

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ФАЗОВЫХ ПОРТРЕТОВ ЖУЖЕЛИЦ (*COLEOPTERA*, *CARABIDAE*) В ДОЛГОВРЕМЕННОМ МОНИТОРИНГЕ ЭКОСИСТЕМ БАРГУЗИНСКОГО ХРЕБТА

Ананина Т.Л.

В работе рассматриваются варианты многолетней динамики численности жужелиц Баргузинского хребта (20 лет наблюдений). Для классификации типов динамики численности может быть использована характеристика фазовых портретов популяций жужелиц. На примере моделей фазовых портретов доминирующих видов жужелиц выделены два типа многолетней динамики численности. Так, на узком фазовом портрете *Carabus odoratus* изображен стабильный тип динамики численности, а на широком портрете *Pterostichus orientalis* – продромальный.

ВВЕДЕНИЕ

Динамика численности популяций служит своеобразным индикатором состояния всего биоценоза. Изменение численности насекомых во времени можно рассматривать как волновой процесс. Получить же информацию о поведении системы можно лишь в виде ее отклика на флуктуации численности отдельных видов, возникающие под воздействием внешних и внутренних факторов. Создание и анализ эмпирических моделей популяций позволяет выделять ключевые факторы, определяющие специфику отдельных видов и популяций насекомых [1, 2]. Однако при описании биологических волновых процессов большинством исследователей основное внимание уделялось движению системы и в меньшей степени механизмам, обеспечивающим ее стабильность [3].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКИ

Работы проводились на территории Баргузинского заповедника, разместившегося на западном макросклоне одноименного хребта. На постоянном высотном трансекте с 1988 г. проводятся долговременные исследования динамики численности жужелиц (*Coleoptera*, *Carabidae*). На энтомологическом трансекте длиной в 30 км, проложенном от берега Байкала до гольцов и пересекающем все высотные пояса растительности западного склона Баргузинского хребта, разместились 11 стационарных площадок. Отловы ведутся по стандартным методикам в период активности жуков, с июня по август. В своих исследованиях многолетней динамики численности популяций жужелиц мы руководствовались подходом, предложенным А.С. Исаевым и Р.Г. Хлебопрос [4]. Авторами разработан метод анализа динамики численности, основанный на принципе стабильности подвижных экологических систем, который базируется на математической интерпретации синтетической теории, отражающей особенности экологии вида. Сущность этой теории заключается в том, что колебание численности популяций рассматривается как авторегулируемый процесс, управляемый комплексом природных механизмов. Теория предполагает наличие двух принципиально различных процессов – модификацию и регуляцию. *Модификация* осуществляется под действием внешних факторов, не связанных с плотностью популяции, и обычно проявляется через случайные отклонения численности (гидротермические показатели, условия зимовки и т.д.) [5]. *Регуляция* выполняется внутренними факторами, действие которых зависит от плотности популяции (соотношение полов и демографический состав популяции, обеспеченность кормом, враги и т.д.). По принципу отрицательной обратной связи, эти факторы сглаживают возникающие флуктуации и обеспечивают стабильность системы. Поэтому, при выходе за рамки фазового портрета популяция под действием безинерционных механизмов незамедлительно возвращается в его границы [6,7].

Используя функциональную связь плотности популяции жужелиц с коэффициентом размножения (КР), можно для каждого вида жужелиц на плоскости (x, y) построить фазовые портреты, отражающие качественные и количественные варианты динамики численности, выявить характер и значимость отдельных регуляторных механизмов, определить условия, при которых вид способен перейти к массовому размножению.

Для оценки многолетних изменений численности применен метод, основанный на использовании первой суммы (n+1) между двумя соседними членами ряда. Коэффициент размножения – характерный показатель скорости изменения численности популяций:

$$КР = y(x_n) = x_{(n+1)}/x_n$$

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

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что различные виды насекомых обладают неодинаковой способностью к изменению численности. В ненарушенных биогеоценозах популяции насекомых существуют в разреженном состоянии, обеспечивающем их стабильность. Коэффициент размножения разреженных популяций близок к единице [4]. В экосистемах Баргузинского хребта, не подверженных воздействию человека, по нашим наблюдениям, жуки не дают всплеск массовых размножений [8, 9]. Для них характерны небольшие флуктуации численности и коэффициента размножения.

