, SE (ЗМУ) – 17,2%; SE (нового метода) – 6,0%, кратность снижения SE = 2,87 раза. При сокращении норматива в страте минимальной плотности на 75% общий норматив – 1,22 км, SE = 8,4%. При сокращении во всех стратах на 50% (общий норматив 0,92 км) результат оказался отрицательным (SE = 11,3%). Оптимальный общий норматив 1,0 км/тыс. га, при нормативе в страте минимальной плотности 0,6 км/тыс. га. Ожидаемое значение SE = 8,5-9,9%. На территории №2 линейная плотность населения лося составила 2,03 наследов/1 км маршрута, исходный норматив длины маршрута 1,09 км/тыс. га, SE (ЗМУ) = 11,2%; SE (нового метода) = 4,4%, кратность снижения SE = 2,55 раза. При сокращении норматива в страте минимальной плотности на 75% – сниженный норматив 0,94 км, SE = 7,0%. При сокращении во всех стратах на 50% общий норматив был 0,56 км, SE = 9,5%. Оптимальный плановый норматив по выборке 0,6 км/тыс. га территории, при нормативе в страте с минимальной плотностью 0,3 км/тыс. га. Ожидаемое значение SE ≤ 9,5% значения оценки численности N. Доля снижения норматива длины маршрута на обеих территориях одинакова и равна 45%.*

**Ключевые слова:** выборка, двукратное расслоение, стандартная ошибка, снижение норматива длины учетного маршрута

В деле учета численности охотничьих животных на больших территориях, как и в большинстве других работ, связанных с выборочными исследованиями, основную проблему создает неоднородность распределения исследуемого показателя, увеличивающая дисперсию его среднего выборочного значения и величину стандартной ошибки результирующей оценки [1]. Увеличение объема выборки, к которому обычно прибегают на практике с целью снижения ошибки, малоэффективно или неприемлемо по экономическим соображениям. При определении численности диких животных по следам на маршруте (ЗМУ: [2, 3]) неравномерное распределение популяции неизбежно приводит к увеличению общей протяженности маршрута и затрат, поскольку группировка выборки по категориям угодий (лес, поле, болото) не выполняет функции снижения величины вариации выборочного показателя в категориях [4], придавая данному методу статус *простого случайного отбора*. Большие затраты и ошибки оценки численности не удовлетворяют запросы практики и побуждают к отказу от маршрутного метода [5], или поиску более эффективных спо-

собов группировки маршрутной выборки (Леонтьев Д.Ф. О недостатках метода ЗМУ. Интернет-обсуждение. <http://rors.ru/new/ob-expertn...tnogo-ucheta-2/>). Применению метода пробных площадок, размещенных на участках с различной плотностью популяции, снижающего дисперсию выборочного показателя до 30-50% [6], препятствует его большая трудоемкость. При однократном расслоении выборки учета лося и зайца-беляка на группы отрезков маршрута с различным уровнем линейной плотности получено уменьшение (на 28,3-29,0% по сравнению с методом ЗМУ) ошибки выборочной средней, но по-прежнему с высоким значением стандартной ошибки оценки численности  $SE = 17-20\%$  [7, 8], что предполагает необходимость применения 2-го этапа расслоения, снижающего дисперсию в слоях в пределах групп [9].

**Цель исследования** – разработать технологию 2-этапной группировки выборочных данных маршрутного учета, обеспечивающую максимально сниженные нормативы длины учетного маршрута и получение оценок численности с ошибкой  $\leq 10\%$ .

**Материал и методы.** В поисковом исследовании способа снижения ошибки использованы функциональные возможности программы обработки данных маршрутного учета [10], позволяющей в экспериментальном режиме двухэтапного расслоения учетной выборки определять численность и величину ошибки при имитации последовательного снижения норматива длины маршрутов на участках с различной плотностью популяций. Для получения фактических данных в период с 15 января по 30 марта 2017 г. проведены маршрутные учеты зверей на территории двух охотничих хозяйств: НООХ ВНИИОЗ (центральный участок хозяйства, Кировская обл.) – территория №1 и ГООХ «Медведица» (Тверская обл.) – территория №2.

Для получения сравнительных оценок использованы параметры категорий угодий: лес, болото, поле (протяженность маршрутов и площадь) и видовые пересчетные коэффициенты, с одной стороны, и файлы данных регистрации следов в стратах, выделенных по данным предыдущих учетов, с другой.

