

**МОДЕЛИ ФАЗОВЫХ ПОРТРЕТОВ ЖУЖЕЛИЦ В  
ХАРАКТЕРИСТИКЕ ПОПУЛЯЦИИ *CARABUS ODORATUS*  
*BARGUZINICUS* SHIL. (COLEOPTERA, CARABIDAE)  
В ЭКОСИСТЕМАХ БАРГУЗИНСКОГО ХРЕБТА**

© 2009 Т.Л. Ананина

Государственный природный биосферный заповедник «Баргузинский»

На основании многолетних данных по динамике численности жуужелиц Баргузинского хребта построены компьютерные модели – фазовые портреты динамики плотности популяций отдельных видов. На примере показательного вида, жуужелицы *Carabus odoratus*, рассматриваются структура фазового портрета, оценивается состояние локальных популяций и качество их местообитаний.

Ключевые слова: жуужелица, плотность популяции, фазовый портрет, экосистема

В основу статьи положены результаты многолетних исследований над жуужелицами на территории Баргузинского заповедника. Изучение жуужелиц за временной интервал 1988-2008 гг. было ориентировано на количественные показатели и проводилось по стандартным методикам. Флуктуация численности жуужелиц является своеобразным индикатором состояния экосистем. В результате изучения полученных данных установлено, что процессы динамики численности довольно сложны, чтобы их можно было проследить без моделирования, без визуальной картины траектории ряда [3].

Создание и анализ эмпирических моделей динамики численности популяций отдельных видов позволяет выделять ключевые факторы, определяющие специфику флуктуации [4, 6, 8]. Соединив точки многомерного фазового пространства последовательно по методу Карунена-Лоэва [5] получаем многомерные представления динамики численности популяций – фазовые портреты. В качестве модельного вида был избран *Carabus odoratus barguzinicus* (Shil. 1996), доминирующий вид, обитающий в широком диапазоне экологических условий, эндемик Баргузинского хребта.

Пространственно разобщенные ряды локальных популяций *C. odoratus* изучались нами на 30-километровом стационарном

высотном трансекте в срединной части Баргузинского хребта [3]. Исследованиями был охвачен высотно-поясной ряд: холмистые предгорья (луг разнотравный, 517 м н. ур. м.), нижняя часть горно-лесного пояса (кедровник бадановый, 635 м н. ур. м.), верхняя часть горно-лесного пояса (пихтарник черничный, 1277 м н. ур. м.), подгольцовый пояс (парковый березняк, 1400 м н. ур. м.), гольцовый пояс (тундра чернично-бадановая, 1277 н. ур. м.). За период исследования учтено 23842 экземпляра жуужелицы пахучей (17,3% от общего населения жуужелиц).

Для оценки колебаний временных рядов мы применили способ расчета, основанный на использовании первой суммы (n+1) между двумя соседними членами ряда [7]. Коэффициент размножения (КР) – это функция от значений плотности, которая является характерным показателем скорости изменения численности популяции. С увеличением плотности x начинает возрастать коэффициент размножения:

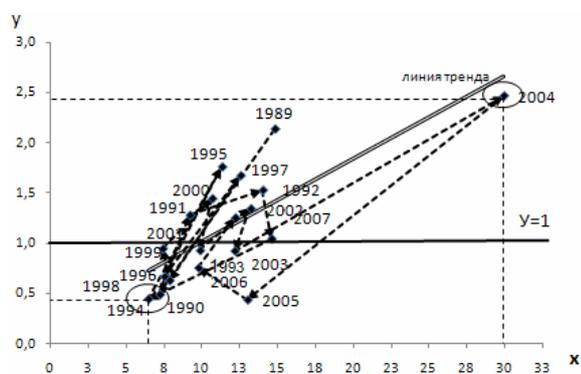
$$КР = y(x_n) = \frac{x(n+1)}{x_n};$$

где  $x_n$  – плотность популяции в n-й год наблюдений.

Используя функциональную связь плотности популяции жуужелиц с коэффициентом размножения в программе Excel на плоскости (x, y) строим точечную диаграмму – фазовый портрет. При анализе компьютерной модели выбираются контрольные

Ананина Татьяна Львовна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник. E-mail: a\_ananin@mail.ru

точки (КТ), необходимые для описания формы. В структуре каждого фазового портрета присутствуют КТ, отражающие характеристики популяции:  $X_{\min}$ ,  $X_{\max}$ ,  $Y_{\min}$ ,  $Y_{\max}$ , прямая  $y=1$ , угол наклона линейного тренда. Прямая  $y=1$  – зона устойчивости, вокруг которой происходит дрейф системы. Области траектории, размещающиеся выше и ниже прямой  $y=1$  – фазы нарастания и снижения численности. Стабилизация популяции в этих пределах обеспечивает подвижную устойчивость экологической системы и возможность успешного существования вида. В природных комплексах Баргузинского хребта, не подверженных воздействию человека *C. odoratus* дает небольшие флуктуации численности (рис. 1) (Ананина, 2001).



