

МАЗАЛОВ В.В. , ДОМБРОВСКИЙ Ю.А.** , ПЕРРИН Н.****

ТЕОРИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ОСТАНОВКИ: ПРИЛОЖЕНИЯ К ЭКОЛОГИИ ПОВЕДЕНИЯ

1. Введение. Применение оптимизационных моделей к анализу поведения животных стало в последнее десятилетие одним из наиболее активно развивающихся направлений математической экологии [1], [2]. Идея этого подхода основана на дарвинской теории естественного отбора [3] и состоит в следующем: в результате эволюционного процесса отбираются стереотипы поведения организмов, обеспечивающие максимальное воспроизводство себе подобных, т.е. максимизирующие число потомков данного организма с учетом их выживаемости. Точнее говоря, максимизируется передаваемое из поколения в поколение число генов-носителей данного типа поведения. Количественно этот показатель выражается отношением численности данных генотипов в последующем и предыдущем поколениях, называемым коэффициентом приспособленности (fitness) данного генотипа [4].

Таким образом, корректно сформулировав математическую модель влияния типа поведения (алгоритма принятия решений) на результирующую приспособленность и решив оптимизационную задачу, мы имеем возможность «предсказывать» типы поведения, закрепляющиеся в природе. Это дает исследователям эффективный метод анализа поведения и проверки экологических гипотез [1].

Некоторые типы поведения организмов, т.е. процесс принятия решения в условиях неполной информации, приводит к математической модели, связанной с решением задачи оптимальной остановки. К их числу относится, например, задача о выборе места питания: организм движется через последовательность «пищевых пятен» — пространственно разделенных участков, характеризующихся разной концентрацией пищи. Организм должен оставаться на одном из пятен, и, чем лучше будет его выбор, тем выше его коэффициент приспособленности — шансы на

© Научное издательство «ТВП», 1994 г.

*Читинский институт природных ресурсов СО РАН, Чита, Россия. Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 93-012-865) и Международного научного фонда (грант NM6000).

**Ростовский государственный университет, Ростов-на-Дону, Россия. Работа выполнена при поддержке Международного научного фонда, грант NRP000

***Институт зоологии, Университет Лозанна, Лозанна, Швейцария.

выживание потомства.

Важную роль в исследованиях экологического поведения играет процесс выбора партнера для воспроизводства. Этот процесс является критически важным в определении потомства, эффективности воспроизводства, коэффициента приспособленности. Естественно, что животные обладают способностью оценки качества партнера с точки зрения его репродуктивной ценности по внешним признакам. Как правило, в природе один из полов осуществляет выбор, причем чаще — это самки, а сам процесс выбора происходит по схеме оптимальной остановки [5]. Оптимальный выбор партнера более критичен для самки, так как ее воспроизводство однократно в течение сезона, в то время как для многих биологических видов самцы имеют шанс на многократное воспроизводство своих генов, поскольку способны к многократному оплодотворению.

Экспериментальные работы, послужившие основой для модельных исследований, были проведены, в частности, на трехиглой колюшке (*Gasterosteus aculeatus*) [6]. Самцы этого вида строят и оборудуют гнездо и демонстрируют его в ожидании самок. Самки в процессе поиска наблюдают самцов и их гнезда и, в зависимости от оценки их качества, либо продолжают поиск, либо откладывают всю свою икру в построенное гнездо. Количество кладок в гнездо колеблется от 0 до 10–15. Впоследствии самец осуществляет охрану и аэрацию гнезда, что определяет выживаемость личинок. Авторы исследования обнаружили внешние признаки, определяющие оценку самок. Они также доказали, что в процессе поиска происходит обучение самок: их реакция на вновь встреченного зависит от истории предыдущих встреч, качество предыдущих самцов влияет на текущую оценку. В последующей трактовке задачи оптимальной остановки мы будем пользоваться этой интерпретацией.