**Метод двойной стратификации выборки.** Учеты проведены на отдельных коротких (около 10 км) маршрутах, проложенных на системно выбранных участках (стратах). Такой способ территориальной группировки выборки по уровню плотности популяции в отечественном охотоведении принято называть термином «стратификация» (от английского слова *stratified* – расслоенный), тогда как дополнительный способ группировки данных учета животных по статистическим показателям, названный нами «расслоением» [7], охотникам не известен. Стратификация функционально ограничена, т.к. участки определяются приблизительно и только по одному – главному виду животных (в данной работе по лосю). Статистический метод расслоения выборки делит маршрут в страте на отрезки с отличающимся уровнем плотности для каждого учтенного вида животных, т.е. выполняет функцию универсального способа снижения дисперсии выборочного показателя. Двукратная стратификация или двукратное расслоение (что одно и то же) увеличивает дифференцировку отрезков маршрута по плотности, уточняет площадь экстраполяции по каждому слою как долю площади страты, а не общей площади территории, что повышает точность оценки численности в слоях. Точность оценки численности возрастает, поскольку она становится функцией изменчивости исследуемого показателя в стратах, а не на всей территории. Дифференцированный отбор площадей экстра-

поляции с поэтапным расчетом численности в слоях каждой страты, по стратам и в целом по территории обеспечивает уточнение оценки численности. Принимая во внимание имеющиеся подтверждения того, что сокращение норматива в страте с минимальной плотностью будет оказывать наименьшее влияние на качество оценки численности [6], правомерно ожидать, что снижение норматива длины учетных маршрутов при 2-этапном расслоении выборки на величину снижения стандартной ошибки сохранит значение величины стандартной ошибки, близким к исходному уровню. Для проверки этого предположения в данной работе произведено поэтапное снижение длины маршрута на 50 и 75%, первоначально только в страте минимальной плотности, а затем и во всех стратах.

**Результаты и их обсуждение.** Расчетная величина полученных значений оценок численности и стандартной ошибки при уменьшенной величине общего норматива длины дана в таблице 1.

Расчеты показали, что снижение норматива длины за счет уменьшения маршрута в стратах с минимальной плотностью до 75% не приводит к деструктивному отклонению оценки численности и незначительно (до 7-8,4%) увеличивает значение стандартной ошибки, т.е. сохраняет ее в пределах 10-процентного уровня. Сравнение показало, что одна и та же норма снижения (75%) уменьшает величину общего норматива для территории НООХ ВНИИОЗ на 33%, а ГООХ «Медведица» на 14%, что связано с различной долей площади и длины маршрутов в страте минимальной плотности. Следует вывод, что на территориях с низкой плотностью популяций возможности для снижения норматива могут быть значительно выше, чем в угодьях с высокой плотностью.

На втором этапе эксперимента (табл. 2) уменьшение длины маршрутов проведено во всех стратах, независимо от уровня плотности. На территории №1 с линейной плотностью популяции лося, равной 0,774 наследа/1 км маршрута, снижение длины маршрута на половину – до 0,92 км/тыс. га территории привело к уменьшению численности с 299 до 180 особей (на 40,0%) и увеличению стандартной ошибки с 5,9 до 11,3%, т.е. почти вдвое. Снижение норматива длины до уровня 0,5 км/тыс. га территории еще больше увеличило отклонение численности от исходного значения и почти в 3,5 раза повысило значение стандартной ошибки, что показало непригодность большого снижения норматива длины во всех стратах, когда линейная плотность популяции относи-

тельно не высока и не превышает 0,774 наследа/1 км маршрута. На территории №2 с более высокой линейной плотностью популяции лоси (2,03 наследа/1 км маршрута) снижение норматива общей длины маршрутов на 50% (до 0,56 км/тыс. га) не привело к негативному результату. Оценка численности отклонилась на 1,4% от исходной величины, значение стан-

дартной ошибки возросло до 9,5%, т.е. осталось в пределах установленного 10-процентного уровня. Однако продолжение снижения длины маршрутов до 75% от исходного значения (до 0,26 км/тыс. га) привело к резкому (на 36%) отклонению численности и почти двукратному увеличению стандартной ошибки – с 9,5 до 16,9%, (табл. 2).

