



Синергетика в гуманитарных науках

И. А. Евин

ИСКУССТВО *и* СИНЕРГЕТИКА

- ▶ Теория критических явлений
- ▶ Фракталы
- ▶ Неустойчивость композиционного равновесия в живописи
- ▶ Любовные истории и их математическое моделирование
- ▶ Фазовые переходы
- ▶ «Принцип аттракциона» С. М. Эйзенштейна с точки зрения синергетики
- ▶ Творчество и критические состояния
- ▶ Развитие искусства и принципы синергетики



URSS

И. А. Евин

ИСКУССТВО И СИНЕРГЕТИКА

Издание второе,
переработанное и дополненное



URSS
МОСКВА

ББК 22.318 28.071 28.707 32.818 5 85.1 85.33 85.37

Евин Игорь Алексеевич

Искусство и синергетика: Учебное пособие. Изд. 2-е, перераб. и доп.
М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. — 208 с.
(Синергетика в гуманитарных науках.)

В настоящем пособии рассматривается взаимосвязь структуры художественных произведений с законами функционирования мозга с точки зрения современных методов теории самоорганизации (синергетики). Такой подход позволяет не только в новом ракурсе увидеть и объяснить хорошо известные факты и закономерности, но и сформировать принципиально новые направления в изучении искусства и функций мозга, связанных с его восприятием.

Книга предназначена учащимся физико-математических классов школ и лицеев, студентам гуманитарных специальностей высших учебных заведений, а также всем, кто интересуется приложением естественно-научных методов в гуманитарных исследованиях.

На обложке: картина Винсента Ван Гога «Звездная ночь» (1889)

Издательство «Книжный дом «ЛИБРОКОМ»».
117312, Москва, пр-т Шестидесятилетия Октября, 9.
Формат 60×90/16. Печ. л. 13. Бумага типографская. Зак. № 2605.
Отпечатано в ООО «ЛЕНАНД».
117312, Москва, пр-т Шестидесятилетия Октября, 11А, стр. 11.

ISBN 978–5–397–00817–4

© Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009

НАУЧНАЯ И УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА	
	E-mail: URSS@URSS.ru
	Каталог изданий в Интернете: http://URSS.ru
	Тел./факс: 7 (499) 135–42–16
	URSS Тел./факс: 7 (499) 135–42–46

4706 ID 49006



Все права защищены. Никакая часть настоящей книги не может быть воспроизведена или передана в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, а также размещение в Интернете, если на то нет письменного разрешения владельца.

Оглавление

Введение	7
Глава 1. Элементы теории критических явлений	11
§ 1. Фазовые переходы	11
§ 2. Самоорганизованная критичность	15
§ 3. Стабилизация неустойчивых состояний	17
§ 4. Синхронизация как критическое явление	20
§ 5. Безмасштабные сетевые структуры	23
1. Феномен «тесного мира»	23
2. Безмасштабные сети	25
§ 6. Мозг и критическое состояние	27
§ 7. Синестезия	29
Глава 2. Критические явления в искусстве	31
§ 1. Неустойчивость композиционного равновесия в живописи	31
§ 2. Развитие сюжета и неустойчивость	37
§ 3. Неоднозначность в художественных произведениях	39
§ 4. Фракталы в искусстве	53
§ 5. Безмасштабные сети и феномен «тесного мира» в искусстве	62
Глава 3. Колебания и ритм в искусстве	68
§ 1. Ритм и синхронизация в художественной культуре	68
§ 2. Ритм в древнегреческой и древнелатинской поэзии	73
Глава 4. Фазовые переходы и критическое замедление в искусстве	79
Глава 5. Искусство и необычное	89
§ 1. Невозможное, невероятное, неожиданное, новое — естественнонаучный анализ природы этих явлений	89

§ 2. Обобщенный принцип подчинения в художественных произведениях	92
§ 3. Поэтика заглавий	95
§ 4. «Принцип аттракциона» С. М. Эйзенштейна с точки зрения синергетики	99
Глава 6. Модели распознавания образов и художественное восприятие	105
§ 1. Модель музыкального лада	113
§ 2. Прогнозирование как процесс восстановления полного образа по его фрагменту	119
Глава 7. Синергетика творчества	129
§ 1. Творчество и критические состояния	129
§ 2. Любовные истории и их математическое моделирование	135
§ 3. Информация и творческий процесс	139
§ 4. Развитие творческого потенциала личности и художественная культура	146
Глава 8. Синергетика эмоций	151
§ 1. Инстинктивное поведение и базовые эмоции	151
§ 2. Внимание и художественное восприятие	156
§ 3. «Умные» эмоции	160
§ 4. Прекрасное	167
1. Красота в искусстве	167
2. Красота в природе и в обществе	170
3. Красота в научных исследованиях	172
§ 5. Трагическое и комическое	174
Глава 9. Развитие художественной культуры	184
§ 1. Развитие искусства и принципы синергетики	184
§ 2. Художественное развитие общества: прошлое, настоящее, будущее	190
Заключение	195
Литература	197

Введение

В сентябре 1996 года в г. Суздале проходила международная конференция «Математика и искусство».

Выступление академика Бориса Викторовича Раушенбаха было одним из ключевых на этой конференции. В своем докладе он сформулировал основную трудность применения формально-математических методов в изучении искусства следующим образом.

«...Когда у искусствоведов пытаешься понять, чем отличается гениальная картина от копии, даже той же эпохи, они говорят, что гениальность — это отличие „чуть-чуть“. У них есть такое понятие „чуть-чуть“. Это „чуть-чуть“ и есть гениальность. А что до этого — школа, умение, ремесло, это все не то. А вот „чуть-чуть“, эти мельчайшие, почти неуловимые особенности, они и делают картину гениальной. Но это „чуть-чуть“, оно как раз и показывает почти полную безнадежность формализации и последующего анализа художественного образа математическими методами.

...Тут мы сталкиваемся с отличием в величинах второго порядка малости... Искусствоведы недаром же говорят — „чуть-чуть“. А не просто „чуть“».

Хотя Б. В. Раушенбах не использовал в своем докладе термин «неустойчивость», речь, несомненно, шла именно об этом принципиальном свойстве произведений искусства — их нахождении в неустойчивом, бифуркационном, критическом состоянии.

Действительно, только в неустойчивом состоянии любая система очень чувствительна к малейшим изменениям. Представим себе стержень, стоящий строго вертикально на своем острие. Это состояние неустойчиво и малейшая пылинка или возмущение воздуха вызовут падение этого стержня.

Как справедливо отметил И. Р. Пригожин, термин «неустойчивость» очень часто носит негативный оттенок, и нередко подразумевается, что соответствующее явление недоступно формальному анализу или его вообще следует исключить из подлинно научного описания реальности. И понятно почему. Одно

из важнейших свойств неустойчивого состояния — его непредсказуемое поведение.

Мы не в состоянии предсказать, в какую сторону упадет вертикально стоящий стержень. Направление падения зависит от мельчайших, невидимых и неосязаемых нами воздействий, от тех самых «чуть-чуть», о которых говорил Б. В. Раушенбах.

Можно сказать также, что в неустойчивых явлениях не выполняется один из основных принципов естествознания — принцип воспроизводимости научных результатов, который означает, что научный результат является достоверным, если он воспроизводится при одних и тех же условиях. Но мы не в состоянии воспроизвести направление падения стержня при условии его нахождения в строго вертикальном положении.

Долгое время физика, включая квантовую механику и теорию относительности, действительно изучала в основном устойчивые системы и процессы. В научном мировоззрении в целом, включая мировоззрение в биологии, науках о высшей нервной деятельности и общественных дисциплинах, еще со времен Ньютона и Лапласа сложилось детерминистическое мышление, согласно которому все события и процессы в принципе можно моделировать и предсказать с любой точностью. Предполагалось, что явления, которые мы не в состоянии предсказать, обусловлены теми приближениями, которые мы вносим в наше описание природы.

Примерно с середины 1950-х годов в рамках физическо-химических исследований в работах И. Р. Пригожина, Г. Хакена и ряда других ученых стала формироваться новая научная парадигма, связанная с изучением неустойчивых систем и процессов вдали от термодинамического равновесия. В таких условиях возникают когерентные структуры, охватывающие миллиарды частиц, благодаря чему создаются условия для возникновения жизни, биологической эволюции, появления человека.

Только сравнительно недавно стало понятно, что все новое в мире возникает в результате бифуркаций, как развитие неустойчивых процессов и состояний, а основной причиной самоорганизации материи на любом уровне (неживой природы, биологической, социальной) являются неустойчивые, критические состояния. В этих же исследованиях было выяснено, что в неустойчивых системах даже очень маленькие различия в начальных условиях приводят к очень большим различиям в конечных результатах. Даже небольшое возмущение или ошибка

ведут к большим последствиям и точное предсказание поведения таких систем на больших временных интервалах становится невозможным.

Таким образом, детерминистическая парадигма, господствовавшая в науке вплоть до последнего времени, неверна в системах, где есть неустойчивость.

Однако, фундаментальным свойством биологических, психических и социальных систем является именно их неустойчивость. Известный физик Я. И. Френкель основное различие неживой и живой природы сформулировал следующим образом:

«Нормальное состояние всякой мертвой системы есть состояние устойчивого равновесия, в то время как нормальное состояние всякой живой системы, с какой бы точки зрения она ни рассматривалась (механической или химической), есть состояние неустойчивого равновесия, в поддержании которого и заключается жизнь».

Психология и другие науки о мозге долгое время находились под влиянием традиционной для всей науки XIX и первой половины XX в. парадигмы устойчивых состояний и детерминизма. Мозг рассматривается в традиционной психологии и нейрофизиологии как сложная система в равновесном, устойчивом состоянии. В многочисленных психологических теориях и учениях отсутствует понятие неустойчивости, а понятия равновесия и устойчивости, как мы увидим ниже, являются синонимами.

Но даже в рамках традиционной научной парадигмы в изучении высшей нервной деятельности сделано очень многое: выяснены, например, конкретные механизмы функционирования нейронов, законы проведения нервного импульса и т. д. При этом в психологии и других науках о деятельности мозга существует большое число качественных теорий и учений, не поддающихся экспериментальной проверке.

В синергетическом подходе мозг рассматривается как сложная структура, функционирующая вблизи неустойчивого состояния, а все поведенческие функции описываются как неравновесные фазовые переходы. Выяснилось, что именно искусство является важнейшим инструментом для поддержания мозга в этом неустойчивом состоянии.

Помимо того, что теория самоорганизации сложных систем дала возможность сформулировать ряд фундаментальных операциональных принципов в работе мозга, она позволила по-

новому взглянуть на роль хорошо известных и детально изученных психологических явлений. Так, явление мультистабильности восприятия при распознавании неоднозначных образов считается в традиционной психологии неким научным курьезом. В большинстве университетских курсов по психологии это явление даже не упоминается, хотя оно детально изучено в многочисленных экспериментальных и теоретических исследованиях. И только сравнительно недавно, в рамках исследований по проблемам самоорганизации в когнитивных процессах, выяснилась фундаментальная роль явления мультистабильности восприятия неоднозначных образов в деятельности мозга.

Не только принципы работы мозга определяют структуру произведений искусства, но и само искусство влияет на эволюцию сознания. Логика развития и эволюции искусства в целом имеет относительную самостоятельность и подчиняется универсальным законам самоорганизации сложных систем.

Продукты художественного творчества, как и продукты «творчества природы» — биологические организмы — это сплав уникальных, индивидуальных особенностей и универсальных закономерностей. Именно универсальное, общесистемное в художественных произведениях является объектом приложения синергетического метода в изучении искусства.

