

4. Знак в коммуникации животных: функционирование

4.1. Образование знака в ритуализированных демонстрациях: «двойное членение» и комбинативность

«Двойное членение» знаков в человеческой коммуникации указывает на тот факт, что в ней (не только в речи, но и, скажем, в танце) значащие единицы – слова (точнее лексемы), складываются из незначащих субъединиц – фонем. Последние дискретизируются из исходно континуального потока звуков, производимого речевым аппаратом, именно и только для образования слов, и никогда не имеют самостоятельного значения. Вполне изоморфные явления обнаруживаются при образовании знаков в коммуникации животных, в «складывании» демонстраций из выразительных движений и скоррелированном исполнении всей комбинации (Stokes, 1962a-b; Фридман, 1992a, 1998, 1999, 2006, 2007).

Важно подчеркнуть, что фонемы - это не звуки, а модели звуков (Барулин, 2002). При продуцировании членораздельной речи в слова складываются не звуки «а», «п», «р», «т», «о», чтобы сказать слово «простота», а твёрдость - мягкость, звонкость - глухота, долгота – краткость и пр., то есть те системы оппозиций, в соответствии с которыми звуковой поток делится на элементарные, но бессмысленные единицы для образования осмысленных слов. У каждого языка эта схема подразделения звукового потока своя, она образует его фонологическую структуру, в соответствии с которой русский язык отличается от английского и немецкого, хотя в принципе звуковой аппарат говорящих на всех трёх выдаёт однотипные гласные и согласные звуки. (В отличие от разговора на койсанских или адыгских языках, где встречаются звуки, отсутствующие в индоевропейских языках).

Смысл «нарезки» звукового потока, совершаемой нашим органом речи, на определённый набор дискретных атомов поведения - фонем состоит исключительно в создании специфического набора единиц, которые сами по себе бессмысленны, но их комбинациями воспроизводится тот набор знаков, который необходим соответствующему языку. В случае ритуального танца этот набор закрыт или почти закрыт, в случае звукового языка открыт, но принцип формирования значащих единиц комбинаторикой незначащих элементов, специально образованных для этой цели расчленением континуума мышечных движений у них один и тот же.

Детальный анализ показывает, что такое же двойное членение мы находим в визуальных и акустических демонстрациях животных: значащие элементы - сложные демонстрации (рис.20-21) составлены из незначащих единиц, так называемых выразительных движений крыльев, хвоста, клюва, шеи и пр., специфическая комбинация которых образует самое демонстрацию.

На первый взгляд кажется, что сложные демонстрации животного состоят из отдельных движений всех перечисленных органов, как кажется, что слова состоят из

звуков. На деле они состоят из *моделей движений* - дискретных «квантов действия», изменяющий видимый облик животного по одному из N направлений, по которым возможно данное изменение, на 1, 2, и т.д. единиц. Так что по каждому из таких направлений - степеней свободы трансформации облика особи - можно выделить 2, 3, ... 7-8 дискретных уровней интенсивности изменения, к которым "приводят" данный орган животного.

Априори кажется, что движение возбуждённого животного непрерывно. Скажем, если рост агрессивности ведёт к раскрыванию хохла, то по мере эскалации агрессии соответствующая демонстрация угрозы постепенно «проходит» все стадии развития, от полностью сложенного (угол наклона 0^0) до практически полностью поднятого хохла (90^0). То же верно относительно других экспрессий (раскрывание хвоста, поклоны корпусом, отведение и трепетание крыльев и пр.). Тогда если мы анализируем выборку наблюдений за угрожающей демонстрацией поднятым хохлом, мы рассчитываем увидеть, что разные углы подъёма хохла в ней будут представлены с равной частотой. Или же будет преобладать некое среднее значение – 40^0 , 45^0 или 60^0 , в зависимости от частоты агонистических взаимодействий в данной популяции, но не одно из двух предельных значений.

Это предположение верно для ситуаций, когда подъём хохла отражает общее возбуждение животного (включая реакции окрикивания хищника, до тех пор, пока он не рассматривается как реальная угроза для жизни). Однако оно *неверно* для всех ситуаций, когда подъём хохла или иное подобное телодвижение используется в контексте территориальной агрессии и других взаимодействиях с социальным партнёром, где разная амплитуда данного телодвижения связана с разными уровнями мотивации, которые участники процесса должны различать. Или с разными проблемными ситуациями, которые они должны вовремя распознать и разрешить.

Так, у стеллеровой сойки *Cyanocitta stelleri* движение подъёма хохла в семи различных социальных контекстах (угроза, агрессия, ухаживание, тревога, кроме общего возбуждения и окрикивания хищника) квантовано: наиболее низкий (00-100) и самый высокий углы подъёма (70^0 - 80^0 и 90^0 - 90^0) встречаются намного чаще, чем средние и промежуточные (**рис.20**).

Рисунок 20. Угол подъёма хохолка у стеллеровой сойки *Cyanocitta stelleri* в семи поведенческих контекстах: агрессивные столкновения, посадка боком (форма листантной угрозы), вытеснения (замещающие прыжки), посадка боком, переходящая во взаимные вращения, взятие в руки, бегство от хищника, брачное кормление. Абсцисса – угол подъёма в градусах, ордината – число случаев. По: Brown, 1975: объединены 7 гистограмм со стр. 305, соответствующих каждому из контекстов.

То есть данное выразительное движение быстро «проскаивает» промежуточные значения амплитуды, но фиксируется у некоторых уровней, существенных для моделирования «единичной экспрессии» движений животного в направлении, заданном

подъёмом хохла.

Уровни, у которых фиксируется выразительное движение, напоминают дискретные энергетические уровни электрона в боровской модели атома и не только поверхностно: жёсткая «привязка» к ним единичных движений, изменяющих облик животного по одному из направлений, заданных «степенями свободы», определяет дискретность и квантованность этих движений именно и только в социальной сфере. В данном случае уровней два, но может быть три, четыре и т.д.