Дифференцированная характеристика фазовых портретов популяций жуков может быть использована для классификации типов динамики численности. С учетом амплитуды коэффициента размножения (ширины фазового портрета) исследуемые виды жуков поделены на 2 группы, это – стабильный тип динамики численности, характеризующийся небольшими флуктуациями КР при фиксированной плотности популяции и продромальный тип, численность которого колеблется в значительном диапазоне в пределах зоны стабильности. Видам, обладающим в обычных условиях стабильной численностью свойствен узкий фазовый портрет. Согласно результатам нашего анализа, виды жуков *Carabus odoratus* Barg., *Carabus henningi* F.-W., *Carabus loschnicovi* Fiswcher-Wld., *Pterostichus montanus* Motsch., *Pterostichus dilutipes* Motsch., *Calathus micropterus* Duft., *Amara brunnea* Gyll., *Amara nitida* Sturm., *Amara ovata* F. имеют узкий фазовый портрет с диапазоном колебаний КР = 2,0-3,58 (рис. 1).

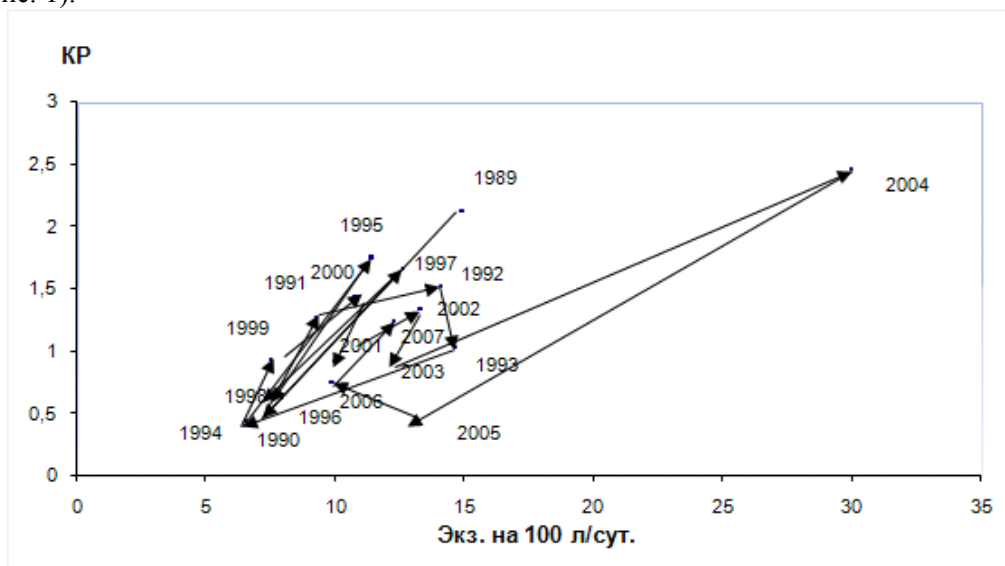


Рис. 1. Узкий фазовый портрет многолетней динамики численности *Carabus odoratus* Barg. на Баргузинском хребте в 1988-2007 гг.

Жуки с неустойчивой стабильностью динамики численности - *Pterostichus eximius* Mor., *Pterostichus adstrictus* Esch., *Pterostichus orientalis* Motsch., *Amara quenseli* Schnh., *Cicindela sylvatica* Linn. обладают более широким фазовым портретом с диапазоном колебаний КР = 7,0-13,4 (рис. 2).

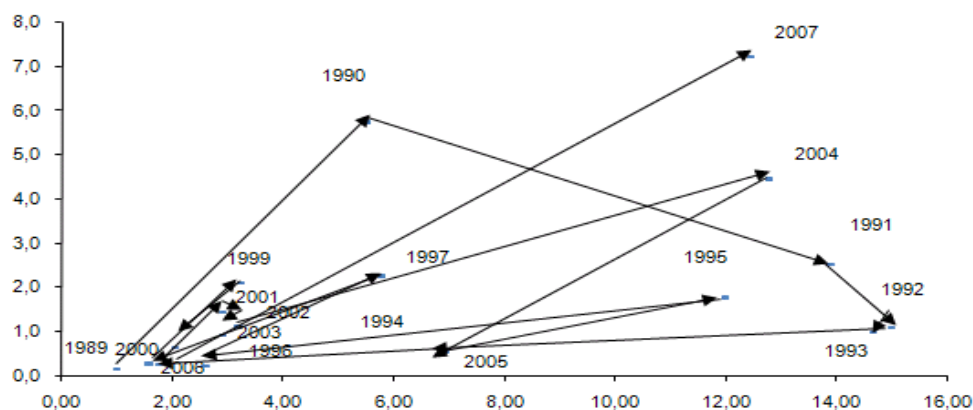


Рис. 2. Широкий фазовый портрет многолетней динамики численности *Pterostichus orientalis* Motsch. на Баргузинском хребте в 1988-2007 гг.