Автор выражает глубокую признательность А. Ю. Лоскутову и Б. М. Галееву за полезные обсуждения, В. Е. Бондаренко, С. Ринальди и Дж. Кальоти за предоставленные материалы.

Элементы теории критических явлений

§ 1. Фазовые переходы

Теория самоорганизации сложных систем изучает наиболее общие закономерности возникновения спонтанных упорядоченных структур в результате развития неустойчивых процессов. Процессы самоорганизации происходят в термодинамически неравновесных условиях с подводом извне потоков вещества и энергии, в них участвует большое число элементов (атомов, молекул, более крупных частиц).

Математическое описание процессов самоорганизации удастся осуществить единым образом в виде системы нелинейных, обыкновенных дифференциальных уравнений достаточно общего вида. Обычно среди огромного числа переменных в этой системе находится одна наиболее неустойчивая. Анализ поведения таких систем показывает, что эта неустойчивая переменная подчиняет себе все остальные переменные, которые по этой причине вообще могут быть исключены из рассмотрения.

Таким образом, поведение всей самоорганизующейся системы из огромного числа компонентов будет определяться поведением лишь одной неустойчивой переменной, которая получила название **параметра порядка**. Само же нелинейное дифференциальное уравнение, получающееся после исключения стабильных переменных и определяющее все свойства параметра порядка, стало называться уравнением параметра порядка. Определяющая роль наиболее неустойчивой переменной в процессах самоорганизации известна как **принцип подчинения**.

Использование параметра порядка и принципа подчинения в настоящее время становится универсальным методом описа-

ния систем со многими степенями свободы вблизи точек неустойчивости. Этот метод не только описывает процесс упорядочения, но и свойства конечного упорядоченного состояния. Более того, правильный выбор параметра порядка для систем разной физической природы позволяет осуществить универсальное, однотипное описание.

Элементарный процесс самоорганизации — процесс перехода вещества из одного состояния в другое, или фазовый переход. Любые вещества при изменении температуры, давления или других внешних параметров переходят из одной фазы (состояния) в другую. Для фазового перехода «газ—жидкость» параметром порядка является плотность вещества. Для ферромагнитного железа параметром порядка служит его намагниченность. Новая фаза возникает либо в виде зародышей в старой фазе (например, пузырьков пара при переходе воды в пар), которая постепенно увеличивается в размерах, либо сразу по всему объему, заменяя старую фазу. В первом случае переход из одной фазы в другую называется фазовым переходом первого рода. Когда фазовый переход протекает по второму сценарию, то говорят о фазовых переходах второго рода. Точка, где происходит фазовый переход второго рода, называется **критической точкой**.

В качестве примера рассмотрим фазовый переход парамагнитного вещества в ферромагнитное состояние. Явление ферромагнетизма связано с упорядочением спинов электронов атомов кристаллов. Между спинами существует особое обменное взаимодействие, которое выстраивает их параллельно друг другу. Когда температура кристалла выше критической температуры T_C , тепловое движение достаточно велико и препятствует выстраиванию спинов в одном направлении, вследствие чего вещество находится в парамагнитном состоянии. При понижении температуры до значений $T < T_C$ обменное взаимодействие уже превалирует над тепловыми флуктуациями, и кристалл переходит в ферромагнитную фазу.

Наряду с равновесными фазовыми переходами, уравнения параметра порядка могут описывать и неравновесные фазовые переходы в системах далеких от термодинамического равновесия: лазерах, химических средах, живых организмах и т. д. При этом обнаружено большое количество аналогий между неравновесными и равновесными фазовыми переходами. В то же время неравновесные переходы отличаются большим разнообразием

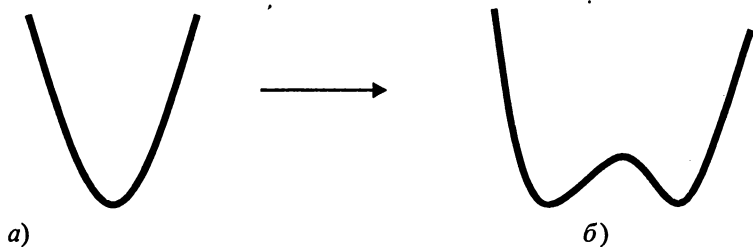


Рис. 1.1. Переход в критическое состояние
в фазовом переходе первого рода

в поведении — в них возникают колебания, пространственные структуры, хаос.

В дальнейшем мы будем часто пользоваться моделью фазового перехода Гинзбурга—Ландау. Потенциальная функция этой модели:

$$V(x, a) = \frac{1}{4} x^4 + \frac{1}{2} a x^2,$$

где x — параметр порядка (намагниченность в случае ферромагнетика), a — управляющий параметр (например, температура) имеет один минимум при $a \geq 0$ и два минимума при $a < 0$ (рис. 1.1). Фазовый переход происходит при переходе параметра a через $a = 0$.

При изменении управляющего параметра a около нуля имеет место промежуточная между рис. 1.1 а и 1.1 б ситуация, когда у потенциальной функции существует только один минимум, но дно у этого минимума широкое и плоское (рис. 1.2). Такое состояние и есть **критическое состояние** системы в фазовом переходе второго рода.

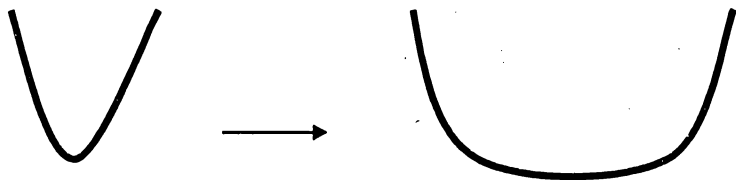


Рис. 1.2. Переход в критическое состояние
в фазовом переходе второго рода

В таких условиях система очень чувствительна к любым воздействиям и резкий рост интенсивности флуктуаций вблизи критического состояния получил названия **критических флуктуаций**.

Согласно теории Ландау при фазовых превращениях первого рода энергетическая функция имеет два минимума, причем наиболее низкий минимум соответствует наиболее выгодному, стабильному состоянию, а второй минимум отвечает менее выгодному, метастабильному состоянию. Фазовый переход происходит из метастабильной фазы (перегретой жидкости или переохлажденного пара) в стабильную фазу (соответственно в пар или воду). Критическому состоянию отвечает симметричное расположение минимумов энергетической функции (рис. 1.1 б)

При фазовом переходе в ферромагнитное состояние намагниченность возникает спонтанно сразу во всем объеме образца, поскольку по мере приближения к T_C между спинами формируется некое эффективное взаимодействие, которое позволяет им чувствовать взаимную ориентацию на огромных по сравнению с межатомными масштабами (а значит с радиусом действия обменных сил) расстояниях. Это означает, что фазовый переход второго рода представляет собой кооперативное, коллективное явление. Энергетическая функция в таких переходах всегда имеет один минимум, а метастабильные состояния невозможны (рис. 1.2).

Таким образом, физическая система в критическом состоянии неоднозначна, поскольку невозможно предсказать, в какое из двух состояний перейдет система под влиянием флуктуаций.

Дж. Кальоти из Миланского политехнического института впервые обратил внимание, что неоднозначные фигуры, хорошо изученные в когнитивной психологии и о которых речь подробно будет идти ниже, есть когнитивный аналог критического состояния в физике.

В 1966 г. Л. Каданов (Leo Kadanoff) выдвинул гипотезу о масштабной инвариантности (фрактальности) флуктуаций в критической точке. Корреляционная функция $C(r)$ в окрестности критической точки спадает очень быстро по экспоненциальному закону $C(r) = e^{-r/\xi}$, где ξ называется корреляционной длиной и служит тем характерным размером, за пределами которой корреляционная функция становится очень малой. В самой критической точке экспоненциальный закон спада корреляционной функции сменяется на значительно более медленный степенной закон в виде $C(r) = B/r^\eta$, где $\eta > 0$ называется критической

экспонентой. Если корреляции спадают по этому закону, то такая система не имеет характерного масштаба (scale free).

Итак, вблизи таких критических точек всегда наблюдается резкое усиление флуктуаций, причем эти флуктуации имеют не только большую амплитуду, но и простираются на большие расстояния. Именно благодаря критическим флуктуациям происходит переход к новым структурам и новым состояниям. Пригожин назвал такой переход «порядок через флуктуации».

Поскольку возвращающая сила у потенциала вблизи минимума чрезвычайно мала, любая частичка, находящаяся в таком потенциальном поле, релаксирует в свое равновесное состояние очень медленно. Время τ релаксации системы вблизи критической точки в состояние равновесия равно $\tau \approx 1/(T - T_C)$, где T_C — критическая температура. Когда $T \rightarrow T_C$, то $\tau \rightarrow \infty$. Это явление получило название **критического замедления**.

Важно иметь в виду, что эти законы поведения в критической точке универсальны и практически не зависят от закона взаимодействия между элементами (атомами, молекулами, более сложными образованиями) системы. Многочисленные экспериментальные данные действительно подтверждают, что в критической точке самые разнообразные материалы (ферромагнетики и антиферромагнетики, обычные жидкости и смеси, сверхтекучий гелий и сверхпроводящие сплавы и т. п.) ведут себя одинаково. Можно ожидать, что и в других, в том числе в нефизических сложных системах (биологических, нервно-психических) также будут наблюдаться рассмотренные выше качественные особенности поведения в критической точке и вблизи нее.

§ 2. Самоорганизованная критичность

В описанном выше сценарии самоорганизации выход на критическое состояние системы достигался за счет определенной настройки управляющих параметров. Например, критическое состояние при фазовых переходах достигается при определенных соотношениях между температурой и давлением. Существует, однако, класс сложных систем, которые выходят на критический режим по самой своей природе, в результате присущих этим системам внутренних тенденций эволюции. Критические состояния таких систем не требуют точной настройки внешних управляющих параметров и по сути дела обладают свойством самоподдержки.

Физической моделью явления самоорганизованной критичности является куча песка. Если сверху на ровную горизонтальную поверхность тонкой струйкой будут сыпаться песчинки, то на горизонтальной поверхности постепенно будет расти песчаный холм. Песчинки, падающие сверху на склон холма, будут оставаться в том месте, куда они упали до определенного критического значения крутизны холма. Выше некоторого порогового значения угла склона холма песчинки будут скатываться вниз, увлекая за собой другие песчинки на своем пути и образуя сход песчаный лавин различных размеров. Достигнув этого критического значения крутизны склона, песчаный холм уже не будет расти в размерах, и все добавляемые песчинки будут скатываться вниз.

Эти критические состояния получили название самоорганизованной критичности. Как показывают исследования, такие системы имеют стандартный спектр флуктуаций. Например, размеры лавин в модели «куча песка» распределены по закону:

$$P = \frac{A}{I^\gamma},$$

где P есть вероятность схода лавины, размер которой I , A и $\gamma > 1$ — константы. Этому закону подчиняются интенсивности землетрясений, размеры наводнений и многие другие природные процессы. Это распределение имеет самые разнообразные названия: Мандельброт назвал его фрактальным распределением. В физике оно известно как «фликкер—шум» и « $1/f$ -распределение». В социологии его называют распределением Ципфа—Парето.

В последнее время в теории сложных систем сформировалось понятие о состоянии «на границе хаоса и порядка». Системы в таком состоянии являются ни в полной мере регулярными, предсказуемыми, ни в полной степени хаотическим, непредсказуемыми. Как показывают исследования, такие состояния, аналогичные критическим состояниям в теории фазовых переходов (степенной закон распределения флуктуаций, дальние корреляции и т. д.) и обеспечивают сложным системам оптимальные условия для адаптации.