Рис.21 показывает соответствующее разбиение для элементарных движений, из которых составляются демонстрации большого пёстрого дятла (Фридман, 1992а, 1993а). Разные элементарные движения альтернативны друг другу, что отражает дискретность процессов изменений внешнего облика демонстрирующей особи в процессе коммуникации. Изменения разной интенсивности происходят за счёт движений соответствующих частей тела по направлениям ***A-K*** **рис.21**.

Рисунок 21. Репертуар выразительных движений большого пёстрого дятла, используемый в социальной коммуникации. ***A-K*** – основные направления изменений внешнего облика животного через движение соответствующих частей разной интенсивности (степени свободы). 1-3 - разные уровни интенсивности движения, на которых фиксируется движимый ЭДА орган. По: Фридман, 1992а, 1993а.

Примечание. Когда элементарное движение животного подчёркнуто чётко фиксируется на уровнях 1-3, а перемещение между ними происходит рывком, логическая возможность изменения внешнего облика животного направлениях ***A-K*** реализуется в виде дискретных «атомом» поведения – выразительных движений животного, из которых складываются «молекулы» - демонстрации

Так, «распадение» континуума телодвижений животного на элементарные «кванты», моделирующие единичную, двойную, тройную и т.д. «порции» экспрессии по одному из направлений изменения облика, происходящее именно и только в социальной сфере, изучено нами на примере реакции выдвижения крайних рулевых у большого пёстрого дятла.

Данное телодвижение – исключительно демонстрация: у всех пёстрых дятлов 6-я пара рулей не выполняет опорной функции, так что их выдвижение может быть связано либо с демонстрированием, либо с общим неспецифическим возбуждением животного, которое происходит в равной мере и при физическом усилии, и в специфической социальной ситуации.

Крайние рулевые больших пёстрых дятлов обладают специфическим рисунком, тип которого (тёмное основание и 2 поперечных полосы) общий с другими видами рода *Dendrocopos* – белоспинным *D.leucotos*, средним пёстрым *D.mediis*, сирийским *D.syriacus* и малым пёстрым дятлами *D.minor*. Однако только у больших пёстрых дятлов наблюдается исключительный полиморфизм рисунка крайних рулевых, сравнимый с разнообразием окраски воротников турухтана *Philomachus pugnax* – нет двух повторяющихся, так что тип рисунка чётко маркирует особь, а все владельцы территории чётко индивидуализированы этим рисунком (Бутьев, Фридман, 2005).

Более того, как только плотность осенне-зимних группировок превысит 14-15 особей/км², дятлы начинают жёстко охранять и патрулировать территории по всему периметру границ, тогда как до этого они охраняли лишь центр участка и главные кузницы. В этом случае резиденты в группировку подбираются так, что каждый обладает своим собственным рисунком рулевых, резко отличающимся от рисунка соседей. Более того, рисунки крайних рулевых в плотных поселениях наиболее несхожи у соседних особей, и именно у тех, которые чаще всего вступают в территориальные конфликты друг с другом. У территориальных соседей, взаимодействующих редко или вовсе не взаимодействующих между собой, степень сходства рисунка рулевых существенно выше. Максимальная она у особей, чьи территории находятся на разных концах поселения и поэтому никогда не пересекаются и, наоборот, наибольшее несходство рисунков наблюдается между самцом и самкой в брачных парах, которые у данного вида образуются объединением одиночных территорий самцов и самок (Бутьев, Фридман, 2005).

И именно у больших пёстрых дятлов выдвижение рулей является демонстрацией территориальной агрессии, причём обладающей наибольшим релизерным эффектом из всех восьми демонстраций агонистического репертуара (**рис.22**). У других пёстрых дятлов выдвижение крайних рулевых - редкая эпизодическая реакция, всегда связанная с физическим усилием и сопряжённая с раскрыванием хвоста (на фоне которого собственно выдвижение рулей практически незаметно).

Напротив, у больших пёстрых дятлов выдвижение рулей происходит преимущественно независимо от раскрывания хвоста. В агонистической ситуации, а особенно при охране территории, выдвижение рулей всегда независимо от раскрывания хвоста, из-за чего появление и исчезновение по бокам тёмного хвоста светлых пятен с рисунком выглядит как хорошо заметный, резкий сигнал (Симкин, 1976а; Фридман, 1993а, 1996а-б, 1998).

Рисунок 22. Репертуар территориальной агрессии большого пёстрого дятла *Dendrocopos major*: демонстрации как специфические корреляции выразительных движений, инвариантные относительно изменений контекста. По: Фридман, 1998, 1999, 2006.

A. Демонстрации территориальной агрессии №№1-8, выделенные как устойчивые комбинации выразительных движений, исходно моторно не связанных друг с другом (стрелки). Прочие комбинации движений, постоянно возникающие на волне агрессивного возбуждения животного, не обладают ни высокой коррелированностью предъявления разнородных движений в составе комбинации (*B*), ни сравнимой устойчивостью корреляций относительно изменений контекста (*B*).

Обозначения Демонстрации «расставлены» на градиенте от центра к границе территории в соответствии с тем, где данные демонстрации чаще всего «открывают» конфликт: сигналы угрозы №№1-4 – в центре собственной территории, амбивалентные демонстрации №№5-6 – в районе границы, позы подчинения №№5-6 – на чужой территории.

B. Скоррелированность предъявления ЭДА как устойчивая характеристика демонстраций, отделяющая их от экспрессивных реакций животного, «демонстративных», но не обладающих устойчивой формой. Ось абсцисс - уровни гетерогенности выборки: 0. Основная выборка – 14 особей, наблюдения с

октября 1997 по февраль 1998 года, +1 – + Разные уровни возбуждения особей, +2 - +Изменения социального статуса тех же индивидов, +3 - +Новые взаимодействия особей в другие недели и месяцы наблюдений, +4 - +Разные годы жизни особей в данной группировке, отличающиеся урожаем семян и связанной с ним плотностью, +5 - +Птицы из разных группировок, отличающихся степенью постоянства данного «узла» в сети поселений вида, +6 – +Птицы разных географических популяций и/или подвидов. Ось ординат – скоррелированность предъявления ЭДА в составе комбинации, коэффициент ассоциации Пирсона (rA).

