

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 576.895.775 : 599.322.2 : 519.24

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ ВЫБОРКИ
ПРИ УЧЕТЕ БЛОХ МАЛОГО СУСЛИКА (SIPHONAPTERA)

С. А. Мялковская, К. А. Бреев

Кизлярское отделение Дагестанской противочумной станции, Зоологический институт
АН СССР, Ленинград

Характер распределения блох *Neopsylla setosa* и *Ceratophyllus tesquorum* на малых сусликах соответствует модели негативного биномиального распределения. Связь между изменениями экспоненты K и экстенсивностью представляет собой регрессию и аналогична для обоих видов блох. Объем выборки можно определить по формуле

$$N = \frac{1}{D^2} \left(\frac{1}{M} + \frac{1}{K} \right).$$

Необходимость статистического обоснования количественных учетов животных не вызывает сомнений. Разрабатывались различные подходы к этому вопросу (Макфедьен, 1965; Новокрещенова, 1965; Бреев, 1968, 1971; Семевский, 1972; Солдаткин, 1972; Кеннеди, 1978, и многие другие). В конечном счете задача сводится к определению трех характеристик случайной величины: математического ожидания, дисперсии и характера распределения, т. е. вероятности появления каждого значения (Бреев, 1976). В качестве случайной величины выступает результат отдельного учета (при учете паразитов — число их на конкретном хозяине).

Для получения этих характеристик численности блох малого суслика обработали данные учетов, проведенных за 12 лет в северных равнинных районах Дагестана. Использованы данные учета блох *Neopsylla setosa* с 2376 малых сусликов и блох *Ceratophyllus tesquorum* с 4006 особей этого вида.

Распределение учетных данных во всех случаях перерасеянное, т. е. дисперсия превышает среднюю величину. Такие распределения могут быть описаны несколькими математическими моделями. В нашем случае наилучшее совпадение дает модель негативного биномиального распределения.

Негативный бином имеет два параметра — математическое ожидание M (в нашем случае индекс обилия) и экспоненту K , которая характеризует меру дисперсии — агрегированность объектов. Абсолютное значение K при равном обилии паразитов изменяется в зависимости от экстенсивности заражения (индекс встречаемости). Среднее число блох, или индекс обилия, согласно полученным данным, растет быстрее, чем дисперсия, что и вызывает увеличение экспоненты K . Связь между изменениями экспоненты K и экстенсивностью представляет собой регрессию и имеет аналогичный характер для обоих видов блох. Это положение подтверждается сходными значениями доверительных интервалов для K при близких значениях экстенсивности (табл. 1). Заметим, что возрастание значений K при увеличении экстенсивности возможно в случае, когда численность имеет предел, который возникает вследствие предела численности популяции данного вида блох или предела скопления блох на одном суслике. Однако изменение параметров не изменяет типа распределения.

Годовые циклы *N. setosa* и *C. tesquorum* различны. Наиболее высокая численность имаго *N. setosa* бывает в феврале—марте, а минимальная — во время перехода молодых сусликов к самостоятельной жизни (май—начало июня). У *C. tesquorum* за период бодрствования сусликов успевает выплодиться две генерации — одна из них выходит из коконов ранней весной

в период пробуждения хозяев от зимней спячки, вторая — в период расселения молодых зверьков. Поэтому во время расселения индексы обилия *C. tesquorum* на зверьках и экстенсивность их заражения этими блохами могут быть даже большими, чем весной. Несмотря на эти отличия, на нашем материале не обнаруживаются существенных различий в типе распределения учетных данных. Во всех случаях распределение соответствует негативному биномиальному, а экспонента *K* связана лишь с экстенсивностью. При этом для практических целей достаточно ограничиться двумя градациями значений *K* — для значений экстенсивности больше или меньше 0.45 (табл. 1).

Т а б л и ц а 1
К оценке экспоненты *K*

Возраст сусликов	Экстенсивность	Объем выборки	Общее <i>K</i>	Доверительный интервал	P_{χ^2}
<i>N. setosa</i>					
Взрослые	0.45	5	0.117	0.07—0.51	0.99
»	0.45	14	0.478	0.39—0.61	0.12
Молодые	0.5	7	0.365	0.23—0.91	0.75
<i>C. tesquorum</i>					
Взрослые	0.3	3	0.191	0.11—0.88	0.77
»	В интервале от 0.3 до 0.9	11	0.561	0.46—0.71	0.1
Молодые	0.9	6	1.06	0.49—1.59	0.01
»	0.9	2	$K_1=2.28$ * $K_2=2.4$		

П р и м е ч а н и е. Группа выборок всего из двух, указаны *K* для каждой.