Основные свойства степенного (фрактального) распределения заключаются в явлениях концентрации и рассеяния. Поясним смысл этих понятий на примере распределения научных

работников по их продуктивности. Концентрация — это накопление статей на небольшом множестве высокопродуктивных ученых, то есть наличие малой группы научных работников, пишущих основную массу статей. Рассеяние заключается в распределении оставшейся массы печатной продукции по большому числу малопродуктивных ученых.

Явления концентрации и рассеяния поистине универсальны в социальной системе. Этот рост населения городов-гигантов и рост числа малых городов. Концентрация капитала в небольшом числе крупных фирм и рост числа малых фирм в рыночной экономике. Концентрация основного содержания текста в малом числе слов и резкое возрастание числа слов при расширении этого содержания. Распределение филателистов по величине и стоимости их коллекций и т. д.

Этому феномену американский социолог Роберт Мертон дал название «эффект Матфея», имея в виду библейское изречение «имущему дается...». Существуют и другие афористические выражения этого явления: «успех порождает успех», «ресурс идет к ресурсу», «деньги — к деньгам» и т. д.

В нелинейных системах со многими степенями свободы, к которым принадлежит и куча песка, помимо докритического и критического состояний, возможно также надкритическое состояние, в котором угол наклона холма будет превышать критическое значение. Такое состояние получится, если к куче песка в критическом состоянии осторожно добавлять по одной песчинке. В фазовых переходах первого рода, например, при превращении воды в лед или пара в воду, метастабильному, надкритическому состоянию соответствуют переохлажденная жидкость или переохлажденный пар. Далее будет показано, что и в нейронных сетях возможна реализация докритических, критических и надкритических состояний.

§ 3. Стабилизация неустойчивых состояний

Многие из нас пробовали удержать в вертикальном состоянии на кончике пальца указку или лыжную палку.

В работах Д. Кабрера (Juan Cabrera) и Д. Милтона (John Milton) из университета г. Чикаго исследовался процесс стабилизации неустойчивого состояния вертикального стержня на кончике пальца.

На обоих концах стержня были закреплены маленькие зеркала и на эти зеркала направлялись лучи света в инфракрасном диапазоне. Все движения стержня при его балансировании на кончике пальца записывались на видеокамеру, а затем анализировались. Оказалось, что флуктуации угла отклонения θ стержня от вертикали подчиняются степенному закону распределения $P \approx A/\theta^\gamma$, $\gamma = 1,5$.

Изучение механизма такой стабилизации восходит к классическим работам П. Л. Капицы по устойчивости перевернутого математического маятника, точка подвеса которого колеблется в вертикальном или горизонтальном направлении. Например, если точка подвеса перевернутого маятника колеблется в горизонтальном направлении с частотой γ по закону $a \cos \gamma t$, то устойчивому положению отвечает состояние с углом отклонения φ от вертикали:

$$\cos \varphi = \frac{2gl}{a^2\gamma^2} \quad (a\gamma > gl).$$

Если точка подвеса маятника колеблется в вертикальной плоскости, то устойчивому состоянию отвечает строго вертикальное положение маятника.

В экспериментах Д. Кабрера и Д. Милтона флуктуации стержня оказались слегка смещенными от строго вертикального положения, что указывает на то, что основной вклад в стабилизацию стержня на кончике пальца в вертикальном состоянии вносят движения руки в горизонтальной плоскости.

Нейрофизиологические исследования показывают, что обычно минимальное время двигательной реакции человека на соответствующий зрительный образ в процессах балансировки не бывает меньше, чем 100 миллисекунд. Д. Кабрера и Д. Милтон обнаружили, что 98 % всех управляющих движений руки, поддерживающих стержень в вертикальном положении на кончике пальца, происходят быстрее этого времени. Это обстоятельство заставило авторов исследования предположить, что в процесс балансировки основной вклад вносит собственный шум нервной системы, вызывающий произвольные движения руки.

Было предложено простое уравнение, описывающее движение стержня. Исследование этого уравнения показывает, что, действительно, возможно неуправляемое человеком поддержание стержня в вертикальном положении за счет стохастического воздействия на нижний конец.

Можно предположить, что аналогичный механизм балансировки использует канатоходец в цирке, где стабилизирующие реакции также должны иметь очень высокое быстроедействие, которое не способна обеспечить обычная моторная реакция.

Локомоторная система животных и человека — это возникшая в результате биологической эволюции система стабилизации и управления неустойчивыми состояниями тела животных и человека при их перемещении в пространстве.

Вертикальное положение тела человека представляет собой неустойчивое состояние, стабилизируемое его вестибулярной системой, зрительной и соматосенсорными системами, которые управляют мускульными корректирующими движениями.

Количественные исследования закономерностей отклонения во времени центра тяжести тела человека в покое показывают, что эти отклонения представляют собой коррелированный шум с фрактальными (скейлинговыми) свойствами и, следовательно, можно сделать вывод, что вертикальная поза человека в покое представляет собой критическое состояние с соответствующим критическим спектром флуктуаций.

Несомненно, локомоторная система человека гораздо совершеннее локомоторной системы животных, поскольку обеспечивает ему более высокую точность движений и более широкий диапазон двигательной активности в процессах трудовой деятельности, спортивных соревнованиях, а также в искусстве.

В работах Шерригтона, Бернштейна, Келсо (S. Kelso), Хакена и многих других исследователей по проблеме координации движения человека и животных было показано существование когерентных поведенческих паттернов (образов) в электрической и магнитной активности мозга, управляемых небольшим числом параметров порядка. Эксперименты и соответствующий теоретический анализ показывают, что по мере овладения человеком способностью стабилизации соответствующего неустойчивого состояния все меньшее и меньшее число степеней свободы участвует в создании соответствующего двигательного паттерна.

Хореографическое искусство, некоторые виды циркового искусства (например, искусство канатоходца) есть результат многолетних тренировок по координации движений и, можно ожидать, что соответствующие двигательные паттерны также могут быть описаны небольшим числом параметров порядка.

Умение контролировать и управлять неустойчивыми состояниями — основа балетного искусства. В последнее время техника

балета стала объектом изучения физиков. В этих исследованиях основное внимание пока уделяется вопросам изучения равновесных состояний, способам осуществления вращений, технике исполнения прыжков

В других видах хореографического искусства — народных, бальных и современных танцах, неустойчивые элементы также широко представлены, хотя они часто не носят столь четко выраженный характер, как это имеет место в балете. Многие элементы в фигурном катании, гимнастике, акробатике насыщены неустойчивыми по своей природе состояниями.

Хореографическое искусство переводит локомоторную систему человека ближе к критическому состоянию, создавая тем самым условия для более гибкого и точного управления неустойчивыми состояниями. Возможно, этот вид искусства способствует тренировке двигательной системы человека, чтобы сделать эту систему более приспособленной для трудовой, военной и повседневной деятельности человека. Видимо, аналогичные задачи выполняет и спортивная деятельность.

Одно из важнейших свойств представителей живой природы, включая человека, — это умение управлять неустойчивыми состояниями и процессами. Чувствительность неустойчивых систем к внешним воздействиям с одной стороны, облегчает задачу управления, поскольку не требует больших силовых и энергетических ресурсов, но, с другой стороны, превращает сам процесс управления подчас в подлинное искусство, поскольку для этого необходима высокая точность воздействия на управляемую систему.

§ 4. Синхронизация как критическое явление

Описанные выше сценарии возникновения порядка из хаоса (самоорганизации) относятся к системам с большим числом элементов ($> 10^{10}$). В этом разделе мы опишем явление синхронизации в сети связанных осцилляторов, которое можно рассматривать как частный случай самоорганизации. В этом случае можно говорить о самоорганизации системы, состоящей из любого числа элементов (осцилляторов), например, состоящей из всего из двух элементов (двух связанных осцилляторов). Причина этого понятна — сама осцилляция уже представляет собой упорядоченный, организованный процесс. Синхронизацию

можно рассматривать также как один из сценариев возникновения порядка из хаоса.

Синхронизацией называется подстройка ритмов автоколебательных систем за счет слабого взаимодействия между ними.

В простейшем случае две автоколебательные системы с изначально различными частотами и независимыми фазами, будучи слабо связанными, подстраивают свои ритмы и начинают осциллировать на одной частоте. При этом возникает определенное устойчивое соотношение между фазами этих двух осцилляторов.

Важно подчеркнуть, что выравнивание частот выполняется в некотором диапазоне изначальной расстройки по частоте. Синхронизация называется взаимной, когда два или несколько осцилляторов в равной степени воздействуют друг на друга и взаимно подстраивают свои ритмы.

Другой важный вид синхронизации — это синхронизация внешней силой. Примером является подстройка ритма «бодрствование—сон» к внешнему ритму освещенности, связанному с вращением Земли. В этом случае воздействие одностороннее — ни человек, ни животное не влияют на вращение Земли.

Явление синхронизации было открыто в 1665 году великим голландским физиком Христианом Гюйгенсом. Он обнаружил, что маятники двух часов спустя некоторое время после того, как их повесят рядом на одну стену, начинают качаться полностью синхронно. Когда эти часы поместят на противоположные стены комнаты, явления синхронизации не наблюдается. Очевидно, что синхронизацию колебаний маятников этих часов можно объяснить их влиянием друг на друга через невидимую на глаз вибрацию стены, на которой они висят.

Синхронизация представляет собой частный случай эффекта, называемого «захватом фазы» (phase locking). Когда два одинаковых осциллятора связаны друг с другом, есть две возможности их совместного движения: когда разность фаз их колебаний равна нулю (синхронизация) и когда разность фаз равна 180 градусам (антисинхронизация). Если сеть связанных осцилляторов содержит больше двух осцилляторов, то число возможностей увеличивается. В живой природе и в искусстве чаще всего мы имеем дело с большим числом связанных осцилляторов, и здесь обычно реализуется именно синхронный тип поведения.

Синхронизация играет важнейшую роль в пространственно-временной организации одно- и многоклеточных организмов.

Синхронно делятся клетки на ранних стадиях эмбрионального развития. Волокна сердечной мышцы также сокращаются синхронно. Синхронизация наблюдается в полете стай птиц и движении косяков рыб: взмахи крыльев и плавников происходят синхронно.

Впечатляющим примером явления синхронизации в живой природе может служить согласованно вспыхивающее свечение многих сотен тысяч светлячков, которые обычно собираются в огромных количествах на берегах рек в Южной Азии.

Математический анализ поведения сети большого числа связанных осцилляторов показывает, что легче всего режим синхронизации наступает в том случае, когда на каждый отдельный осциллятор влияет уже сформировавшийся ритм окружающих его осцилляторов. В случае светлячков это условие видимо удовлетворяется, и каждый светлячок подстраивается под уже сформировавшийся ритм своих соседей. Очевидно, эти условия выполняются во многих случаях синхронного поведения и в социальной системе: идущем в ногу строе солдат, хоровом пении, танцах, овациях и скандировании в концертном зале и т. д.

Когда имеется небольшой разброс частот в сети связанных осцилляторов, процесс их взаимной синхронизации очень напоминает фазовый переход, в котором роль температуры играет ширина полосы частот осцилляторов в сети.

Эта глубокая связь между явлением синхронизации и феноменологией критических состояний — хорошая иллюстрация того, как естественнонаучные методы выявляют скрытое для обыденного сознания единство природы.