Таблица 1

**Изменения оценки численности лося и стандартной ошибки при снижении норматива длины маршрутов в страте низкой плотности**

Показатель	Территория №1: площадь 34,1 тыс. га (в. 3 км)*			Территория №2: площадь 91,92 тыс. га (в. 4 км)*			
	исходные данные	снижение длины маршрута в страте низкой плотности		исходные данные	снижение длины маршрута в страте низкой плотности		
		-50%	-75%		-50%	-75%	
Общая длина маршрута в выборке	км	62	48,5	41,5	100,5	94	86
	%	100	78,2	66,9	100	93,5	81,9
Общий норматив длины в выборке	км/тыс. га	1,82	1,42	1,22	1,09	1,02	0,94
	%	100	78,0	67,0	100	93,6	86,23
Общая численность на обследуемой территории	особи	299	328	302	2532	2582	2663
	%	100	109,69	101,0	100	97,47	96,80
Стандартная ошибка	%	6,0	5,9	8,4	6,3	6,4	7,0
Средняя линейная плотность	наследов/ 1 км	0,774	0,948	1,084	2,03	2,31	2,46

\*(в. 3 км) и (в. 4 км) – варианты метода статистического расслоения выборки в страте

Таблица 2

**Изменения оценки численности лося и стандартной ошибки при уменьшении норматива длины маршрутов по всей выборке на 50 и 75%**

Показатель	Территория №1: площадь 34,1 тыс. га (в. 3 км)			Территория №2: площадь 91,92 тыс. га (в. 4 км)			
	исходные данные	снижение длины маршрута по всем стратам**		исходные данные	снижение длины маршрута по всем стратам**		
		-50%	-75%		-50%	-75%	
Общая длина маршрута в выборке	км	62	31,5	17	100,5	51,5	24
	%	100	50,8	27,4	100	51,2	23,9
Общий норматив длины в выборке	км/тыс. га	1,82	0,92	0,5	1,09	0,56	0,26
	%	100	50,5	27,5	100	51,4	23,8
Общая численность на обследуемой территории	особи	299	180	217	2532	2568	3445
	%	100	60,1	72,6	100	101,4	136,1
Стандартная ошибка	%	5,9	11,3	19,6	6,3	9,5	16,9
Средняя линейная плотность	наследов/ 1 км	0,774	0,507	0,529	2,03	1,83	2,54

\*\*выделены неприемлемые варианты общего снижения норматива длины маршрутов

В целом, материалы эксперимента показали, что метод двукратного расслоения выборки создает предпосылки для значительного снижения норматива длины учетного маршрута. На

территориях с невысокой линейной плотностью популяций (№1) возможностей для снижения норматива длины маршрутов относительно меньше, чем на территориях с более высокой плот-

стью (№2). Полученные данные позволяют дать следующие рекомендации по нормированию общей длины учетного маршрута при группировке выборки методом двукратного расслоения:

1. На территориях со средней линейной плотностью популяции ниже 1 наследа/1 км маршрута минимальный норматив длины маршрута по выборке не должен быть ниже 1,0 км/тыс. га территории при нормативе в страте минимальной плотности около 0,6 км/тыс. га территории этой страты. Рекомендованный норматив обеспечит величину значения стандартной ошибки  $SE = 8-10\%$  величины расчетной численности  $N$ .

2. На территориях с высокой средней линейной плотностью популяции более 1-2 наследов/1 км маршрута, минимально допустимый норматив длины по выборке равен 0,6 км/тыс. га территории при нормативе в страте с минимальной плотностью 0,3 км/тыс. га. Это обеспечит величину значения стандартной ошибки  $SE \leq 9,5\%$   $N$ . В целом величина снижения норматива длины для получения  $SE \leq 10\%$  составила 45%. Вероятны незначительные колебания общего по выборке норматива и величины стандартной ошибки, связанные с не определенной долей площади страт с минимальной плотностью. Поскольку линейная плотность большинства видов охотничьих животных, от которой, главным образом, зависит оценка численности и значение стандартной ошибки, больше или равна линейной плотности популяций лося, допустимо выводы по оптимальному нормативу длины для лося распространить на все виды и применять в целом по новому методу двукратного расслоения.