B. Устойчивость корреляций ЭДА, образующих территориальные демонстрации №№1-8, к изменениям контекста, в противовес неустойчивости демонстраций иного контекста и экспрессивных реакций. Ось абсцисс – уровень возбуждения животного, мера напряжённости ситуации взаимодействия, ось ординат – скоррелированность предъявления движений в составе комбинации, коэффициент ассоциации Пирсона (rA).

Примечание. Высокая скоррелированность предъявления движений, моторно не связанных друг с другом до объединения их в общую комбинацию, обеспечивает специфический образ последней, позволяет с высокой точностью распознавать его в процессе взаимодействия и дифференцировать от образов других демонстраций. Устойчивость корреляций к изменениям контекста обеспечивает инвариантность воспроизведения формы сигнала разными особями, в разном мотивационном состоянии, в противодействии разным противникам и пр.

Кроме того, что само по себе выдвижение крайних рулевых «до упора» - наиболее эффективная демонстрация территориальной агрессии (в этом случае по бокам хвоста как бы «вспыхивают» два светлых пятна с рисунком, которые фиксируются в выдвинутом состоянии и подолгу демонстрируются партнёру так, что угрожающая особь всё время поворачивается к оппоненту спиной и слегка подгибает хвост, как бы сужая рулевые под нос противнику), в комбинации с другими телодвижениями оно образует остальные 7 территориальных демонстраций (Фридман, 1993а, 1999, 2006). Как бы ни были вычурны образы последних, созданные движением корпуса, шеи и клюва, или специфической локомоцией (замещающие прыжки), все демонстрации территориальной агрессии, помимо них также включают в себя выдвижение крайних рулевых с демонстрацией выдвинутых светлых перьев противнику (рис.22, также Фридман, 1993а, 1998, 1999).

Все эти 8 поз используются только в охране одиночных территорий в осенне-зимний период. Сами по себе агрессивные стычки между дятлами вполне обычны и вне контекста охраны осенне-зимней территории – во время ухаживания, при охране самцом объединённой территории после образования пары (будущего гнездового участка), во время агрессивных столкновений перемещающихся и/или нетерриториальных птиц на кормушках или в месте кормления и пр. Однако здесь они никогда не сопровождаются данными демонстрациями, несмотря на присутствие (и преобладание) агрессивной мотивации у участников (Фридман, 1993а, 1996а).

Охрана одиночных территорий в осенне-зимний период зафиксирована у *D.major*, но отсутствует у других близких форм, объединяемых с собственно *D.major* в надвид в статусе полувидов – у сирийского дятла, белокрылого дятла *D. (major?) leucopterus* и

китайского дятла *D. (major?) cabanisi*. Соответственно, демонстрация выдвижения крайних рулевых присутствует у больших пёстрых дятлов и отсутствует у трёх остальных форм, с которыми *D.major* регулярно гибридизирует в зонах симпатрии (в отношении сирийского и белокрылого дятлов это можно утверждать с определённостью, Фридман, 1996а; Бутьев, Фридман, 2005).

При любом физическом напряжении или высоком возбуждении птицы крайние рулевые непроизвольно выдвигаются наружу и тем самым как бы демонстрируются партнёру. Но тогда они выдвигаются вместе с развернутым веером хвостом, там акт выдвижения крайних рулевых - не более чем составная часть общего действия разворачивания хвоста, которое явно не имеет никаких сигнальных значений и не связано с агрессивной мотивацией.

Тот же акт выдвижения рулей в составе демонстраций территориальной агрессии выглядит совершенно иначе. Само действие выдвижения пера совершается самостоятельно, полностью независимо от движений хвоста, чаще всего остающегося сложенным (по крайней мере, в начале взаимодействия, пока уровень возбуждения невысок). Предъявление рулевых здесь максимально фиксировано: они или выдвинуты до упора, и ширина выдвижения не меняется со временем, с изменением уровня возбуждения и пр., пока не закончится исполнение демонстрации и птица либо не прекратит демонстрировать вовсе, или через паузу перейдёт к следующей демонстрации. Или рулевые выдвинуты наполовину, и также фиксированы в данном положении, как при выдвижении полностью, или же полностью сложены (последнее в случае исполнения во время территориальных конфликтов неагонистических демонстраций, скажем брачных, что довольно обычно весной и осенью при охране территории от особей противоположного пола).

Промежуточные значения «степени выдвижности» рулевых в территориальных взаимодействиях больших пёстрых дятлов отмечаются намного реже, чем у стеллеровой сойки, они всегда мимолётные, не фиксированные, быстро сдвигаются к одному из трёх «устойчивых положений» органа (табл.8).

Таблица 8.
«Квантованность» выдвижения крайних рулевых в составе демонстраций территориальной агрессии, континуальность той же реакции вне демонстрирования

Table 8.

Обозначения. В таблице дана частота наблюдений актов выдвижения рулей с разной интенсивностью в разных контекстах общения. Типы контекстов: **I** – высокое возбуждение вне взаимодействия (в том числе непосредственно перед началом обмена демонстрациями или сразу после завершения конфликта), **II** – во время взаимодействия, в паузах между предъявлением демонстраций в периоды бездействия, смешённой активности и т.п. «лакуны» в обмене демонстрациями, **III** – во время стереотипного предъявления демонстраций, как территориальных, так и иных (например, ухаживательных). Определённое положение – рулевые фиксируются в выдвинутом состоянии на время, в 3-5 раз превышающее время выдвижения, неопределенное положение - рулевые не фиксируются в выдвинутом

состоянии, которое сразу же сменяется иным, так что выдвижение оказывается не демонстрацией, а мимолётным актом. В неопределенном положении точно зафиксировать степень выдвижения рулей удаётся в абсолютном меньшинстве случаев, поэтому сумма случаев в трёх нижних строках таблицы меньше их общего числа.