В заключении этого раздела, посвященного явлению синхронизации, стоит подчеркнуть еще одно важное обстоятельство. Мы рассматривали феномен синхронизации только применительно к периодическим осцилляторам. На самом деле природа этого явления более фундаментальна и не ограничивается только периодическими колебательными системами. Например, движения участников соревнований танцевальных пар в фигурном катании обычно синхронны и согласованы, но это отнюдь не повторяющиеся периодические движения. Поэтому в последнее время под синхронизацией стали понимать согласованное во времени функционирование двух и более процессов или объектов. Показана, например, возможность синхронизации странных аттракторов и использование этого явления в передаче сообщений.

§ 5. Безмасштабные сетевые структуры

Взаимодействие элементов между собой во многих сложных биологических и социальных системах удобно представлять в виде сетей, узлами которых являются сами элементы, а связи между элементами изображать соответствующими отрезками (ребрами). В математике такие сети получили название графов.

Примерами сетей в природе могут служить пищевые связи в биоценозах, где узлами являются представители животного и растительного мира. Между узлами в пищевой сети существует связь, если животное, соответствующее данному узлу, питается представителем животного или растительного мира, которому соответствует другой узел сети. Геном человека представляет собой сеть из приблизительно 30 000 генов. Мозг животных и человека является большой сетью связанных между собой нейронов.

В социальной системе любой город также можно представить некоторой сетью, ребрами которой являются улицы города, соединяющие между собой те или иные объекты (узлы). Любое сообщество людей также можно изобразить сетью, узлы которой соединяются отрезком, если соответствующие люди знакомы друг с другом. Фактически, любую сложную систему можно представить в виде сети связанных между собой элементов этой системы.

1. Феномен «тесного мира»

В 1967 году социолог из Гарвардского университета С. Милграм (Stanley Milgram) сделал удивившее многих утверждение: каждого человека на земном шаре можно связать с любым другим человеком цепочкой из шести знакомых. Таким образом, несмотря на то, что на Земле живет более шести миллиардов людей, мир действительно тесен («small world»). Это свойство социальной коммуникации получило еще название «шесть ступеней разделения» — по названию бродвейской пьесы, а затем и фильма («Six degrees of separation»). Героиня этого фильма говорит:

Я где-то читала, что каждый на нашей планете отделен от другого человека только шестью людьми. Шесть ступеней отделения... Между нами и любым другим на планете. Президентом Соединенных Штатов. Гондольером в Венеции. ... Не обязательно известные имена. С любым. Можно найти ровно шесть людей, чтобы установить связь. Туземцем в джунглях.

Эскимосом. ...Каждая персона как новая дверь, распахнутая в остальной мир.

Столь неожиданное на первый взгляд утверждение С. Мильграма не будет казаться неожиданным, если представить, что человек имеет, скажем, сотню знакомых, а каждый из этих знакомых имеет также по сотне знакомых. В этом случае при одной степени разделения можно связаться с одной сотней людей, а при двух степенях разделения — уже с десятью тысячами. При трех степенях разделения можно установить связь с одним миллионом, при четырех — со ста миллионами, и уже при шести степенях я могу легко связать себя со всем населением планеты.

Социологические исследования показывают, однако, что люди сгруппированы в малые кластеры друзей, коллег и знакомых, и эти кластеры обычно слабо связаны с другими аналогичными кластерами. В социологии это называется кластеризацией. Поэтому чем лучше ваши друзья знают друг друга, тем в меньшей степени вы можете рассчитывать на то, что они помогут вам связаться с незнакомым вам человеком.

В середине 1990 годов С. Строгатц (Steven Strogatz) и его аспирант Д. Воттс (Duncan Watts) из Корнельского университета в Итаке (штат Нью-Йорк) решили изучить свойства сетей, которые обладают свойством «тесного мира». Компьютерное моделирование различных типов сетей показало, что свойствами «тесного мира» обладают сети с высокой степенью кластеризации и малой средней длиной пути между узлами. Структура Интернета и Всемирной Паутины также обладает феноменом «тесного мира». Исследования, проведенные в университете Нотр Дам, США, показали, что среднее число «кликов», которые необходимо сделать, чтобы перейти от одной Web-странички на любую другую описывается формулой

$$D \sim 0,35 + 2,06 \log(N),$$

где N — число узлов в WWW.

Известно, что $N \propto 10^9$, и получаем $D \sim 18-19$ и, следовательно, всемирная паутина представляет собой «тесный мир».

Случайные сети обладают малой средней длиной пути, но и малой степенью кластеризации. Регулярные, упорядоченные сети типа кристаллических решеток, напротив, имеют высокую степень кластеризации и большую среднюю длину пути между узлами.

Таким образом, свойством «тесного мира» обладают сети со структурой, промежуточной между высокой степенью упорядочения и случайности, на границе между порядком и хаосом.

2. Безмасштабные сети

В 1999 году физик из университета Нотр Дам (США) Л. Барабаши (Laszlo Barabasi) вместе со своей аспиранткой Р. Альберт (Reka Albert) изучали свойства реальных сетей с несколько иной точки зрения. Если Строгатц и Воттс в своем исследовании сетей исходили из феномена «тесного мира», то Барабаши и Альберт решили исследовать закон распределения узлов некоторых реальных сетей по числу связей. Результат также оказался неожиданным.

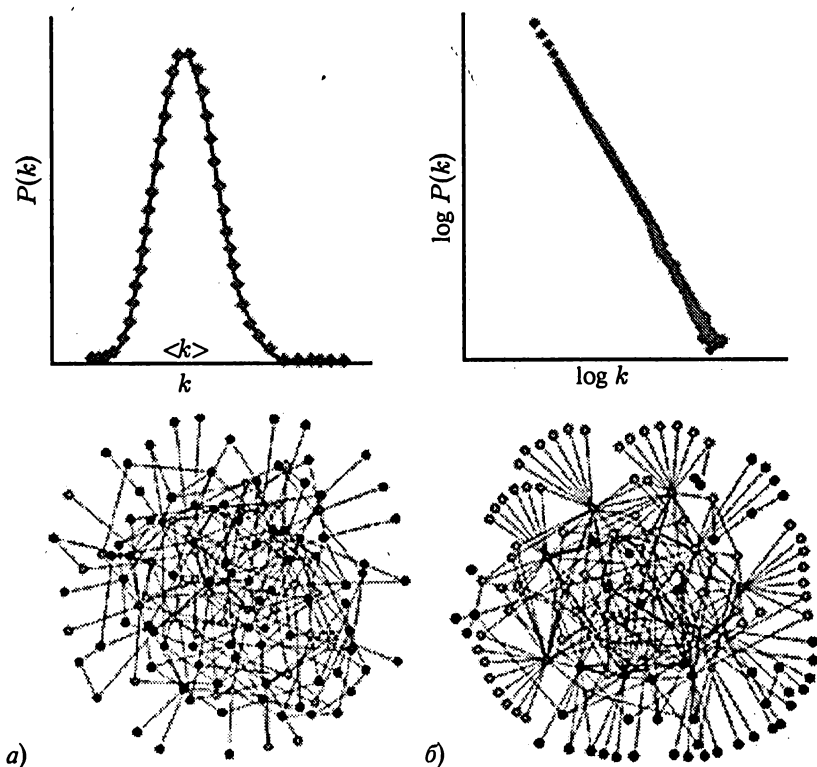


Рис. 1.3. Случайный граф (а) и безмасштабная сеть (б)

Вместо ожидавшегося распределение числа k связей по закону Пуассона $P(k)$, который имеет строгий максимум около среднего значения $k = \langle k \rangle$, для многих реальных сетей, например, таких, как метаболические сети и белковые взаимодействия в клетках, структура авиационных сообщений в США, структура Интернета и его виртуального двойника World Wide Web и т. д., такого среднего значения не существует, а соответствующее вероятностное распределение подчиняется свойственному всем критическим состояниям степенному закону

$$P(k) = k^{-\gamma}.$$

Таким образом, во многих реальных сетях небольшое число узлов содержит очень большое число связей, а огромное число узлов содержит лишь несколько связей (рис. 1.3). Такие сети получили название безмасштабных сетей (scale free networks).

Общим свойством природных и социальных сетей является их негомогенная, кластерная структура. Каждый кластер образуют, например, клубы по интересам, научные семинары, круг друзей и общих знакомых, в которых каждый знает каждого.

Безмасштабные сети принадлежат к числу универсальных критических явлений, их структура подчиняется степенному закону, а сама топология занимает промежуточное положение между строго упорядоченной структурой кристаллического типа и случайным графом.

Приведем несколько примеров безмасштабных сетей.

Нейронные сети

Была исследована очень простая, состоящая всего из 282 нейронов нейронная сеть червя-нематода (собственно круглого червя) *C. elegans*. Эта сеть также оказалась обладающей довольно высокой степенью кластеризации по сравнению с такого же размера случайной сетью, однако закон распределения имеет максимум при промежуточных значениях k , после чего спадает по экспоненциальному закону. Что касается мозга человека, есть экспериментальные данные, что функциональные нейронные сети, формирующиеся при выполнении даже таких простых действий, как ритмическое движение рукой, обладают свойствами безмасштабных сетей.

Биологические сети

Взаимодействие белков в живой клетке, экологические морские и речные сообщества организмов также образуют безмаштабные сетевые структуры.

Социальные сети

Сети директоров компаний, сети научного сотрудничества (например, соавторов научных публикаций), сети телефонной связи и электронной почты, сеть авиационных сообщений между городами мира, сети электронных адресных книг, сети студенческого и молодежного взаимодействия — обладают свойствами степенного распределения связей по узлам и «тесного мира».

§ 6. Мозг и критическое состояние

Чрезвычайная чувствительность нашего мозга, его способность реагировать на малейшие изменения как внешних стимулов, так и внутренних психических процессов резкими переходами от одной формы поведения к другой указывает на то, что мозг, как динамическая система, функционирует вблизи неустойчивого, критического состояния. Впервые теоретические и экспериментальные обоснования этой гипотезы о работе мозга, как сложной системы вблизи критического состояния, появились в работах Г. Хакена, В. И. Крюкова и др, а также в работах П. Бака (Per Bak) и С. Келсо.

П. Бак, один из создателей теории самоорганизованной критичности, приводит две основные причины, почему мозг должен находиться в критическом состоянии. Внешний сигнал должен в принципе иметь доступ ко всем разделам мозга, ко всей информации, хранящейся в памяти, поскольку информация хранится там в распределенном виде. Но это возможно лишь в критическом состоянии, в котором корреляции распространяются на дальние расстояния (явление скейлинга).

Это же свойство нейронных сетей, находящихся в критическом состоянии, можно описать следующим образом. Допустим, есть некий входной нейрон в сети (например, рецепторный нейрон зрительной системы) и на большом расстоянии от него есть некий выходной нейрон (например, мотонейрон). Нейронная сеть в целом должна обладать следующим свойством: любое изменение параметров входного нейрона, например, изменение

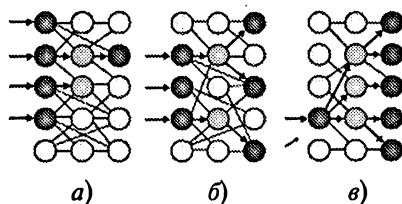


Рис. 1.4. а) Докритическое состояние нейронной сети. Один нейрон возбуждает в среднем меньше одного нейрона. б) Критическое состояние нейронной сети. Один нейрон на входе возбуждает в среднем один нейрон на выходе. в) Надкритическое состояние нейронной сети. Каждый нейрон на входе возбуждает в среднем более одного нейрона на выходе

его силы связи с ближайшими нейронами, должно оказать воздействие и на поведение выходного нейрона. То есть локальные изменения в одной части нейронной сети должны сказаться на свойствах в другой, даже наиболее удаленной области нейронной сети. Но такие дальние корреляции — уникальное свойство систем в критических состояниях.