**Заключение.** Метод двукратного расслоения выборки данных учета диких животных по следам на маршрутах позволяет до 45% снизить норматив общей длины маршрутов, не превышая значение стандартной ошибки  $>10\%$ . Полученные значения нормативов имеют предварительный характер и не могут служить в качестве эталонов. Расчеты показывают диапазон и технологию снижения норматива, а также способы конкретизации нормативов длины по результатам стратификации территории. Поскольку второй этап расслоения выборки в стратах – на отрезки различной линейной плотности производится программой обработки в автоматическом режиме, для достижения полного снижения норматива требуется до начала учетных работ разбить территорию на участки

#### **Сведения об авторах:**

Глушков Владимир Михайлович, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова», ул. Преображенская, 79, Киров, Российская Федерация, 610000, e-mail: v.m.glushkov@yandex.ru

(страты), с отличающимся уровнем плотности основного, для данной территории, вида животных, определить площадь страт, спроектировать и привязать к местности маршруты с протяженностью, соответствующей категории плотности и площади каждой страты. Значимость экономической эффективности предлагаемого метода трудно переоценить, поскольку за процентами стоят десятки, сотни и тысячи (в масштабах регионов) километров маршрутов, вычтенных из общего объема учетных работ.

#### **Список литературы**

1. Кокрен У. Методы выборочного исследования. М., 1976. 440 с.
2. Методические рекомендации по организации, проведению и обработке данных зимнего маршрутного учета охотничьих животных в России. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 55 с.
3. Методические рекомендации по организации, проведению и обработке данных зимнего маршрутного учета охотничьих животных в России. М.: ФГНУ «Центрохотконтроль», 2012. 50 с.
4. Глушков В.М., Панкратов А.П., Сергеев А.А., Тужаров Е.С. Апробация новых методов обработки данных маршрутных учетов охотничьих животных // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: Мат. международной научно-практической конференции, Киров, 22-25 мая 2017 г. Киров: ВНИИОЗ им. Б.М. Житкова, 2017. С. 30-38.
5. Наумов П.П. Новая методика транссектного учета охотничьих животных // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: Мат. международной научно-практической конференции, Киров, 22-25 мая 2017 г. Киров: ВНИИОЗ им. Б.М. Житкова, 2017. С. 76-78.
6. Коли Г. Анализ популяций позвоночных. М.: Изд-во Мир, 1979. 362 с.
7. Глушков В.М. Расслоение выборочных данных учета численности диких животных по линейной плотности // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: мат. XIV Всероссийской научно-практической конференции, 6-8 декабря 2016 г. Кн. 2. Киров, 2016. С. 257-261.
8. Глушков В.М. О внедрении новой системы мониторинга и квотирования в практику государственного мониторинга // Теоретическая и прикладная экология. 2016. № 1. С. 73-81.
9. Cochran W. G. Sampling techniques. Second edition: JOHN WILEY & SONS, INC. NEW YORK-LONDON, 1963. 413 p.
10. Глушков В.М., Росляков В.В. «Программа обработки данных учета охотничьих животных»: свидетельство № 2016614970 Рос. Федерация. №2016610572; заявл.11.01.2016; опубл. 20.06.2016. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 12 мая 2016 г.

**The reduction of the standard of census route length using double lamination of sample****V.M. Glushkov***Professor Zhitkov Federal State Budgetary Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, Kirov, Russian Federation*

On 2 territories, different in areas and levels of linear density populations of moose, the number of wild animals by the trails on the route was counted. Census data were recorded and processed by two methods: traditional – winter route census (WRC) with grouping of sample by category of land (forest, field, swamp), and the new one with grouping of segments of the route according to the level of linear density (trace / 1 km of route), separately for each stratum. Stratification and lamination of the sample within the strata on sections of the route with different linear density function as a two-fold lamination of the sample route by the tracks. The processing of data using the new methodology was performed on a special PC that calculates, among other things, evaluation of the number according to the layers, strata, territories in total and the value of the standard error (SE) of the number estimate N. On site No. 1 the linear density of moose population was 0.774 trace/ 1 km of the route, the original standard of route length was 1.82 km/1 thousand ha, SE (WRC) - 17.2%; SE (new method) - 6.0 %, the rate of decline SE =2.87 times. When the reduction ratio in the minimum density stratum equals 75%, total ratio 1.22 km, SE = 8.4%. When cut across all strata of 50% (total ratio 0.92 km) the result is negative (SE = 11.3%). The optimal total ratio is 1.0 km/ 1 thousand hectares, while the norm in the minimum density strata is 0.6 km / 1 thousand ha. Expected value of SE = 8.5 - 9.9 %. On site No. 2 the linear density of moose population is 2.03 trace / 1 km of the route, the original standard of path length is 1.09 km/1 thousand ha, SE (WRC) = 11.2%; SE (new method) = 4.4%, and the rate of decline SE=2.55 times. When the ratio in the minimum density stratum reduced by 75%, reduced ratio was 0.94 km, SE = 7.0%. When cut across all strata of 50% - total ratio = 0,56 km, SE = 9.5%. Optimal planning standard in the sample is 0.6 km / 1 thousand hectares, while the norm in the strata with a minimum density is 0.3 km / thousand ha. Expected value SE  $\leq$  9.5 % N. Percentage of reduction of the route length standard in both areas is the same and equals to 45%.