Зная характер распределения блох на зверьках, можно определить объем выборки, обеспечивающий заданную достоверность индекса обилия того и другого видов. Для этой цели воспользуемся формулой, предложенной в качестве предварительной рекомендации в работе Бреева (1976). В случае нормального распределения

$$N = \frac{S^2}{D^2 M^2},$$

где *N* — объем выборки (число осмотренных объектов); *M* — средняя численность паразита; S^2 — дисперсия численности паразита; m_M — стандартная ошибка *M*; *D* — величина m_M , выраженная в долях от *M*

$$\left(D = \frac{m_M}{M} \right).$$

В случае негативного биномиального распределения формула для вычисления величины выборки будет иметь вид (по Брееву, 1976).

$$N = \frac{1}{D^2} \left(\frac{1}{M} + \frac{1}{K} \right)$$

(в негативном биноме экспонента *K* заменяет дисперсию).

Задавшись точностью учета и достоверностью результата, по этой формуле можно подсчитать размер необходимой выборки. Заданные величины однозначно определяют отношение стандартной ошибки к средней — величину *D* (табл. 2).

На конкретных примерах вычислим объем выборки, необходимой для определения индекса обилия блох на малом суслике с точностью $\pm 33\%$ (0.33) и достоверностью 0.9, что в большинстве случаев достаточно для практических целей. При этих условиях

$$D = 0.2, \text{ а } \frac{1}{D^2} = 25.$$

Т а б л и ц а 2
Значение *D*

	Достоверность		
	0.9	0.95	0.99
<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>u</i>
1.65	1.96		2.58

П р и м е ч а н и е. Вероятность результата в пределах $M \pm$.

Если в первой декаде апреля 1975 г. индекс обилия *N. setosa* на взрослых сусликах составил 7.6, а индекс встречаемости 90%, то величина выборки будет равна

$$N = \frac{1}{0.04} \left(\frac{1}{7.6} + \frac{1}{0.478} \right) \approx 56$$

(значение K из табл. 1 для экстенсивности 0.45).

В I декаде июня 1975 г. индекс обилия *N. setosa* на взрослых зверьках был 1.0, а индекс встречаемости 30%. В этом случае

$$N = \frac{1}{0.04} \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{0.117} \right) \approx 240.$$

Повышение требований к точности и достоверности учета вызывает быстрый рост необходимой выборки. Так, в наших примерах увеличение точности учета до $\pm 20\%$, а достоверности до 0.95 потребует 4-кратного увеличения выборки.

В заключение заметим, что приведенный способ расчета пригоден, видимо, для оценки многих учетных данных. Для обоснованного применения при учете блох других грызунов необходимо на достаточно большом материале убедиться в соответствии распределения данных негативному биномиальному и определить параметры этого распределения.

Л и т е р а т у р а

- Б р е в К. А. О распределении личинок подкожных оводов в стадах крупного рогатого скота. I. Негативное биномиальное распределение как модель распределения личинок оводов. — Паразитология, 1968, т. 2, вып. 4, с. 322—333.
- Б р е в К. А. О распределении личинок оводов в стадах крупного рогатого скота. II. Экспонента K негативного биномиального распределения как мера дисперсии заражения животных оводами. — Паразитология, 1968, т. 2, вып. 5, с. 381—394.
- Б р е в К. А. О некоторых общих принципах построения методов борьбы с паразитическими членистоногими. — Энтомол. обозр., 1971, т. 50, вып. 2, 6, с. 249—266.
- Б р е в К. А. Применение математических методов в паразитологии. — Изв. гос. н-и ин-та озерного и речного хоз-ва, 1976, т. 105, с. 109—126.
- К е н н е д и К. Экологическая паразитология. М., Мир, 1978. 328 с.
- М а к ф е д ь е н Э. Экология животных. М., Мир, 1965. 375 с.
- Н о в о к р е щ е н о в а Н. С. Изменение индекса обилия блох в зависимости от числа обследованных объектов. — Зоол. журн., 1965, т. 44, вып. 3, с. 403—410.
- С е м е в с к и й Ф. Н. Дисперсия процесса движения численности чешуекрылых. — Зоол. журн., 1972, т. 51, вып. 4, с. 510—516.
- С о л д а т к и н И. С. Некоторые вопросы применения статистики при учете численности блох больших песчанок. — Пробл. особо опасных инфекций, 1972, вып. 5 (27), с. 85—92.

STATISTIC EVALUATION OF SAMPLING VALUE DURING REGISTRATION OF FLEAS FROM THE LITTLE SOUSLIK (SIPHONAPTERA)

S. A. Mialkovskaya, [K. A. Breev]

S U M M A R Y

Analysis of the material on fleas from little sousliks has shown that a model of negative binomial distribution can be used with great confidence for characteristics of fleas' distribution on these animals. Exponential K in this model characterizes the level of dispersion. A relation between changes of K and represents a regression and is similar both for *Neopsylla setosa* and *Ceratophyllus tesquorum*. The total K was obtained for definite intervals of extensity for each species.

If we know the character of distribution of fleas on animals the volume of a sampling can be determined by the formula

$$N = \frac{1}{D^2} \left(\frac{1}{M} + \frac{1}{K} \right).$$