Основным параметром, определяющим нахождение мозга в критическом состоянии, является параметр ветвления (branching parameter) σ , значения которого определяются средним числом нейронов, возбуждаемых одним нейроном в нейронной сети мозга. Ансамбль связанных между собой нейронов находится в докритическом состоянии (в этом случае параметр ветвления $\sigma < 1$), если возбуждение одного нейрона приводит к возбуждению в среднем менее одного соседнего нейрона (рис. 1.4 а).

Критическому состоянию сети нейронов соответствует значение параметра ветвления $\sigma = 1$. В этом случае возбуждение одного нейрона приводит в среднем к возбуждению одного соседнего нейрона (рис. 1.4 б).

Наконец, надкритическое состояние сети нейронов (в этом случае $\sigma > 1$) означает, что возбуждение одного нейрона приведет к возбуждению в среднем более двух соседних нейронов (рис. 1.4 в).

Если нейронная сеть находится в докритическом состоянии, то информация по такой сети распространяться не будет. Если сеть функционирует в надкритическом состоянии, то все отделы мозга окажутся связанными между собой.

Видимо, все эти возможности реализуются в функциях мозга, как сложной системы со многими степенями свободы. Кри-

тическому состоянию мозга соответствует состояние бодрствования и сознания. Докритическому состоянию соответствует сон, многие формы измененного состояния сознания и подсознание, из которого информация не может попасть в сознание и потому не может быть передана другим. Наконец, надкритическому состоянию мозга соответствует творческое состояние (сверхсознание, интуиция, озарение и т. п.).

Эти рассуждения не означают, что мозг поддерживается в критическом состоянии по сценарию самоорганизованной критичности. Напротив, есть все основания полагать, что критическое состояние мозга есть регулируемый, управляемый процесс, и именно искусство является важным инструментом поддержания мозга в критическом состоянии.

В своих экспериментах С. Келсо регистрировал динамику магнитной активности мозга во время выполнения испытуемым сенсомоторного действия и им были обнаружены неравновесные фазовые переходы и явление критического замедления в процессе выполнения этих действий.

Наличие в мозге функций для выявления во внешней среде критических состояний (например, произвольное внимание), а также тот факт, что человек постоянно стремится создавать критические состояния в искусстве (это будет показано ниже), спорте, азартных играх, указывает на то, что критическое состояние в мозге поддерживается извне.

§ 7. Синестезия

Термин «синестезия» появился в науке около ста лет назад. Синестезией называют одновременное возникновение ощущений разной природы (модальности) при воздействии мономодального раздражителя. Особенно хорошо известны проявления синестезии в искусстве. Это поэтические тропы межчувственного содержания, цветовые и пространственные образы, вызываемые музыкой, и.д. Наш повседневный язык насквозь синестетичен: «яркий голос», «пронзительный взгляд», «кричащие краски», «острый звук», «матовый тембр», «теплый цвет», «легкая музыка», «баритон (т. е. тяжелый звук)» и т. д.

Явление «цветного слуха», ставшее основой светомызыкального направления в искусстве, далеко не единственное проявление синестезии. К синестетическим метафорам часто прибегают

в поэзии («...и гудят как шмели золотые глаза» — А. Вознесенский), в литературе («по мостовой порхнуло ярко румяное кукареку» — Г. Санников). Метафора, образующая ассоциативные связи между явлениями разной природы, — важнейшее свойство искусства. Видимо такие межчувственные сравнения помогают человеку точнее и полнее вербализовать и передать другим свои образные психические переживания.

Для одних исследователей синестезия — это аномалия, даже болезнь, для других — это чудо, таинственная способность психики. В последнее время феномен синестезии объясняется взаимной активацией различных отделов мозга, которые обычно функционально не взаимодействуют. Таким образом, речь идет о возникновении дальних пространственных корреляционных взаимодействий, характерных для всех сложных систем в критическом и надкритическом состояниях. Такие дальние корреляции возникают в мозге не только благодаря существованию реальных нейронных связей между разными отделами мозга, но и вследствие изменения химического баланса веществ мозговой ткани, ведущего к ослаблению тормозящего действия некоторых нейротрансмиттеров, ослабляющих действие одного участка мозга на другой.

Таким образом, синергетика не только качественно объясняет это явление, но и показывает, что синестезия есть следствие функционирования любого нормального мозга в критическом или надкритическом (творческом) состоянии. Среди людей творческих профессий синестезия встречается в семь раз чаще, чем среди всего населения в целом.

У синестезии, как и у каждого явления, возможны различные формы аномалии и патологии. Но сам феномен синестезии есть следствие функционирования мозга в критическом и надкритическом состоянии и в той или иной степени присущ всем людям.

Критические явления в искусстве

*Мой отец, ты простишь ли меня,
Несмотря на неловкость такого вопроса:
Как сумел удержать ты живого угря
В равновесье на кончике носа?*

Л. Кэрролл. Приключение Алисы
в стране чудес

В настоящее время фактически в каждой естественнонаучной дисциплине и в каждом математическом аппарате, применяющемся для описания изменяющихся во времени процессов, сформировалось то или иное понятие неустойчивости. Таковыми являются, например, понятия бифуркации и критического состояния, которые в каждой естественнонаучной дисциплине имеют свое особое содержание, свой особый оттенок. Однако понятие неустойчивости отсутствует в психологических учениях, в том числе и в психологии искусства, хотя неустойчивость — принципиальное свойство функционирования мозга и самого феномена искусства. Это можно объяснить тем, что психология сформировалась и долгое время развивалась под влиянием классической научной парадигмы, рассматривающей окружающий нас мир как устойчивую, детерминированную, предсказуемую систему.

§ 1. Неустойчивость композиционного равновесия в живописи

Весьма поучительно рассмотреть влияние детерминистической картины мира на представления о свойствах композиционного равновесия в живописи.

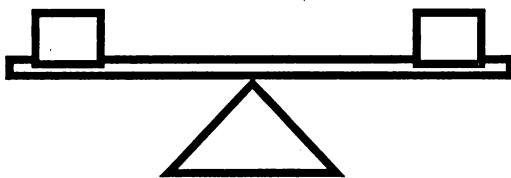


Рис. 2.1. Композиционное равновесие картины, как и равновесие на весах, является неустойчивым

На протяжении многих столетий теоретики искусства и сами художники утверждают, что основным композиционным принципом в западноевропейской живописи является принцип равновесия, баланса. Принцип композиционного баланса гласит, что художественные элементы картины сгруппированы и организованы на плоскости картины таким образом, что имеет место композиционное равновесие перцептивных сил. Несмотря на такую нечеткую формулировку (не существует строгого определения понятия «перцептивной силы»), смысл композиционного равновесия понятен (рис. 2.1). Он аналогичен физическому равновесию, когда действующие на тело силы взаимно уравновешены (их векторная сумма равна нулю).

В композиционном равновесии участвуют такие факторы, как формы объектов, цвет, устойчивость и неустойчивость объектов и т. д. При этом темные цвета, большие предметы и объекты необычной формы выглядят тяжелее, чем светлые цвета, мелкие предметы и объекты регулярной, обычной формы.

В последнее время проблема композиционного баланса возникла также в компьютерной графике при создании «дружественного» интерфейса, когда требуется, чтобы созданные на экране дисплея графические элементы были сбалансированы как по горизонтальной, так и по вертикальной оси (рис. 2.2).

Предложены также некоторые количественные критерии композиционного баланса применительно к задачам компьютерной графики.

Эмпирическим критерием композиционного равновесия живописного произведения может служить характер распределения точек фиксации внимания при восприятии картины.

На рис. 2.3 б показаны точки фиксации внимания семи различных людей при просмотре картины французского художника-импрессиониста Сера (Seurat) «Воскресная прогулка на острове

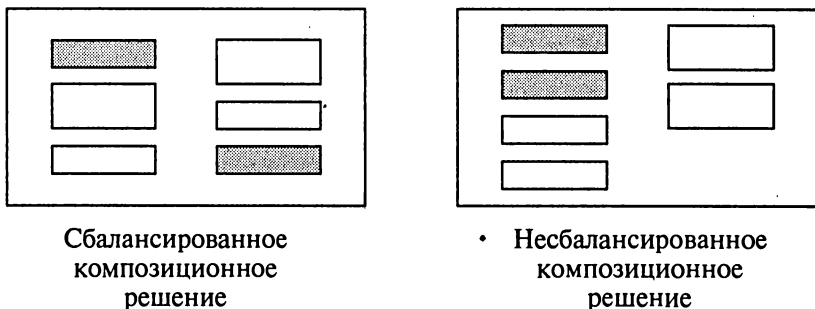


Рис. 2.2. Пример сбалансированного и несбалансированного композиционного решения на экране дисплея

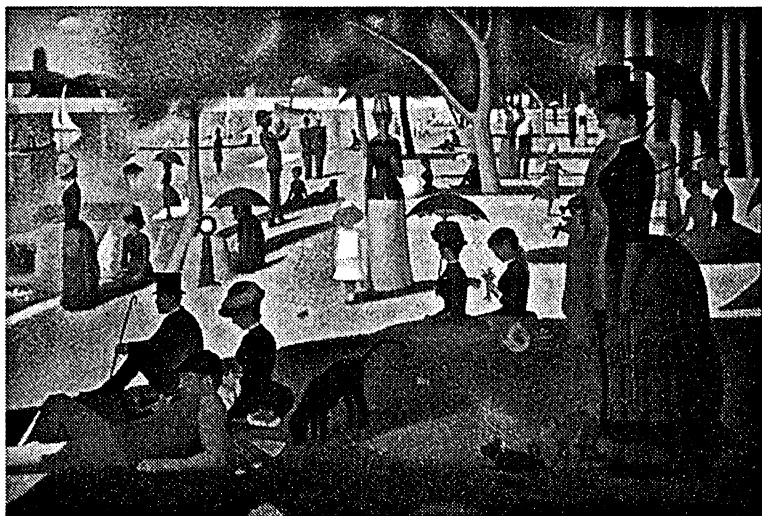
Гранд-Жатт». Число точек в левой половине картины равно числу точек в правой половине, что и означает, что художником найден композиционный баланс.

Если в картине встречаются устойчивые и неустойчивые элементы, то неустойчивые элементы кажутся тяжелее устойчивых. В картине П. Пикассо «Девочка на шаре» композиционный баланс достигается между неустойчивым равновесием хрупкой девочки, стоящей на шаре, и устойчивым состоянием массивного атлета, сидящего на большом кубе (рис. 2.4).