Примечания. N = 795 статистических независимых случаев предъявления рулей в контекстах I-III, зафиксированные у владельцев одиночных территорий одного поселения в национальном парке «Лосинный остров» в период сентября-марта 2003 и 2004 гг., 13 самцов, 10 самок и 19 молодых птиц, включая тех, которые пытались закрепиться в группировке в сентябре-октябре, но не смогли удержать территории). Чтобы исключить канализующее влияние прежних демонстраций на эту, в анализе использовали лишь случаи, когда раскрывание рулевых было самой первой демонстрацией после начала взаимодействия (которое определяли по направленному сближению птиц).

Если же рули выдвигаются независимо от предъявления демонстраций (в паузах между ними), мы видим почти идеальный континуум по степени выдвижения пера. Равновероятно встретить рули, выдвинутые чуть-чуть, выдвинутые наполовину, или же выдвинутые полностью, причём все промежуточные значения степени выдвижения присутствуют с той же частотой, что и экстремальные значения.

Тот же самый континуум в степени выдвижения рулевых виден при высокой степени возбуждения птиц вне контекста социальной коммуникации (*табл.8*). Единственное отличие: здесь существенно больше нефиксированных, «мимолётных» движений, тогда как в территориальных взаимодействиях, даже в паузах, выдвижение крайних рулевых практически всегда фиксируется у «конечной точки» на долгий срок.

Следовательно, лишь в контексте территориальной агрессии выдвижение крайних рулевых делается порционным и квантованным действием, элементарным «кирпичиком», из которого формируются все территориальные демонстрации вида (посредством «стыгивания» разнородных движений, показанных стрелками на **рис.22A**, специфическими корреляциями по времени предъявления). Высокая одновременность исполнения разнородных телодвижений, включающих обязательное выдвижение рулей, формирует серию целостных образов, которые обозначаются как демонстрации территориальной агрессии №№1-8 (**рис.22A**).

То же движение в ином контексте выглядит совершенно иначе – как нефиксированная реакция, континуум движений, обычно с неопределенным концом, неустойчивым проявлением и т.п. Такие движения могут суммироваться друг с другом в рыхлые комплексы, но никогда не сопрягаются друг с другом настолько точно, что исполнение разнородных движений в составе комплекса одновременно настолько же, насколько одновременны выразительные движения в составе демонстраций (притом, что разнородность последних значительно выше, Фридман, 1993а-б, 1998, 2006, 2007).

Подчеркну, что при образовании территориальных и брачных демонстраций *D.major* «взаимное сцепление» идёт между движениями, которые с самим актом выдвижения рулей никак моторно не связаны - с прогибанием спины, вытягиванием шеи под углом 45° к субстрату, с движениями передней частью тела взад-вперёд и пр. И

взаимная сопряжённость выразительных движений, образующих в комбинации друг с другом формы видовых сигналов (**рис.22Б**) оказывается жёстче и устойчивей, чем сопряжённость моторных актов, вместе образующих какое-то одно повседневное действие животного вне демонстрирования. Например, чем сопряжённость движений крайних и центральных рулевых при раскрывании хвоста веером, или качаний крыльев и корпуса при неритуализированной атаке на противника.

Лишь в составе восьми территориальных демонстраций *D.major* образ демонстрации крайних рулевых настолько *дискретизирован*, что можно говорить об *инвариантности сигналов*, «поданных» партнёру актами предъявления рулей (*табл.8, рис.7В*, Фридман, 2006, 2007). В этом случае специфический образ, по которому идёт распознавание и отреагирование сигнала, в актах демонстрации рулей реализуется с минимумом искажений или видоизменений «типа», хотя бы эти акты совершались разными особями, с разным уровнем возбуждения, с разной степенью физического напряжения, и пр.

То есть значащие элементы - демонстрации - образуются не из непрерывных и пластичных движений животного, пусть даже возбуждённого некой ситуацией взаимодействия, а из дискретных и фиксированных "квантов действия", исполняющихся подобным образом именно для образования демонстраций и никогда не появляющихся в ином контексте. Эти «кванты» были названы нами **выразительными движениями**; по сути, они представляют собой модели движений единичной, двойной, тройной и т.д. экспрессии, изменяющих облик животного в направлениях $1, 2, 3 \dots j$, где $1-j$ – степени свободы изменений внешнего облика заданные телесной организацией (**рис.21**).

Дискретность и фиксированность исполнения выразительных движений, превратившая их в «модели» и «кванты интенсивности изменения облика особи», встречается именно и только в контексте предъявления и смены демонстраций. Она *не фиксируется* в периоды отсутствия коммуникации, между взаимодействиями, и даже в паузах между демонстрациями «внутри» собственно взаимодействия.

Если говорить о визуальных сигналах, то каждое такое движение изменяет положение определённой части тела в пространстве на некую единичную величину, создавая как бы «квант действия», моделирующий специфическую экспрессию животного и, тем самым, атомарное изменение облика в ходе демонстрирования. Более крупные единицы - «молекулы поведения», демонстрации – образуются из таких «атомов» путём стягивания их образующими корреляциями (**рис.21-22**), специфическими для ситуации и устойчивыми относительно изменений контекста.

Направления **рис.21** становятся степенями свободы изменений внешнего облика особи при конструировании формы потенциальных сигналов из движений разных частей тела и комбинаций, складываемой из этих движений. Для акустических сигналов степенями свободы будут аналогичные направления, в которых возможно изменение звуков, производимых голосовым аппаратом, для запаховых – возможности техники и

тактики маркировочного поведения и т.д. (Фридман, 2007, 2008а).

«Квантованность» выразительных движений животного состоит том, что на каждом из таких направлений существует k (обычно 2-7) дискретных уровней, задающих единичную, двойную, тройную ... k -ную амплитуду изменения облика животного в данном направлении через именно это движение. Последнее может быть зафиксировано на каждом из уровней, и так удерживаться довольно долго, но *между уровнями* изменения происходят рывком (время фиксации $>$ времени перехода в 3-10 раз). Квантованность создаётся именно контрастом между фиксацией и рывком, тогда как для экспрессий, связанных с возбуждением, типично отсутствие фиксации и плавный переход от одного уровня к другому (рис.21, табл.8, также Coutlee, 1967; Brown, 1975; Andersson, 1976; Popp, 1987а).