**Key words:** sampling, double lamination, standard error, reduction of the standard of census route length

**References**

1. Kokren U. *Metody vyborochnogo issledovaniya*. [Sampling Techniques]. Moscow, 1976. 440 p.
2. *Metodicheskie rekomendatsii po organizatsii, provedeniyu i obrabotke dannykh zimnego marshrutnogo ucheta okhotnich'ikh zhivotnykh v Rossii*. [Methodical recommendations on the organization, conduct and processing of the winter route census of game animals in Russia]. Moscow: FGNU «Rosinformagrotekh», 2009. 55 p.
3. *Metodicheskie rekomendatsii po organizatsii, provedeniyu i obrabotke dannykh zimnego marshrutnogo ucheta okhotnich'ikh zhivotnykh v Rossii*. [Methodical recommendations on the organization, conduct and processing of the winter route census of game animals in Russia]. Moscow: FGNU «Tsentrkhotkontrol'», 2012. 50 p.
4. Glushkov V.M., Pankratov A.P., Sergeev A.A., Tuzharov E.S. *Aprobatsiya novykh metodov obrabotki dannykh marshrutnykh uchetov okhotnich'ikh zhivotnykh*. [Testing of new methods of processing of game animals route census data]. *Sovremennye problemy prirodopol'zovaniya, okhotovedeniya i zverovodstva: Mat. mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, Kirov, 22-25 maya 2017 g. [Current problems of nature management, hunting and fur farming: Materials of International scientific and practical Conference, Kirov, Russia, May 22-25, 2017]. Kirov: VNIOZ im. B.M. Zhitkova, 2017. pp. 30-38.
5. Naumov P.P. *Novaya metodika transsektного ucheta okhotnich'ikh zhivotnykh*. [New methodology for transect survey of hunting animals]. *Sovremennye problemy prirodopol'zovaniya, okhotovedeniya i zverovodstva: Mat. mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, Kirov, 22-25 maya 2017 g. [Current problems of nature management, hunting and fur farming: Materials of International scientific and practical Conference, Kirov, Russia, May 22-25, 2017]. Kirov: VNIOZ im. B.M. Zhitkova, 2017. pp. 30-38.
6. Koli G. *Analiz populyatsiy pozvonochnykh*. [Analysis of vertebrate populations]. Moscow: Izd. Mir, 1979. 362 p.
7. Glushkov V.M. *Rassloenie vyborochnykh dannykh ucheta chislennosti dikikh zhivotnykh po lineynoy plotnosti*. [The stratification of the sample data based on the number of wild animals on the linear density]. *Biodiagnostika sostoyaniya prirodnnykh i prirodno-tehnogennykh sistem: mat. XIV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, 6-8 dekabrya 2016 g. [Biodiagnostics of natural and natural-technogenic systems: proceedings of XIV All-Russian scientific and practical Conference, 6-8 December 2016]. Book. 2. Kirov, 2016. pp. 257-261.
8. Glushkov V.M. *O vnedrenii novoy sistemy monitoringa i kvotirovaniya v praktiku gosudarstvennogo monitoringa*. [On the introduction of new system of monitoring and quota arrangement into the practice of state monitoring]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2016. no. 1. pp. 73-81.
9. Cochran W. G. Sampling techniques. Second edition: JOHN WILEY & SONS, INC. NEW YORK-LONDON, 1963. 413 p.
10. Glushkov V.M., Roslyakov V.V. *Programma obrabotki dannykh ucheta okhotnich'ikh zhivotnykh: svidetel'stvo № 2016614970 Ros. Federatsiya*. [The program of processing the hunting animals accounting data: certificate of state registration of computer programs RF]. №2016610572. 2016 g.

**Information about the authors:**

V.M. Glushkov, leading researcher, e-mail: v.m.glushkov@yandex.ru, Professor Zhitkov Federal State Budgetary Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, 79, Preobrazhenskaya St., Kirov, Russian Federation, 610000, e-mail: vniioz43@mail.ru