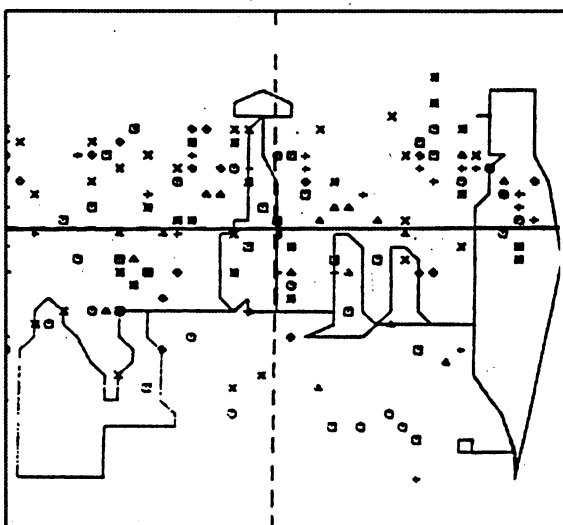
П. В. Флоренский в своей монографии¹⁾ проанализировал проблему устойчивости различных ракурсов в портретной живописи. Фасовый портрет очень часто используется для идеализации изображаемого и потому широко применяется в иконописи при изображении святых. Композиционно фас вследствие симметрии обладает свойством неустойчивого равновесия. Профильное изображение в композиционном смысле всегда неуравновешенно вследствие своей асимметрии (рис. 2.5). В профиль обычно изображают выдающихся деятелей государства, науки и культуры, поскольку любая активная деятельность связана с нарушением симметрии.

Совершенно очевидно, что композиционное равновесие в живописи всегда неустойчиво, поскольку любое изменение (например, дополнение или изъятие любого элемента картины) нару-

¹⁾ Флоренский П. В. Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. М.: Прогресс, 1993.



а)



б)

Рис. 2.3. а) Картина Ж. Сера «Воскресная прогулка на острове Гранд—Жатт» как пример сбалансированного композиционного решения. б) Точки фиксации внимания при восприятии этой картины для семи испытуемых

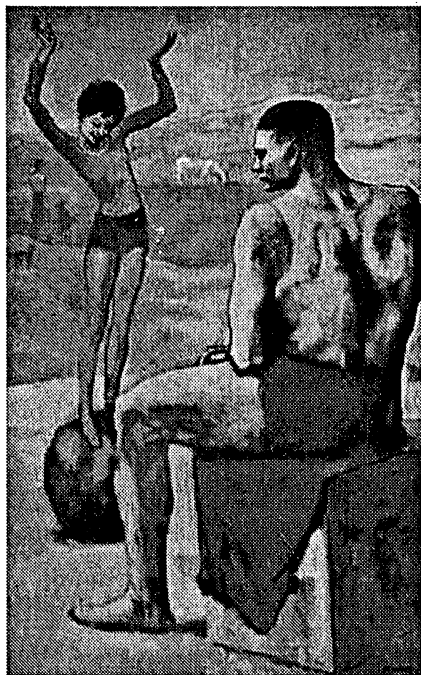


Рис. 2.4. П. Пикассо «Девочка на шаре»

шает этот баланс. Именно в этом заключается одно из проявлений того самого «чуть-чуть», о котором говорил Б. В. Раушенбах.

Между тем как теоретики искусства, так и сами художники единодушно утверждают, что это композиционное равновесие в живописи устойчиво. Например, известный теоретик искусства Рудольф Арнхейм в книге «Искусство и визуальное восприятие» прямо утверждает, что это равновесие устойчиво.

«Почему изображение на картине нуждается в равновесии? Надо напомнить, что в визуальном смысле, так же как и в физическом, равновесие — это такое расположение элементов композиции, при котором каждый предмет находится в устойчивом положении, как, например, загнанный в лузу бильярдный шар».

Как видим, для Арнхейма понятия «равновесие» и «устойчивость» являются синонимами. Однако даже в классической

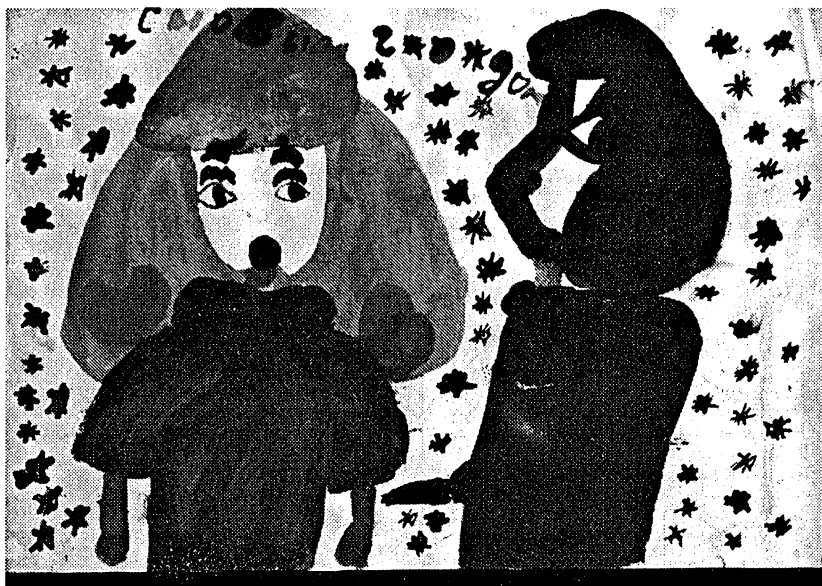


Рис. 2.5. Картина девочки семи лет. Профильное изображение представляет собой равновесное неустойчивое состояние, а изображение в фас — неравновесное состояние. В целом композиция этой картины находится в неустойчивом равновесии

физике до начала XX века было хорошо известно, что равновесие может быть и неустойчивым.

Анализируя причины устойчивости композиционного равновесия, Арнхейм утверждает, что в физиологических процессах, протекающих в коре головного мозга, также существует стремление к устойчивому равновесию.

Гносеологические корни этого принципа устойчивого равновесия Арнхейм совершенно справедливо ищет в общей научной парадигме своего времени:

«Психология мотивации извлекла большую пользу из способа мышления, который привел к подобным выводам ученых различных областей знания. Принцип энтропии в физике, известный также под названием второго закона термодинамики, гласит, что каждое состояние изолированной системы представляет собой необратимый процесс уменьшения активной энергии. Вселенная стремится к состоянию равновесия, в котором устраняются все существующие несимметричные образования».

В этих рассуждениях Р. Арнхейма очень красноречиво представлена суть традиционного детерминистического мировоззрения, базирующегося на гипотезе об устойчивости состояний и процессов в природе, и перенесение этого мировоззрения на психологию. Но процессы в живых системах, включая процессы в головном мозге, далеки от термодинамического равновесия, и для живой природы свойственны процессы, ведущие к неустойчивому равновесию и к возникновению механизмов стабилизации этих состояний неустойчивого равновесия.

Принцип неустойчивого равновесия является фундаментальным принципом композиции для всего искусства.

Можно утверждать, что искусство, как мозг и как вся живая природа, функционирует вблизи неустойчивого, критического состояния.

§ 2. Развитие сюжета и неустойчивость

Перейдем к рассмотрению роли неустойчивости в художественной литературе. Но прежде необходимо остановиться на самом смысле понятия неустойчивости применительно к литературному жанру, поскольку это понятие, как правило, не совпадает с тем механическим смыслом неустойчивости, когда мы рассматривали роль неустойчивости в цирковом и хореографическом искусстве.

Наиболее адекватным математическим аппаратом для описания неустойчивых ситуаций в художественной литературе может служить теория игр, которая сейчас широко используется в различных моделях поведения, в основном в условиях конфликта. В таких моделях принято стороны, принимающие решения, называть игроками, а выбираемые ими действия — стратегиями. Когда в игре участвуют два игрока, всякую пару стратегий называют ситуацией.

В теории игр сформулировано следующее определение неустойчивости, названное в честь американского математика Джона Нэша **неустойчивостью по Нэшу**.

Неустойчивость какой-либо ситуации проявляется в том, что ей грозит распад, который обусловлен возможностями одного из игроков получить лучший для себя результат путем одностороннего выбора своей стратегии.

Неустойчива по Нэшу, например, ситуация совместного существования в одном помещении зайца и волка.

Когда в детективе совершено преступление, преступник сразу же оказывается в неустойчивом по Нэшу состоянии: с этого момента его жизнь на свободе не совместима с уголовным кодексом. Время сохранения этой неустойчивости зависит от ловкости и умения как преступника, так и органов правосудия.

А вот примеры неустойчивости из детской литературы. В «Сказках дядюшки Римуса» Джозеля Харриса совместное существование Кролика и Лиса, конечно же, неустойчиво, но оно сохраняется благодаря хитрости и находчивости Кролика.

Жизнь Робинзона Крузо на необитаемом острове также оказалась в неустойчивости, но он все же выжил, то есть стабилизировался в этом неустойчивом состоянии благодаря трудолюбию и силе характера.

В общем виде неустойчивость в литературе развлекательного жанра можно описать следующим образом: имеется некоторая ценность (жизнь, честь, богатство, власть и т. д.), существованию которой угрожает некоторая опасность, но благодаря личным качествам героев произведений, а иногда и благоприятному стечению обстоятельств, эта ценность остается сохраненной.

Широко представлена неустойчивость и в классической литературе. У В. Шекспира в «Гамлете» главный герой узнает имя убийцы своего отца уже в самом начале первого акта, но его месть совершается лишь в конце трагедии и, таким образом, неустойчивое состояние — жизнь короля Клавдия — сохраняется на протяжении всей пьесы.

В этом произведении есть также неустойчивости в плане межличностных отношений, которые можно точно сформулировать с помощью понятия фрустрации. Суть этого понятия проста: в межличностных отношениях устойчивы состояния, подчиняющиеся известной формуле — друг моего друга тоже мой друг. Если обозначить дружественную связь между двумя людьми положительным знаком, то для того, чтобы между тремя или четырьмя лицами возникла устойчивая группа, необходимо, чтобы все связи были положительными.

Но во многих пьесах Шекспира это условие нарушается, и соответствующие группы персонажей оказываются неустойчивыми. Возьмем центральные персонажи пьесы «Гамлет»: король Клавдий, королева Гертруда и принц Гамлет.

Треугольник, который образуют взаимоотношения этих персонажей, носит явно фрустрационный характер (рис. 2.6 а), и потому эта структура метастабильна. Еще один фрустрационный

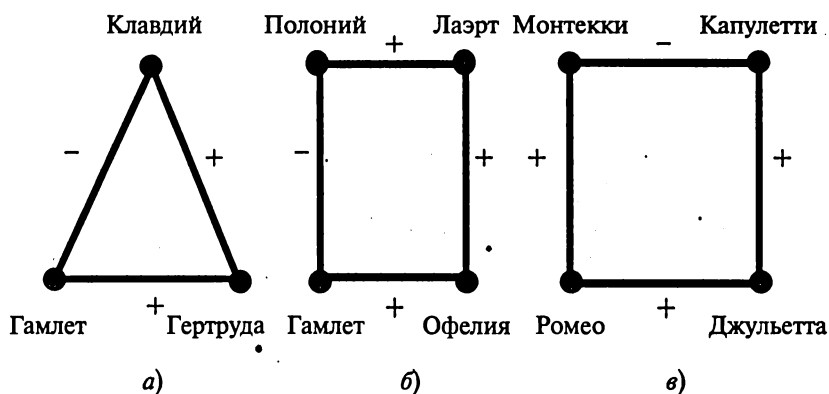


Рис. 2.6. Фрустрационные межличностные связи в пьесах В. Шекспира

контур представляют собой взаимоотношения Гамлета с семьей Полония (рис. 2.6 б) в начале пьесы. Шекспир часто использовал такой прием внесения неустойчивостей в свои произведения. На рис. 2.6 в показан граф межличностных взаимоотношений в пьесе «Ромео и Джульетта» — также фрустрационный

Возьмем другой пример — пьесу А. П. Чехова «Вишневый сад». С этим садом у одной из героинь пьесы связаны дорогие воспоминания, он для нее символ ценностей прошлой жизни. И когда над садом нависает угроза вырубki, мы опять видим неустойчивую ситуацию, которая также длится на протяжении всего спектакля.