Одни и те же движения (причём восходящие к обычным действиям повседневной активности) «квантуются» тогда, когда используются для складывания «значащих» единиц в коммуникативном процессе и оказываются непрерывны вне взаимодействий, даже если производятся с той же экспрессией (Фридман, 1992а, 1993а). Следовательно, «квантованность» исполнения выразительных движений делает их из простого действия моделью единичных, двойных и т.д. экспрессий, изменяющих облик особи в одном из N направлений. Это также связано со «складыванием» специфических демонстраций, как деление звукового потока на фонемы связано с образованием слов (Фридман, 2006, 2007).

Все конкретные схемы разбиения движений, изменяющих внешний облик животного на отдельные направления, в которых фиксируются соответствующие изменения, оказываются видо- и контекстоспецифичными. Благодаря этому видовой набор «атомов поведения» - выразительных движений животного может быть описан также подробно, как и набор демонстраций, но с большей точностью выделения единиц (Панов, 1978; Костина, Панов, 1979; Панов и др., 1991; Фридман, 1992а, 1993а, 1994; Иваницкий, 1997).

Если добавить, что выразительные движения никогда не имеют коммуникативного значения сами по себе (точней - не имели такого значения везде, где это специально исследовали, Stokes, 1962а-б; Coutlee, 1967; Andersson, 1976; Golani, 1976; Moran et al., 1981; Nuechterlein, Storer, 1982), то наличие «двойного членения» знаков в социальной коммуникации животных вполне доказано и вполне изоморфно «двойному членению» речевых знаков в человеческой коммуникации.

Во-первых, при объединении в составе комбинации образы отдельных движений целиком растворяются в специфическом образе целого. Последний не суммируется из частных образов движений-элементов, а *синтезируется de novo* в каждом отдельном акте демонстрирования, включающем выбор демонстрации и её стереотипное исполнение, предъявляющее оппоненту соответствующий образ сигнала. Сигнальное значение комбинаций сохраняется при сохранении необходимого уровня стереотипности предъявления, обеспечивающего устойчивость «нужной» комбинации ко всем изменениям

стимуляции вовне и мотивации внутри индивида, какие возможны в данном взаимодействии. Для *D.major* это непосредственно показано нами (Фридман, 1995, 1998, 1999, 2006).

Во-вторых, все выразительные движения происходят из состава повседневной активности. Их предшественники легко опознаются в действиях гнездостроительной, кормодобывательной и комфортной активности; так, движения маркировочного поведения млекопитающих развиваются из действий при дефекации или мочеиспускании и т.п. При переносе в коммуникативную сферу и исполнении как выразительное движение действие-предшественник в целом сохраняет свою характерную форму. Каждое отдельное «движение» вполне может быть опознано как таковое, хотя, будучи «выразительным», предъявляется вне соответствующего контекста и с повышенной экспрессивностью, соответственно большему возбуждению в ситуациях коммуникации (Andersson, 1976, 1980; Панов, 2005а, б).

Однако коммуникативное значение имеет только комбинация элементарных движений (каждое из которых само по себе незначимо), и только при скоррелированном исполнении разнородных движений и достаточной устойчивости корреляций к изменениям контекста. Впервые это было показано в анализе образования агонистических демонстраций из выразительных движений у разных видов синиц рода *Parus* A.W.Stokes (1962а-б).

Сперва он исследовал скоррелированность предъявления элементов в составе комбинаций, далее сигнальные эффекты целого - демонстраций сравнивали с таковым их субъединиц. Так, в агонистических демонстрациях лазоревки *Parus caeruleus* были определены корреляции между 9 компонентами демонстраций, из которых наиболее существенны положение хохолка, тела, затылка, крыльев и ориентация относительно партнёра. Обнаружены 31 парная корреляция из 36 возможных. Одни корреляции были положительны - распустив хвост веером, птица обычно поднимала крылья, другие отрицательны: взъерошив оперение на голове, птица никогда не поднимала крыльев, не распускала хвоста и не поднимала клюв (Stokes, 1962а-б).

Корреляции между отдельными элементами демонстраций и последующим поведением атаки или бегства были крайне слабы. Это обусловлено взаимодействием элементов, складывающихся в устойчивые комбинации. Например, взъерошивание хохолка на затылке увеличивает вероятность нападения в ситуации, не связанной обычно с агрессией, но уменьшает её, если птица уже приняла агрессивную позу. Подобные составные элементы демонстраций в агонистических взаимодействиях синиц появляются, как правило, в определённых комбинациях. И вот они с последующим поведением связаны уже гораздо более жёстко (Stokes, 1962а-б).

Одна комбинация в 94% случаев приводит к бегству, после другой птица в 79% случаев остаётся на месте, за третьей в 49% случаев следует нападение. Далее было показано, что устойчивые корреляции элементарных действий как раз и образуют те

агонистические демонстрации, предъявление которых обеспечивает предсказуемость и специфичность ответа партнёра, позволяет обоим участникам конфликта чётко прогнозировать поведение друг друга и принимать решение о двигательном ответе на сигнал, будь то бегство, замирание, ответ другой демонстрацией и пр. (Stokes, 1962a-b).

Следовательно, A.W.Stokes обнаружил, что для партнёров животного и для самого демонстратора информативны именно комбинации элементарных движений, и лишь когда предъявляются скоррелировано друг с другом, так что обладают специфическим образом, превращающим их в демонстрацию (Stokes, 1962a-b). Только такие элементы передают информацию о намерениях демонстратора, которая не содержится ни в какой из их составных частей, даже в тех, что происходят из движений намерения животного и, казалось бы, могли быть «значимы».

Каждое из выразительных движений, образующих демонстрацию, может лишь неспецифически возбуждать оппонентов и самого демонстратора. Хотя все они в той же степени вызваны специфическим конфликтом мотиваций «внутри» особи, что и сама демонстрация, лишь эти целые, образуемое комбинированием выразительных движений по ходу процесса взаимодействия (и далее преобразуемое в другую целостность при смене демонстрации) могут информировать о намерениях и действиях животного.