**Рис. 1.** Фазовая траектория динамики численности метапопуляции *Carabus odoratus* на ключевом участке Баргузинского хребта в 1988-2007 гг.; на оси абсцисс – плотность (экз. на 100 л/сут, среднелетняя); на оси ординат – коэффициент размножения.

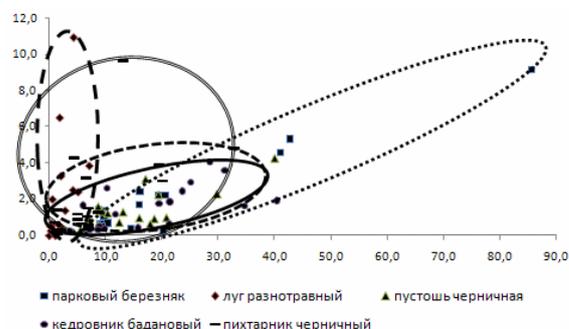
Угол наклона линейного тренда к оси абсцисс характеризует состояние популяции. Угол в пределах  $45^\circ$  – соответствует стабильному состоянию, а отклонение от этой величины – снижению устойчивости популяции в результате воздействия каких-либо внутренних или внешних причин.

$X_{\min}$  – наименьшая предельная плотность популяции, при которой вид способен успешно существовать.  $X_{\max}$  – максимальная предельная плотность популяции. Показатель оптимальности биотопа  $X_{\min}$ , в разных типах местообитаний не одинаков. В более благоприятных условиях обитания – он выше, в менее благоприятных – ниже (Исаев и др., 1984). Наиболее высокие показатели  $X_{\min}$  = 6,4; 5,5; 5,1 наблюдались нами в парковом березняке, пустоши черничной, кедр-

овнике бадановом. Низкие плотности  $X_{\min}$  = 0,0; 1,0 соответствовали лугу разнотравному и пихтарнику черничному (рис. 2).

Важная характеристика фазовых траекторий – предельные значения КР, т.е.  $\max$  и  $\min$  скоростей движения численности популяций. Наличие высокой амплитуды флуктуации КР – свидетельство неустойчивости популяции.

Расположение фазовых портретов локальных популяций на плоскости  $(x, y)$  имеет свой смысл. При улучшении условий существования окружность рассеивания на фазовой плоскости вытягивается вправо и вверх относительно  $y=1$  и  $X_{\min}$ . При ухудшении условий – возвращается обратно (рис. 2).



**Рис. 2.** Точечные диаграммы распределения плотности локальных популяций *Carabus odoratus* в биотопах высотного трансекта Баргузинского хребта в 1988-2007 гг.

**Вывод:** использование моделей фазовых портретов в характеристике популяций жуужелиц имеет прогностическое значение, перспективно для экологического мониторинга как заповедных экосистем, так и нарушенных территорий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ананина, Т.Л. Особенности многолетней динамики численности фоновых видов жуужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) западного макросклона Баргузинского хребта // Биоразнообразии Байкальского региона / Тр. биолого-почв. ф-та ИГУ. - Вып. 5. - Иркутск: Изд-во ИГУ. – 2001. – С. 42-59.
2. Ананина, Т.Л. Жуужелицы западного макросклона Баргузинского хребта // Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН. – 2006. – 201 с.
3. Ананина, Т.Л. К характеристике сообществ жуужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) Баргузинского хребта / Вестник БГУ. Химия,

- Биология, География // У-Удэ: БГУ. – 2007. – Вып. 3. – С. 196-200.
4. *Викторов, Г.А.* Колебания численности насекомых как регулируемый процесс // Журн. Общ. Биол.– 1965. – Т. 26, №1. – С. 43-55.
  5. *Ефимов, В.М.* Многомерный анализ биологических данных: учебное пособие / *В.М. Ефимов, В.Ю. Ковалев* // Горно-Алтайск: РИО ГАГУ.– 2007. –75 с.
  6. *Максимов, А.А.* Соотношение между учением о факторах динамики численности животных и проблемой численности прогнозирования всплеск массового размножения // Экология. – 1982. - № 1. – С. 38-45.
  7. *Песенко, Ю.А.* Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях // М.: Наука, 1982. – 287 с.
  8. *Хлебоброс, Р.Г.* Динамика численности лесных насекомых / *Р.Г. Хлебоброс, Л.В. Недорезов и др.* // Новосибирск: Наука, 1984. – 224 с.

**PHASE PORTRAIT MODELS IN CHARACTER OF *CARABUS ODORATUS BARGUZINICUS* SHIL. (COLEOPTERA, CARABIDAE) POPULATIONS IN ECOSYSTEMS OF BARGUZIN MOUNTAIN RANGE**

© 2009 T.L. Ananina  
State Nature Biosphere Reserve «Barguzinskyi»

On perennial dynamic of carabid population density basis in Barguzin mountain range the computer phase portrait models are made. The structure of phase portrait of *Carabus odoratus*, the state of local populations and habitats quality are considering.

Keywords: carabid, density of population, a phase portrait, ecosystem