§ 3. Неоднозначность в художественных произведениях

...Искусство по-видимому должно обладать множеством смыслов и иметь самозащиту от превалирования одного смысла над другим. Чем более один смысл доминирует в произведении, тем менее это есть произведение искусства. Если произведение имеет один и только один смысл — независимо от того насколько интересным или важным этот смысл является — это уже больше не произведение искусства.

Колин Мартиндейл

Свойство неоднозначности (ambiguity) — одно из проявлений критического состояния сложных систем, когда у системы



Рис. 2.7. Восприятие неоднозначных образов сопровождается осцилляцией между двумя интерпретациями этого образа

появляется возможность спонтанно перейти в одно из устойчивых состояний. Когда мы смотрим на рис. 2.7, наше восприятие испытывает скачкообразные переходы между двумя интерпретациями этого рисунка, а именно между изображениями старой женщины и молодой девушки, поскольку наша система восприятия не способна воспринимать обе эти интерпретации одновременно. Как и для всех критических точек, где имеется ветвление, заранее невозможно предсказать, какая именно интерпретация неоднозначного образа окажется первой.

Такого рода неоднозначные образы привлекают внимание психологов давно, приблизительно с 1832 года, когда немецким психологом Неккером был изобретен первый такой образ («куб Неккера»), и с того времени особенности восприятия такого рода неоднозначных изображений были исследованы очень детально. Между тем долгое время сами психологи относили неоднозначные образы к разряду курьезных явлений. Лишь сравнительно недавно стало понятно, что, по существу, всякий образ, всякое изображение или словесное выражение, взятые вне контекста, вне связи с окружением, являются неоднозначными.

Работа нашего сознания во многом связана с разрешением неоднозначности — визуальной и смысловой. Любое изображение, любая фраза, взятые вне контекста, являются неоднозначными, и для разрешения этих неоднозначностей мозгом привлекается дополнительная информация, как извне, из окружения (контекста) данного образа, так и из системы памяти самого мозга: личного опыта, накопленных знаний и т. п. Вот несколько примеров.

Сцена, изображенная на рис. 2.8, допускает двойкую трактовку. Человека на коленях, распростершего руки перед двумя стоящими людьми, можно рассматривать как выражение «выражающего»? преклонения и преданности. На самом деле на гравюре изображена сцена на библейский сюжет: люди собирают упавшую с небес божественную пищу — манну.

В нашей обычной жизни мы также стремимся избежать или избавиться от неоднозначности, смысловой и визуальной. Когда обвиняемый предстает перед судом, он находится в неоднозначном состоянии «виновен—невиновен», и задача суда —



Рис. 2.8. Гравюра А. Лейдена «Израильяне в пустыне». 1550 г.

разрешить эту смысловую неоднозначность на основе той информации, которую представило следствие.

И. Пригожин обозначил переход к новой научной парадигме как «конец определенности». В классической картине мира, основанной на детерминизме, считалось, что любое утверждение должно быть определенным и однозначным.

Приведем еще один пример из книги Р. Арнхейма «Искусство и визуальное восприятие», когда утверждение, базирующееся на детерминистическом, классическом мировоззрении, примененное к психологии искусства, оказывается неверным.

Отметим, что композиция покоится на своего рода контрапункте, то есть на множестве взаимно уравновешивающих элементов. Но эти антагонистические силы не являются противоречивыми и не конфликтуют между собой. Они не создают неопределенности. Неопределенность запутывает художественное изложение, потому что она вынуждает зрителя колебаться между двумя и более утверждениями, не образующими единого целого.

Между тем, в живописи можно найти немало примеров бимодальных, неоднозначных образов, аналогичных неоднозначному изображению «молодая девушка — старая леди», подробно рассмотренному выше. Обратимся к творчеству Сальвадора Дали. В его картине «Невидимый бюст Вольтера» бюст Вольтера сконструирован из изображений нескольких человеческих фигур (рис. 2.9).

Неоднозначность некоторых архитектурных деталей (контрфорса, подоконников и т. д.) в картине Ван Гога «Церковь в Овере» можно сравнить с другой неоднозначной фигурой — лестницей Шредера.

Для передачи динамики движения в живописи и скульптуре используется прием изображения объектов в разные моменты времени. У выдающихся мастеров прошлого даже по складкам в одежде можно понять, как располагались тело, руки и ноги в предшествующий момент. Этот прием можно рассматривать как один из вариантов неоднозначности.

У Домье в литографии «Будьте любезны, который час?» фигура уличного грабителя состоит из двух поз, принадлежащим двум разным моментам времени (рис. 2.10).

Если прикрыть вытянутую ногу, мы почувствуем, что на ее месте должна быть нога, согнутая в колене так же, как и другая. Если закрыть согнутую ногу, нам покажется, что на ее месте



Рис. 2.9. Картина Сальвадора Дали «Невидимый бюст Вольтера»

должна быть нога, отведенная назад. Обе ноги никак не могут сочетаться в одной позе, их положения принадлежат двум разным моментам времени. Именно эта неоднозначность позы делает эту картину чрезвычайно динамичной.

Однако наиболее известный пример неоднозначности в живописи — это неоднозначная улыбка Моны Лизы в картине Леонардо да Винчи «Джоконда». Однако, прежде чем рассматривать этот пример, целесообразно несколько подробнее остановиться на общей проблеме эмоционального воздействия при восприятии человеческого лица, важного для понимания психологической природы многих произведений живописи.

Выражение эмоций через лицевую мимику и их распознавание является одной из наиболее ранних коммуникативных способностей не только для человека, но и для приматов. У человека эта способность появляется практически сразу после рождения, еще до того, как он овладевает речью. В этом распознавании эмоциональной мимики основную роль играют нейроны височной коры, ее глубинных отделов.



Рис. 2.10. Литография Домье «Будьте любезны, который час?»

Анализ структуры лицевой экспрессии шести основных эмоций (радость, удивление, горе, гнев, отвращение, страх) позволяет сделать вывод, что отдельные двигательные реакции мимических мышц лица в конечном итоге образуют универсальные и устойчивые выразительные образы (паттерны), которые в последующем и подвергаются распознаванию. Распознавание таких лицевых паттернов поддается имитации на компьютере, что и было осуществлено Г. Хакеном и его сотрудниками. В этих экспериментах по компьютерному распознаванию конкретной эмоциональной лицевой экспрессии (радости) был достигнут 80 % успех независимо от индивидуальных особенностей предъявляемых к распознаванию лиц.

Вернёмся к картине «Джоконда». Вот что пишет об особенностях ее восприятия известный теоретик искусства Эрнст Гомбрих в книге «История искусства»:

«...по мере рассматривания картины выражение ее лица непрерывно меняется, как у живого человека. Даже в репродукции

сохраняется это удивительное свойство, а воздействие луврского оригинала граничит с колдовскими чарами. Улыбка Моны Лизы кажется то насмешливой, то печальной». Леонардо сознательно стремился к этому эффекту и достиг его, используя изобретенный им метод «сфумато» — создание размытых контуров и сгущающихся теней. «Каждому, кто пытался нарисовать лицо, хотя бы схематично, должно быть известно, что физиономическое выражение зависит в первую очередь от уголков губ и глаз. И именно их Леонардо прикрыл мягкими тенями», что и придало ее улыбке столь загадочное и неоднозначное выражение.

Обнаруженная Г. Хакеном глубокая общность процессов распознавания образов и процессов формообразования (pattern formation) объясняет причины возникновения явления мультистабильности при восприятии некоторых образов.

Большинство зрительных образов допускают неоднозначную смысловую интерпретацию. В 1953 году в Америке вышла книга В. Reisner & Н. Karprow «Captions Courageus», в которой некоторым известным произведениям мировой живописи и скульптуры были придуманы новые названия (не всегда, впрочем, удачные), что в большинстве случаев вызывает комический эффект. Например, картине Ван Эйка «Портрет четы Арнольфини» в этой книге дано следующее название: «Скажи прессе, что мы с тобой всего лишь хорошие друзья».

Наряду с визуальной неоднозначностью, в искусстве (чаще всего в литературе) широко используется смысловая неоднозначность естественного языка. По свидетельству друзей, Нильс Бор в последние годы своей жизни много размышлял о природе этой неоднозначности. Им была даже предложена некая математическая аналогия этого явления с теорией многозначных функций (из теории функций комплексного переменного). Однако до сих пор не удалось создать достаточно содержательной математической модели неоднозначности в лингвистике, поэтому все дальнейшие соображения носят в основном качественный характер, хотя и намечают возможный путь исследований.

В детективах Агаты Кристи напряженное внимание читателя до самой развязки сюжета поддерживается тем, что многие фразы и действия персонажей допускают неоднозначную интерпретацию. Сама Агата Кристи так формулирует один из основных принципов своего творчества: «Ведь вы знаете, что я не обманываю. Я просто говорю нечто такое, что можно истолковать двояко».

Анализируя творчество Уолта Диснея, С. М. Эйзенштейн обратил внимание на удивительную пластичность и полиморфность его персонажей. В мультфильме «Подводный цирк» спрут легко становится слонем, рыба — тигром. Звери, птицы, рыбы Диснея имеют обыкновение растягиваться и сжиматься, легко изменять свои формы. В этих свойствах персонажей Диснея легко угадывается природа актерского искусства.

Итак, мы рассмотрели два различных типа неоднозначности: визуальную (типа неоднозначного изображения «молодая девушка — старая леди») и смысловую. Наиболее ярко смысловая неоднозначность проявляется в двусмысленных комических высказываниях, и об этом подробнее речь пойдет позже. Некоторые виды искусства имеют как зрительную, так и смысловую неоднозначность. Рассмотрим, например, искусство скульптуры. Сущность этого искусства заключается в том, чтобы изобразить представителей «живой природы» (чаще всего человека и животных) из материала «мертвой природы»: камня, металла, гипса и т. д. Можно сказать, что скульптура представляет собой бимодальную, неоднозначную систему «живая природа — мертвая природа».

Актерское искусство по своей природе также неоднозначно, и соответствующая бимодальность также имеет смешанную структуру: визуальную и смысловую. По свидетельству Плутарха, еще в Древней Греции в застольных беседах обсуждался вопрос: почему сравнительно легко воспринимаются трагические переживания актера на сцене и тяжело — трагические переживания в реальной жизни? Предлагаемые ниже рассуждения, как и в случае лингвистической смысловой неоднозначности, носят качественный характер.

Исходной фазой актерской бимодальности является изначальная психофизиологическая природа актера: его пол, возраст, внешние данные, голос, тип психики и т. д. Вторая фаза — это собственно его роль, ее психофизиологические характеристики. Ясно, что эти две фазы никогда не совпадают. Для актерского искусства можно выделить две полярные возможности:

1. Актер представляет собой яркую индивидуальность, имеет оригинальную внешность, уникальные психофизиологические данные. В этом случае актер обычно полностью подчиняет себе вторую фазу — роль (рис. 2.11 а). Обычно актеры именно такого типа наиболее популярны, их имена широко

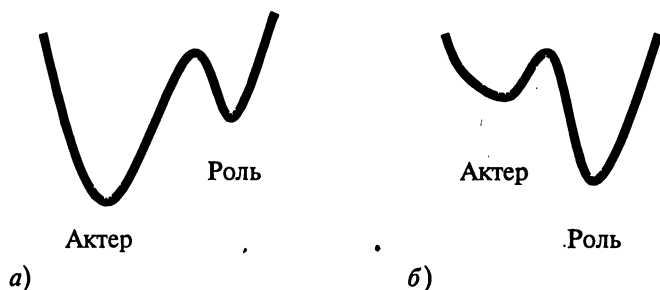


Рис. 2.11. Бимодальность актерского искусства

известны: Ален Делон, Арнольд Шварценеггер, Юрий Никулин и другие. Как правило, таких актеров довольно часто пародируют.