Из работы A.W.Stokes и других авторов (Davis, 1988; Фридман, 1992а, 1993а, 1999; Peters, Evans, 2003а-б) следует, что коммуникативная действенность демонстраций связана именно с распознаванием их специфических инвариантов формы, которые

а) реально обнаруживаются в поведенческих последовательностях самой особи и её партнёров, «подчёркиваются» при демонстрировании и «выделяются» направленным внимание реципиента к соответствующим «структурам поведения»,

б) сигнальная эффективность которых не редуцируется к сумме воздействий, оказываемых составными элементами демонстрации и в некотором роде противоположно ему. Так, воздействие выразительных движений по отдельности лишь неспецифически возбуждает животное, воздействие формы сигналов как целого – напротив, имеет специфический и информационный характер.

С другой стороны, именно жёсткость и устойчивость корреляций между движениями, совместно предъявляемыми в составе визуальных, акустических, запаховых и иных демонстраций, задаёт *специфичность образов* этих последних, но не влияет на «ритуализированность» и «демонстративность» образующих их элементарных движений. Следовательно, лишь нередуцируемость формы демонстраций до облика элементарных движений может выразить мотивацию животного, и сделать это способом, «общепонятным» для партнёров животного (= позволяющим выбрать оптимальную программу поведения в соответствующей проблемной ситуации). Соответственно, «сигнальность» всех комплексов выразительных движений животного тем выше, чем сильней они нарушают закон гетерогенной суммации А.Зайца (Seitz, 1940-1941).

При наличии «двойного членения» знаки в коммуникации животных можно прямо

сопоставлять с человеческими знаковыми системами. В языке значащие единицы - слова - также образуются из незначащих единиц (моделей звуков - фонем). Ориентируясь только на сообщения этих знаков, можно выбрать наиболее адекватный ответ на сигнал с точки зрения индивидуальной стратегии демонстрирования, сложившейся в данном конфликте, и «точно выразить» свой ответ в знаках той же системы, одном или нескольких следующих друг за другом. Как и в человеческом языке, за знаками и знаковыми последовательностями здесь «стоят» дифференцированные модели поведения особей в дифференцированных ситуациях взаимодействия, которые (модели) реализуются через те же знаки.

Значащие элементы поведения – демонстрации образуются тогда, когда составные элементы комплексов действий «стянуты» корреляциями настолько сильно, что разнородные выразительные движения в составе демонстрации исполняются строго одновременно (что и делает эти движения «демонстративными», то есть «вычурными» и «неестественными»). Те же самые элементы вне демонстрации могут объединиться в данную комбинацию только случайно, и лишь на короткое время, на гребне волны возбуждения животного. Та же самая комбинация элементов в составе демонстраций, напротив, сохраняется устойчиво и предъявляется стереотипно, несмотря на противодействие оппонента и сугубую разнородность выразительных движений, происходящих из разных видов несигнальной активности. Это делает форму демонстрации уникальной и строго специфической, несводимой к суммарному облику элементарных движений, составляющих каждый значащий элемент и, следовательно, легко дифференцируемой от «не-демонстраций».

Именно *специфические ограничения* на комбинаторику выразительных движений определяют формы конкретных сигналов, которые должны быть «собраны» и воспроизведены в специфической «точке» процесса взаимодействия, а затем, по мере развития ситуации, вовремя «разобраны» с «самосборкой» следующего сигнала (продукта прошлого выбора поведения на основании сигнальной информации).

Надо сказать, что к идее «двойного членения» знаков в коммуникации животных мы пришли от проблемы описания демонстраций животного. Мы пытались ответить на вопрос: как описывать динамичные процессы смены одних сложных демонстраций другими в процессе взаимодействия, чтобы описание было объективным, структурным, без неявного привнесения функциональных интерпретаций и без вмешательства «устойчивого впечатления» наблюдателя[1]?

Краеугольный камень в решении этой задачи заложил Е.Н.Панов (1978) с его идеей разбиения всего множества возможных телодвижений животного на некие логические единицы – элементарные двигательные акты (*ЭДА*). Дальше наблюдаемые демонстрации животного описываются как комплексы *ЭДА*, а их изменения по ходу процесса - как актов приобретения и смены отдельных *ЭДА*. Количество признаков, или мерностей, для описания поведения через выделение *ЭДА* и установление их устойчивых комбинаций,

сперва выбирается произвольно, в зависимости, скажем, от степени "эмоциональности" вида и разнообразия телодвижений в напряжённых ситуациях.

В анализе поведения синегрудого перепела использовали 16 признаков с числом состояний от 1 до 4 (Schleidt et al., 1984), в анализе поведения озёрной чайки - 4 признака, от 3 до 5 состояний у каждого из них (van Rijn, 1981). Исходно произвольное разбиение по ходу анализа всё больше приближается к реально существующим дискретным уровням интенсивности экспрессий, в разных направлениях изменяющих облик животного. Привязываясь к этим уровням, **ЭДА** - исходно чисто логические единицы анализа - постепенно превращаются в выразительные движения = реальные «кванты действия», модели единичных экспрессий, из которых складываются более сложные элементы – демонстрации. То есть, «отталкиваясь» от **ЭДА** как условных единиц, исходно выделенных исключительно для удобства классификации, наш анализ ведёт к выделению реально существующих элементов – выразительных движений, поскольку направлен на отделение «квантованных» движений и «уровней квантования» от всех остальных телодвижений животного, и рассмотрением только первых как «атомов поведения» (Фридман, 1993а-б, 1994, 2007).

Набор соответствующих «квантов» специфичен для вида и филогенетической линии, объединяющей несколько близких видов (род, подрод, триба, подсемейство). Это хорошо показано даже в работах авторов, считающих **ЭДА** логической условностью, а не способом выделения реальных «атомов» поведения – выразительных движений, из которых комбинируются демонстрации (Панов, 1978; Панов и др., 1991; Иваницкий, 1997). Видо- и родоспецифическое разнообразие последних определяет и соотношение атомов «разного сорта» (связанных с движением разных частей тела, в разном режиме) и, как таковое, есть существенная характеристика видовой этограммы.

