

БЮЛЛЕТЕНЬ
МОСКОВСКОГО ОБЩЕСТВА
ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ

Основан в 1829 году

ОТДЕЛ БИОЛОГИЧЕСКИЙ

Том 118, вып.1 **2013** Январь – Февраль

Выходит 6 раз в год

BULLETIN
OF MOSCOW SOCIETY
OF NATURALISTS

Published since 1829

BIOLOGICAL SERIES

Volume 118, part 1 **2013** January – February

There are six issues a year

ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

С О Д Е Р Ж А Н И Е

<i>Челинцев Н.Г.</i> Математические основы учета движущихся животных	3
<i>Зиновьева А.Н.</i> Клопы-кружевницы (Heteroptera: Tingidae) Республики Коми	16
<i>Полтаруха О.П.</i> К фауне усоногих раков (Cirripedia, Thoracica) прибрежных вод южного Вьетнама	21
<i>Тоскина И.Н.</i> Новый вид рода <i>Mesocoelopus</i> Jacquelin Du Val, 1860 и заметки о роде <i>Microcoelopus</i> Toskina, 1998 (Coleoptera: Ptinidae: Mesocoelopodinae)	33
<i>Тоскина И.Н.</i> Новый палеарктический вид и определительные таблицы видов двух родов подсемейства Dryophilinae (Coleoptera: Ptinidae)	37
<i>Веселкин Д.В., Бетехтина А.А.</i> Проверка гипотез о различии размеров корней в связи с типом экологической стратегии и микоризным статусом видов растений	43
<i>Стогова А.В.</i> Изменение численности побегов растений альпийских ковров при увеличении доступности почвенных ресурсов	51
<i>Тюветская М.А.</i> Ритм сезонного развития видов рода <i>Cyclamen</i> L. (Primulaceae) в условиях оранжерейной культуры	61
<i>Панасенко Н.Н., Анищенко Л.Н., Поцепай Ю.Г.</i> Новые сведения о сообществах инвазионных видов в Брянской области	73
<i>Научные сообщения</i>	
<i>Кожевников А.Е., Кожевникова З.В.</i> Род <i>Duchesnea</i> Smith (Rosaceae juss.) на дальнем востоке России	81
<i>Химич Ю.Р., Блинова И.В., Александров Г.Н.</i> <i>Microstoma protractum</i> (Fr.) Kanouse и <i>Sarcosoma globosum</i> (Schmidel) Casp. – редкие представители порядка Pezizales в Мурманской области	85

УДК 59.002

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЧЕТА ДВИЖУЩИХСЯ ЖИВОТНЫХ

Н.Г. Челинцев

Представлен вывод формул расчета плотности населения по данным учетов движущихся животных, когда учитываемые животные движутся с той или иной скоростью и одновременно учетчик перемещается в пространстве с некоторой скоростью. Для каждой из трех моделей учета с разными углами обзора (360° , 180° – «передний» и «боковой») выводится формула расчета соответствующей «площади обнаружения» животных для заданной величины отношения скорости движения животных к скорости перемещения учетчика. Полученные формулы могут быть использованы на практике для расчета плотности населения движущихся животных. Дана оценка снижения эффективности учета при ограничении угла обзора учетчика. В качестве примера применения выведенных формул разработаны алгоритмы расчета плотности населения для категорий «летающих» и «перелетающих» птиц при их маршрутном учете.

Ключевые слова: учет движущихся животных, площадь обнаружения, плотность населения.

Примерами учетов, при которых требуются специальные математические алгоритмы для расчета плотности населения движущихся животных, могут служить следующие:

комплексный учет летающих морских птиц с плавущего судна,

учет китообразных млекопитающих с плавущего судна,

учет «летающих» и «перелетающих» птиц при комплексном маршрутном обследовании,

учет «летающих» и «перелетающих» птиц при комплексном круговом обследовании,

учет быстро движущихся животных с автомобиля,

учет птиц на пролете во время весенне-осенних миграций,

учет вальдшнепов на тяге,

учет летающих птиц по числу пересечений ими визуальной линии.

При учете движущихся животных с летательных аппаратов, перемещающихся со значительными скоростями (более 150–200 км/ч), применяются методы расчета, которые вполне обоснованно исходят из модели учетов неподвижных животных, поскольку, как правило, скорость движения животных во много раз меньше скорости перемещения учетчиков по воздуху.

Математическое обоснование всякого метода учета животных начинается с разработки «модели учета» (Челинцев, 1989; 2000), включающей параметры размещения животных на территории и характеристики их обнаружения.

Учет движущихся животных при перемещении учетчика с круговым обзором 360°

Наблюдение с обзором 360° возможно при учетах в открытой местности, когда перемещающийся учетчик находится на транспорте (автомобиль, судно), управляемом другим человеком, и не отвлекается на слежение за маршрутом. При этом частота встреч животных учитываемых видов не должна быть чересчур высокой, чтобы учетчик успевал внимательно отследить все направления, и вероятность обнаружения животных не зависела от сектора наблюдения.

Предположим, что животное движется со скоростью A , и в то же время учетчик перемещается со скоростью U , тогда относительная скорость движения животного по отношению к учетчику будет зависеть как от соотношения величин этих двух скоростей, так и от угла θ , который образуют векторы скоростей A и U (условимся обозначать векторы скоростей прямыми латинскими буквами, а соответствующие им скалярные величины – курсивом). Для простоты будем считать, что и животные, и учетчик находятся в одной горизонтальной плоскости, или же все измерения будем относить к проекциям животных на горизонтальную плоскость учетчика. На рис. 1 (внизу) показан способ построения относительного вектора скорости движения животного $V(\theta)$ по отношению к перемещающемуся учетчику. Абсолютная величина вектора $V(\theta)$ равна (Бронштейн, Семендяев, 1986)

$$V(\theta) = \sqrt{A^2 + U^2 - 2AU \cos \theta}, \quad (1)$$