Доклады Академии наук СССР
1976. Том 228, № 6

УДК 591.526

ЭКОЛОГИЯ

Академик С. С. ШВАРЦ, В. Г. ОЛЕНЕВ, Ф. В. КРЯЖИМСКИЙ, О. А. ЖИГАЛЬСКИЙ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ И ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИИ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ НА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Исследования нашей лаборатории, проведенные на различных видах грызунов (водяная полевка, полевка-экономка, красная и рыжая полевки, лесная и полевая мыши и др.), показали, что важнейшим фактором, определяющим динамику численности грызунов, является специфика их сезонных генераций и, в частности, скорость полового созревания ([1–3]) и др.). Выводы, сделанные в этих работах, подтверждены экспериментальными исследованиями ([4]), а также зарубежными авторами на многих видах американских грызунов и насекомоядных ([5, 6]). Естественно, однако, что помимо указанного фактора динамика численности грызунов определяется и другими свойствами популяции (смертностью на разных этапах жизненного цикла, продолжительностью жизни перезимовавших животных и т. д.). Выделить «генерационный» эффект в чистом виде оказалось затруднительно не только в полевых, но и в лабораторных условиях. Поэтому нами была сделана попытка поставить соответствующие эксперименты на математической модели.

Пусть особи, составляющие популяцию, разбиты на n генераций. Тогда очевидно, что общая численность популяции $N(t)$ в момент времени t может быть определена как сумма численностей всех генераций:

$$N(t)=\sum_{i=1}^{n} N_i(t), \tag{1}$$

где $N_i(t)$ — численность i-й генерации в момент времени t. Если $S_i(t)$ — коэффициент выживаемости i-й генерации в момент времени t, то к исследуемому моменту времени численность i-й генерации может быть определена как

$$N_i(t)=N_i(t-1)\cdot S_i(t), \tag{2}$$

где $N_i(t-1)$ — численность i-й генерации в предыдущий момент времени. Для того чтобы особи приступили к размножению в исследуемый промежуток времени, необходимо, чтобы время, прошедшее от момента их рождения τ_i до рассматриваемого момента времени, было большим или равным времени полового созревания. Если это условие выполняется, численность приплода может быть определена как сумма приплодов всех генераций:

$$N_i(t)=\sum_{i=1}^{n} N_{si}(t)\cdot B_i(t), \tag{3}$$

где $N_{si}(t)$ — количество половозрелых самок i-й генерации в момент времени t, $B_i(t)$ — плодовитость (среднее количество детенышей в приплоде на одну самку) i-й генерации в данный момент времени. Все особи, родившиеся в настоящий момент времени, составляют новую генерацию.

На основании уравнений (1), (2), (3) была составлена программа для вычисления значений численности популяции $N(t)$, численности генера-

ций $N_i(t)$ на каждом временном шаге (шаг принимался равным 1 мес.). При построении модели сделаны следующие допущения: все половозрелые самки участвовали в размножении; соотношение полов всегда принималось равным 1:1; все половозрелые самки размножались одновременно (т. е. на одном временном шаге).

В основу модели положены данные, полученные В. Г. Оленевым, по изучению полевой мыши (Apodemus agrarius) зоны южной тайги Урала.

Для исследования вопроса о роли каждой генерации в формировании динамики численности и возрастной структуры популяции проведены машинные эксперименты, в которых задавались следующие условия существования популяции: 1) смертность «молодняка» (на первом шаге после рождения) летних генераций поочередно уменьшалась от 80 до 50% *; 2) все летние генерации поочередно исключались из размножения; 3) на четвертом (апрель) и десятом (октябрь) временных шагах вводились дополнительные генерации.

В ответ на изменение условий существования популяции может регулировать свою численность благодаря быстрой перестройке структуры, которая реализуется в процессе смены генераций ([7]). Все проведенные эксперименты показали, что изменение смертности или рождаемости любой летней генерации неминуемо приводит к перестройке возрастного состава популяции и различному вкладу генераций в формирование новых, что, в свою очередь, приводит к различным видам динамики численности. Интересным оказался тот факт, что если четвертая, так же как и пятая, генерация дает свой первый помет лишь весною следующего года, численность популяции к осени следующего года увеличивается. Таким образом, у популяции появляется дополнительный резерв для подъема численности. Однако динамика численности будущего года определяется не только исходной численностью грызунов к весне, а зависит от условий года. Так, если благоприятные условия сложатся в начале лета (смертность молодняка первой генерации понижается), то численность популяции может возрастать. Если же благоприятные условия сложатся в середине лета, численность популяции либо не изменится, либо увеличится, но незначительно. Благоприятные условия только в конце лета не могут привести к подъему численности.

Результаты машинных экспериментов свидетельствуют о том, что первая и четвертая генерации играют особую роль в динамике популяции. Различное соотношение величин смертности и рождаемости этих генераций приводит к наибольшим перестройкам возрастной структуры популяции и динамики ее численности. Подобные выводы получены в работе ([3]), в которой изучалась полевка-экономка в Субарктике.