Пределы колебаний численности (длина фазового портрета) определяется размером флуктуаций модифицирующих факторов. Для оценки корреляционных связей между многолетней динамикой численности жужелиц и климатическими параметрами среды использован метод расчета непараметрического коэффициента Тау Кендалла [10]. Наиболее тесные корреляционные связи численности у почти всех видов жужелиц отмечены с показателями: сумма атмосферных осадков за лето, сумма атмосферных осадков за зиму, сумма активных температур выше 5 и 10 °С текущего года, сумма активных температур выше 5 и 10 °С предыдущего года, средняя температуры зимы, минимальные температуры на почве. У эврибионтного вида *Carabus odoratus* Barg., эндемика Баргузинского хребта, установлена статистически значимая положительная связь с минимальными температурами на почве (+0,51), средней температурой лета (+0,40), суммой атмосферных осадков за зиму (+0,41). У стенобионтного *Pterostichus orientalis* Motsch., находящегося на пределе своего ареала, зафиксирована положительная зависимость от температуры почвенных горизонтов (+0,53) на глубине 5 и 10 см и от индекса сухости (+0,49).

Изложенный подход к анализу динамики численности жужелиц, на наш взгляд, является перспективным для экологического мониторинга как нарушенных, так и не затронутых антропогенными влияниями заповедных экосистем. Анализ структуры фазового портрета дает возможность установить качественные и количественные параметры динамики численности. Использование таких моделей имеет прогностическое значение, особенно при разработке краткосрочных прогнозов

Литература

1. Белановский И. Закономерности в массовых размножениях вредителей в связи с метеорологическими факторами // Зоол. ж. 1936. Т. 15. Вып. 2. С. 187-217.
2. Максимов А.А. Соотношение между учением о факторах динамики численности животных и проблемой прогнозирования вспышек массового размножения // Экология. 1982. № 1. С. 38-45.
3. Исаев А.С., Хлебопрос Р.Г. Принцип стабильности в динамике численности насекомых // Докл. АН СССР. 1973. Т. 208. № 1. С. 225-228.
4. Исаев А.С., Хлебопрос Р.Г., Недорезов Л.В., Кондаков Ю.П., Киселев В.В. Динамика численности лесных насекомых. Новосибирск: Наука, 1984. 223 с.
5. Ольшванг В.Н. К оценке влияния метеорологических факторов на динамику численности и биомассы членистоногих Южного Ямала // Регуляция численности и плотности популяций животных Субарктики Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. С. 3-9.
6. Исаев А.С., Хлебопрос Р.Г. Эффекты запаздывания в регуляции численности лесных насекомых // Докл. АН СССР. 1977. Т. 232. № 6. С. 1448-1451.
7. Конигов А.С. Регуляционные механизмы динамики численности популяций насекомых в лесном биогеоценозе // Вопросы лесоведения. Красноярск: Красноярский рабочий, 1970. С. 366-375.
8. Ананина Т.Л. Жужелицы западного макросклона Баргузинского хребта. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2006. 201 с.
9. Ананина Т.Л. К результатам многолетнего мониторинга жуков-жужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) в природных экосистемах Баргузинского хребта // Проблемы и перспективы общей энтомологии / Тез. докл. XIII съезда Русского энтомологического общества. Краснодар, 2007. С. 10-11.
10. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.

THE USING OF PHASE PORTRAITS MODELS OF CARABIDS (*COLEOPTERA, CARABIDAE*) IN ECOSYSTEM'S LONG-TERM MONITORING OF BARGUZIN MOUNTAIN RANGE

Ananina T.L.

The variants of long-term dynamic of number of carabids in mountain Barguzin range is considering in article (20 years investigations). The characteristic of phase portraits carabid's population for classification of dynamic number types can be apply. There are two types perennials dynamic of number by the model phase portraits using. So, narrow phase portraits of *Carabus odoratus* demonstrates stable type of long-term dynamic of number, but the broad phase portraits of *Pterostichus orientalis* - prodromal type of number.