Сам Е.Н.Панов (1978: 48-54) в соответствие со своими теоретическими взглядами считал **ЭДА** условностью, элементами, выделенными лишь для удобства описания. Он рассматривал выразительные движения (в его терминах – **ЭДА**) как чисто логические единицы дробления поведенческого потока. Однако на основании данных, анализированных выше, можно считать, что некоторые из логически возможных **ЭДА** – реальные «атомарные» движения, из которых складывается «молекула» - демонстрация. Поэтому я использую термин **«выразительные движения»**, чтобы отличить реально существующие действия животного по «сборке» и «удержанию» демонстрации от **ЭДА** Е.Н.Панова как чисто описательных единиц.

Его **ЭДА** – лишь логические возможности изменения силуэта птицы в определённых направлениях и с определённой амплитудой отклонения от обычной позы. Поскольку **ЭДА** вводятся лишь для удобства описания, в интерпретации Е.Н.Панова им придана соответствующая онтология. По его мнению, последовательные реализации разных возможностей и разных направлений изменения силуэта птицы не разделены периодом стереотипного удержания предыдущего выразительного движения, но связаны

рядом плавных и непрерывных переходов (Панов, 1978: 48-54).

На деле это совершенно не так. Вышеприведённые примеры показывают, что именно когда элементарные движения животного складываются в **КФД**, далее используемый как демонстрация, они оказываются «квантами» действия индивида в области ритуализации своих агрессивных, сексуальных или иных побуждений, «с целью» образования специфических сигналов в специфических ситуациях процесса. Ничего подобного не происходит, когда то же самое возбуждение оказывается неспецифическим, возникает вне связи с коммуникативной ситуацией и вне процесса «самосборки» соответствующих **КФД**. Выразительные движения в моём понимании также реализуют потенциальные возможности изменения силуэта птицы. При неспецифическом возбуждении животного все возможные направления изменений силуэта птицы должны быть равнозначными и отличаться друг от друга только большей или меньшей «инерционностью» разных частей тела. Для качаний корпусом нужен больший уровень возбуждения, чем для раскрывания хвоста, а для трепетания крыльями – больший, чем для их отведения. При примерной *равнозначности разных направлений* изменения силуэта птицы выразительные движения, последовательно реализующие данные возможности, должны быть связаны плавными переходами. Очевидно, в этом континууме отдельные элементарные движения действительно выделимы только условно, как и предполагает Е.Н.Панов.

Но в процессе социального взаимодействия, и при образовании его «значащих структур» - демонстраций разные направления изменения силуэта птицы уже *не будут равнозначими и равновозможными*, так как все элементарные единицы – выразительные движения – будут складываться в коммуникативно-значимые комбинации, обладающие своей специфической степенью инвариантности формы и устойчивости к изменениям контекста. При таком образовании демонстраций исполнение экспрессивных движений животного делается фиксированным и дискретизируется, так что чисто логические единицы **ЭДА** делаются вдруг реальностью, превращаются в модели экспрессивных движений, изменяющих видимый облик особи в определённом направлении и на определённое число единиц, задающих уровни интенсивности изменений.

Наши выразительные движения и есть соответствующие «кванты действия»: будучи дискретными «атомами поведения», они бессмысленны при изолированном исполнении (когда лишь возбуждают демонстратора и реципиента), а нужны для образования значащих единиц или «молекул поведения» – демонстраций. «Квантование» выразительных движений при складывании демонстраций происходит благодаря тому, что из всего множества возможных действий животного, соответствующих **ЭДА** Е.Н.Панова, наибольший приоритет получают движения, которые

- 1) Быстро переводят нужные части тела птицы именно в нужные «позиции» (то есть в те, которые данная часть тела займёт «внутри» соответствующей демонстрации) и

2) надолго фиксируют в них данный орган.

То есть действия, приводящие соответствующий орган животного «вдоль» соответствующего направления изменений к одному из вышеназванных дискретных уровней, не позволяя органу «задерживаться» между ними (Фридман, 1993а, 1998, 1999, 2006; Hurd, Enquist, 1998, 2001).

То и другое придаёт соответствующим движениям выразительность, указывая не столько на экспрессию, сколько на высокую **стереотипность** исполнения. Поэтому в потоке действий компетентных участников коммуникации (= возбуждённых, активно демонстрирующих, адекватно отвечающих на демонстрации партнёра выбором одной из N демонстраций того же ряда), фиксированным исполнением и «квантованностью» характеризуются только те выразительные движения, которыми сложены ритуализированные демонстрации. Но никогда - экспресс-реакции животного, вполне сопоставимые с первыми по демонстративности и экстравагантности исполнения (да и по типу движений они могут быть очень близкими между собой).

Иными словами, рост специфического возбуждения животного в связи с коммуникативной ситуацией, повышение общей готовности к компетентному участию в процессе общения проявляется в первую очередь в *дискретизации* набора выразительных движений животного, который участвует в «самосборке» специфических демонстраций в специфических ситуациях процесса.

Вопреки всему этому, модель Е.Н.Панова (1978, 1983а, 1989) предполагает семантическую пустоту коммуникативных сигналов, образуемых комбинаторикой **ЭДА** + идеальный континуум изменения выразительных движений особи-демонстратора. Он так и не сделал следующий естественный шаг - посмотреть, а не соответствуют ли **ЭДА** как единицам, выделенным логикой нашего анализа, некие дискретные «атомы» поведения в природе? Коль скоро специфический облик демонстрации определяется именно скоррелированным исполнением разнородных движений (силой корреляций и их устойчивостью к изменениям контекста), а не суммой обликов соответствующих элементарных движений, может быть, соответствующие формы демонстраций существуют вполне объективно, иначе зачем бы особям предпринимать специальные усилия по дискретизации демонстраций в потоке поведения? Да и сигнальную действенность демонстрации обретают лишь при скоррелированном исполнении всех своих составляющих, как это показано A.W.Stokes (1962а-б), о работах которого Е.Н.Панов безусловно знал.