По данным ([2]) в 1960 г. наблюдался подъем численности грызунов. Ниже приведен возрастной состав популяции в августе (% от общей численности):

Генерация	1	2	3	4
Природная популяция	12	18	6	63
Модельная популяция	7	14	12	67

Данные, приведенные в строке «модельная популяция», получены при следующих условиях: смертность молодняка 4-й генерации снижена на 50%, остальных — на 80%; все генерации размножались. Как видно, возрастной состав модельной и природной популяций довольно близок. Различия, касающиеся первой и третьей генераций, можно объяснить тем, что самки первой генерации, вероятно, не все участвовали в размножении. Это, по-видимому, и явилось причиной снижения доли первой и увеличения доли третьей генераций в общей численности. Приводимый пример

* В природных популяциях смертность грызунов в 1-й мес. жизни обычно колеблется около 80%.

иллюстрирует возможность применения модели для анализа природных популяций.

Проведенная работа дает дополнительный материал для суждения о роли различных факторов и различных генераций грызунов (для которых не характерно зимнее размножение). Как подчеркивалось, модель построена на основе конкретных данных, характеризующих динамику численности грызунов (изучение полевой мыши на Среднем Урале в течение 16 лет). Хорошее совпадение данных, характеризующих реальную и модельную популяции, служит источником уверенности в том, что математическая

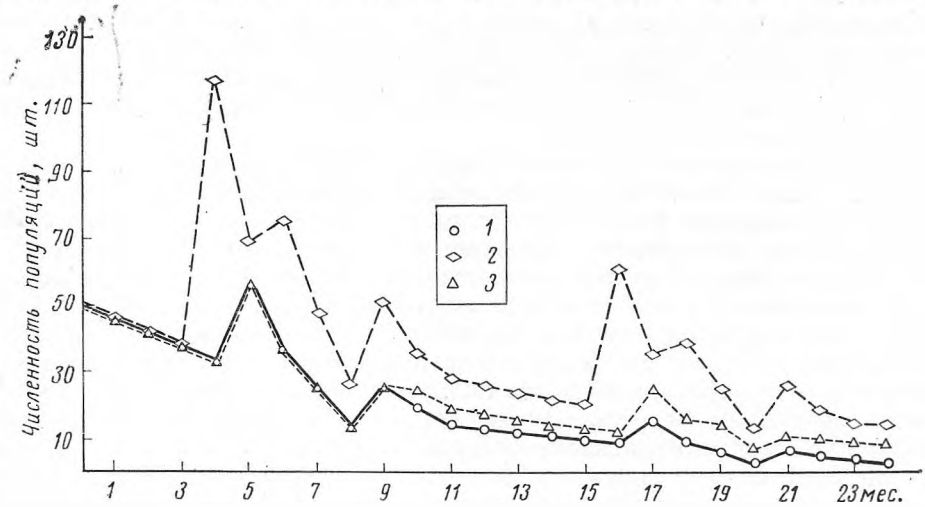


Рис. 1. Динамика численности модельной популяции. *1* — машинная реализация данных, полученных на природной популяции; *2* — введение в состав модельной популяции дополнительной генерации на четвертом шаге (апрель); *3* — введение в состав модельной популяции дополнительной генерации на десятом шаге (октябрь)

модель удовлетворительно описывает явления, наблюдавшиеся в природе. Наше внимание привлекло одно из несовпадений модели с природой. В природе, так же как и на модели, «дополнительная» весенняя генерация приводит к резкому увеличению численности осенью, но в природе этот эффект выражен резче (рис. 1). Это может свидетельствовать о том, что в годы с ранней весной не только появляется дополнительная генерация, но и смертность животных существенно снижается. Вывод был сделан около 20 лет тому назад ([1]). В настоящей работе он получил новое подтверждение.

Институт экологии растений и животных
Уральского научного центра
Академии наук СССР
Свердловск

Поступило
9 III 1976

ЛИТЕРАТУРА

[1] *С. С. Шварц, В. Н. Павлинин, Л. М. Сюзюмова,* Тр. Ин-та биол. УФАН, в. 8, 3 (1957). [2] *В. Г. Оленев,* Сезонные изменения морфо-физиологических признаков грызунов в связи с динамикой возрастной структуры, канд. дисс., Свердловск, 1964. [3] *О. А. Пястолова,* Тр. Ин-та экол., т. 1, 127 (1971). [4] *А. В. Покровский,* Тр. МОИП, т. 25, 82 (1967). [5] *P. K. Anderson,* Mutal. Populat., Prague (Czechoslov. Acad. Sci.), 1966. [6] *E. B. Brown,* Ecology, v. 54, № 5, 1103 (1973). [7] *С. С. Шварц,* Эволюционная экология животных, Свердловск, 1969.