Мы сделали этот шаг, и сразу пришли к интересному результату. В нашем анализе территориальной агрессии большого пёстрого дятла специфические единицы процесса - демонстрации выделялись как устойчивые комплексы выразительных движений *разного происхождения*, которые, тем не менее, исполняются строго скоррелированно. Их случайное «сцепление» в данную комбинацию, а тем более строго совместное исполнение в таком случае совершенно невероятно, и позволяет наделять этот вычурный, «неестественный» комплекс специфическими сигнальными свойствами (**рис.22Б-В**).

Последние проверяются в ходе функционального анализа (Фридман, 1998, 2006, 2007).

Из всего многообразия поведения этого вида в контексте охраны территории таким способом выделяется 8 элементов – демонстраций, обладающих специфической формой, отвечающих трём условиям *обособленности* и *устойчивости* единиц поведения в коммуникативном процессе. Во-первых, неслучайности связывания выразительных движений животного в комбинации **рис.22A**, во-вторых, строго скоррелированного исполнения разнородных движений в составе комбинации независимо от изменений контекста (**рис.22Б-В**). В-третьих, устойчивости воспроизведения специфических инвариантов формы сигнала в телодвижениях демонстратора, при точности однозначности распознавания сигнальных форм реципиентами (Фридман, 1992а, 1993а, 1995а, 1998, 2006).

Аналогичное выделение демонстраций произвели для территориального и брачного поведения 8 других видов пёстрых дятлов (рода *Dendrocopos* и *Picoides*) фауны бывшего СССР. Составленные описания наборов выразительных движений разных видов и эффективное выделение демонстраций ухаживания и угрозы как скоррелировано исполняемых комбинаций выразительных движений показало, что демонстрации как специфические структуры процесса всегда чётко отделяются от континуума несигнальных реакций особей и друг от друга. Более того, найденное разделение процессов взаимодействия на дискретизирующиеся структуры со специфической формой – демонстрации и континуум «фона» крайне *существенно для самих участников и зрителей взаимодействия*.

Именно специфичные формы текущих демонстраций (не эффекты воздействия и не контекст!) ориентируют их в выборе демонстраций на «следующем шаге» процесса, которые

а) были бы наиболее эффективны в плане противостояния оппоненту здесь и сейчас и

б) наиболее перспективны в плане выигрыша взаимодействия в «ожидаемом будущем», с наибольшей вероятностью направления процесса к одному из приемлемых исходов (Фридман, 1995а, 1996а, 1998, 1999, 2006). Аналогичные результаты получены для других видов птиц (Hurd, Enquist, 2001) и ящериц (Peters, Evans, 2003а, б; Ord, Evans, 2003).

Этим демонстрации, обладающие сигнальной функцией, отличаются от **эмоциональных сигналов** – столь же ярких и «узнаваемых» элементов поведения, но в отличие от них не обладающих перечисленными признаками и, следовательно, инвариантностью формы. Первые точно воспроизводимы благодаря скоррелированности телодвижений, неслучайным образом собранных в «неестественную комбинацию», и узнаваемы благодаря воспроизводимости. Вторые никогда не воспроизводятся точно, разные комбинации плохо отделимы от «фона» и друг от друга, скоррелированность исполнения разных элементов в составе комбинации или низка, или неустойчива к

изменениям контекста (**рис.22В**). Так, она неизменно зависит от уровня возбуждения животного и интенсивности открытой агрессии партнёра (Фридман, 1992а, 1993а-б, 1996а-б, 1998, 2006).

Поэтому наша модель социальной коммуникации утверждает существование чётко очерченных сигналов с определёнными «значениями» плюс своего рода «прерывистое равновесие» выразительных движений, изменяющих очертания тела птицы (для визуальных сигналов, для акустических изменяются «очертания» звуковых образов в песенной продукции птиц и т.п.). Наши данные в пользу объективности выделения демонстраций как «значащих комбинаций» выразительных движений, специфическая форма которых образуется за счёт жёсткой скоррелированности предъявления моторно несвязанных телодвижений животного, подтверждаются исследованием J.Finley et al. (1983), где демонстрации выделены другим методом.

Вышеперечисленные доказательства «двойного членения» в системах сигнализации животных рождают предположение, что демонстрации суть дискретные знаки, где важна именно устойчивость и специфичность образа, его дифференцированность от образов других демонстраций территориальной агрессии, образующих знаки с другим значением - в отличие от несигнальной активности, где значимы «мощность поведения», сила и эффективность действий. Они заставляют искать критерии для аналитического отделения сигнала от действия и для количественной оценки устойчивости и дискретности демонстраций.

Из вышеизложенного естественным образом следует, что специфические (или значащие) элементы поведения – демонстрации составлены из незначащих единиц (выразительных движений) *тем же способом*, как слова составляются из фонем. Основное различие – в демонстрациях животных образующие их корреляции показывают постоянство точно одновременного исполнения выразительных движений из состава комбинации, в человеческой речи существенны корреляции, «описывающие» порядок следования фонем друг за другом.

В таком случае знак (*но не стимул!*) в коммуникативных системах животных изоморфен речевому знаку, составленному сходным образом из моделей звуков – фонем (Барулин, 2002). Это заставляет считать, что механизм выделения значащих единиц в коммуникативном процессе и идентификации сигнальных форм участниками и «зрителями» последнего одинаков для визуальных, акустических, запаховых и т.п. демонстраций животных, и для знаков коммуникативных систем человека, вроде распознавания игровых позиций в шахматах, домино, или членораздельных звуков речи (описанных, например, в обзоре С.А.Бурлак, 2007). Без этой дискретизации демонстраций, с последующей идентификацией форм тех специфических элементов процесса, которыми «кодируются» значения сигналов, ответ на последние будет неспецифическим и неточным, не приведёт к устойчивой синхронизации поведения партнёров.

[1] последнее «нарезает» процессы взаимодействия на набор «кадров», которые и фигурируют в описании как «демонстрации». Они могут быть «яркими» и «характерными» (в смысле значимыми) с точки зрения наблюдателя, но несущественными для самих особей (Purton, 1978; Schleidt, 1982).