2. Актеры, в совершенстве владеющие искусством перевоплощения и не обладающие какими-либо яркими природными внешними данными (рис. 2.11 б). К актерам этого типа можно отнести Лоуренса Оливье, Алекса Гиннеса, Иннокентия Смоктуновского. Таких актеров очень трудно пародировать.

Лотман отмечает, что в кинематографе в большей степени, чем в театре, зритель видит не только роль, но и актера. Наблюдая игру известного актера, мы поочередно фокусируем наше внимание либо на облике самого актера, знакомого нам по другим фильмам, либо на характерных особенностях роли, которую играет этот актер. Именно такая осцилляция внимания есть причина того, что применительно к актерскому искусству мы используем слово «игра».

Игра является одной из органических потребностей психики человека и некоторых высших животных. Умение играть заключается в овладении некоторым «двуплановым» (по терминологии Ю. М. Лотмана), то есть бимодальным поведением. Например, играющий ребенок помнит, что перед ним игрушечный тигр и не боится. Но он также считает игрушечного тигра живым. В основе любой игры лежит колебательный, повторяющийся процесс (спортивная игра, игра на музыкальном инструменте, игра в карты и т. д.).

Часто неоднозначность в сюжете художественных произведений означает возможность существования (наиболее часто — в положении главного героя) двух различных состояний, одно

из которых может быть скрытым до определенного времени. Тривиальные примеры такого состояния — это многочисленная литература и многочисленные фильмы о шпионах и разведчиках. Нахождение шпиона в неприятельском лагере означает неустойчивость: в любой момент может наступить разоблачение и задача разведчика — максимально продлить это состояние.

Другой, менее тривиальный пример неоднозначности имеет социальную природу и вслед за В. Б. Шкловским может быть назван «человек не на своем месте».

В романе Апулея «Золотой осел» главный герой, конечно же, не на своем месте, потому что он на самом деле человек. Герои многих сказок — изгнанная дочка, младший сын, презираемый своими братьями, обиженная сиротка — также оказываются не на своем месте. Им отказывается в том, чего они по праву заслуживают. Сюжеты сказок «Гадкий утенок» (рис. 2.12), «Аленький цветочек» и других относятся к этому же типу неустойчивости, длящейся на протяжении всего произведения.

«Старые романы основаны были на том, что человек случайно выпадает из своего общества. Почти фатальным положением незаконнорожденности или потерей документов мотивировалось попадание героя в тот мир, который был судьбой миллионов. Но герой выплывал из этого мира при помощи найденных документов. Герой старого романа — это герой не на своем месте, герой одного общества, попавший в другое общество».

«История Тома Джонса, Найденыша» Г. Филдинга — пример такого романа.



Рис. 2.12. Потенциальная функция, описывающая образ главного персонажа сказки Г. Х. Андерсена «Гадкий Утенок»

В основу сюжетов многих современных фантастических кинофильмов положена бимодальная структура личности одного из главных героев. Герой в американском фильме «Робосор» («Робот-полицейский») одновременно и робот, символизирующий совершенную машину мщения, и человек, способный на тонкие душевные переживания. Аналогичным образом построены сюжеты в фильмах «Бэтмен» и «Человек-амфибия», «Терминатор» и многих других. Амбивалентная, шизофреническая личность — основа сюжета фильма А. Хичкока «Psycho». Бимодально состояние героев в пьесе Н. В. Гоголя «Ревизор», в фильме «Полосатый рейс».

Большое число примеров неоднозначных бимодальных состояний дает нам творчество А. С. Пушкина: его лирика, поэмы, проза. В стихотворении «Брожу ли я вдоль улиц шумных...» поэт создает у читателя амбивалентное состояние: одна из модальностей связана с образом «жизнь», другая — с образом «смерть».

Брожу ли я вдоль улиц шумных,
Вхожу ли в многолюдный храм,
Сижу ль меж юношей безумных,
Я предаюсь моим мечтам.

Я говорю: промчатся годы,
И сколько здесь ни видно нас,
Мы все сойдем под вечны своды —
И чейнибудь уж близок час.

«Улицы шумные», «многолюдный храм», «юноши» ассоциируются с образом динамичной жизни. Но поэт почти сразу же создает диаметрально противоположную модальность, поведав нам о своих размышлениях, о бренности бытия, о смерти. В дальнейшем мы постоянно наблюдаем игру этих двух чувств, двух модальностей.

Гляжу на дуб уединенный,
И мыслю: патриарх лесов
Переживет мой век забвенный,
Как пережил он век отцов.

Младенца ль милого ласкаю,
Уже я думаю: прости!
Тебе я место уступаю:
Мне время тлеть, тебе цвести.

День каждый, каждую годину
Привык я думой провожать.
Грядущей смерти годовщину
Меж них стараясь угадать.

«Дуб уединенный» — это опять ассоциации с вечной жизнью — и сразу же — в пределах одного четверостишья — мысли о смерти. Следующие строфы строятся по тому же принципу: сначала образ жизни («младенец», «день каждый», «каждая година») и здесь же — сопряженный ей образ смерти.

Рассмотрим, как построена концовка этого стихотворения:

И где мне смерть пошлет судьбина?
В бою ли, в странствии, в волнах?
Или соседняя долина
Мой примет охлажденный прах?

И хоть бесчувственному телу
Равно повсюду истлевать,
Но ближе к милому пределу
Мне все б хотелось почивать.

В этих строках поэт говорит только о смерти и, казалось бы, это печальное чувство уже полностью овладело им. Но в последней строфе — вновь торжество жизни.

И пусть у гробового входа
Младая будет жизнь играть
И равнодушная природа
Красою вечною сиять.

На таком же противопоставлении этих двух тем основаны произведения поэта «Пир по время чумы» и «Египетские ночи». «Повести Белкина» — это также два плана, когда за внешне спокойным и благополучным повествованием легко угадывается трагическая возможность.

Я. Мукаржовский обратил внимание на двойственный образ Чарли Чаплина. Элегантные, безупречно светские движения, с которыми Чарли поправляет бабочку и приподнимает котелок, сочетаются у него с манерами, мимикой и жестами бродяги. Именно эта неоднозначность образа Чарли приводит к комическим эффектам. В «Золотой лихорадке» Чарли-бродяга наделен манерами светского человека. В сцене, где голодающие искатели золота варят и съедают сапог, Чарли разделяет этот сапог с помощью ножа и вилки, демонстрируя безупречные манеры.

Стоило же ему разбогатеть, стать миллионером, как мы видим человека в дорогой шубе и смокинге, который чавкает, когда ест, чешется, как бродяга.

Принципиально важным является то обстоятельство, что некоторые виды искусства неоднозначны (бимодальны) уже по самой своей природе. Рассмотрим, например, искусство скульптуры. Сущность этого искусства заключается в том, чтобы изобразить представителей «живой природы» (чаще всего человека и животных) из материала «мертвой природы»: камня, металла, гипса и т. д. Можно сказать, что скульптура представляет собой неоднозначную систему «живая природа — мертвая природа». С точки зрения доминирования одной из этих двух фаз (модальностей) существует две полярные возможности:

1. Доминирование живой, даже духовной материи над косной, инертной, мертвой материей. Такое доминирование мы видим в скульптурных работах Микеланджело, Родена, Шубина.
2. Доминирование косной, инертной материи над живой. Примером могут служить работы Генри Мура.

В своем эссе «Куклы в системе культуры» Ю. М. Лотман отмечает неоднозначную (также как и скульптуры) природу этого культурного феномена, тесно связанную с древними противопоставлениями живого и мертвого, одухотворенного и механического. Вместе с тем, в отличие от скульптуры, кукла требует не созерцания, а игры. Она служит неким стимулятором, провоцирующим творчество.

Бимодальная природа живописи во многом сходна с бимодальностью скульптуры, хотя для живописи, разумеется, речь идет не только об изображении живой природы, но и об объективной реальности в целом

Х. Ортега-и-Гассет называл бимодальность живописного искусства неоднозначностью «объективная реальность — стиль», имея в виду, что объективная реальность изображается художником как некая стилевая реальность. Изначальная, глубинная структура любой картины принципиально двойственна. С одной стороны, она вбирает в себя естественные формы предметов, на ней изображенных, а с другой — художественные, или стилизованные формы, которым художник подчиняет реальность.

«...Искусство возникает не там, где есть сходство с изображаемым объектом, а там, где есть стиль. В противном случае

оно утратило бы всякий смысл. Ведь нет никакой нужды прилежно воспроизводить предметы реального мира, которые и так всецело поглотили, поработили, человека. К чему удваивать действительность? С нас вполне достаточно одной, той, что у нас уже есть».

Дж. Кальоти подробно анализирует один из аспектов двойственности живописи — трехмерность реального пространства и его двумерное изображение на плоскости, то есть бимодальность «трехмерность — двумерность». Двумерные симметричные фигуры итальянского художника-графика Франко Гриньяни после продолжительного наблюдения внезапно как бы оживают и превращаются в объемные трехмерные фигуры. При этом нарушается первоначальная симметрия и, следовательно, возникает новая информация, то есть имеет место процесс самоорганизации.

В графике и рисунке наиболее отчетливо проявляется та двойственность в восприятии формы, которая присуща живописи вообще. С одной стороны, мы воспринимаем трехмерность изображаемого пространства, с другой — отчетливо видим игру линий на плоскости.

Если внимательно проанализировать все рассмотренные примеры с неустойчивыми состояниями в художественных произведениях, можно убедиться, что эти неустойчивости выполняют функции параметра порядка и подчиняют себе всю композицию произведений. Это подтверждает тезис об общесистемном, универсальном значении синергетического принципа подчинения.

Параметру порядка из физики можно сопоставить хорошо известное в искусствознании понятие доминанты. Вот его наиболее типичное определение: «Всякий рассказ, картина, стихотворение есть сложное целое, составленное из совершенно различных элементов, организованных в различной степени, в различной иерархической подчиненности и связи, и в этом сложном целом оказывается доминирующий и господствующий момент, который определяет собой построение всего остального рассказа, смысл и назначение каждой его части».

Л. С. Выготским была блестяще продемонстрирована справедливость принципа подчинения в искусстве на примере рассказа И. А. Бунина «Легкое дыхание». Хронологическая последовательность событий этого рассказа показывает тяжелую и трагическую историю из провинциальной жизни. В действительности автор все события соединяет и сцепляет таким образом, что они утрачивают свою житейскую тягость. Все искусные прыжки

в развитии сюжета имею цель погасить, уничтожить то непосредственное впечатление, которое происходит от этих событий, и сформировать другое, противоположное ощущение. Л. С. Выготский с сотрудниками провели запись дыхания во время чтения этого рассказа. Оказалось, что даже при чтении об убийстве и смерти дыхание у читателя легкое и свободное, точно воспринимаются не ужасные события, а разрешение от этого ужаса.

Несомненно, психологическое состояние легкости и свободы в данном случае неустойчиво, и мастерство И. А. Бунина состоит именно в том, что он на таком тяжелом и трагическом материале, благодаря особой композиции рассказа и особому построению фраз, создает и стабилизирует это неустойчивое состояние. Это «легкое дыхание» и служит параметром порядка или доминантой рассказа, и именно ему подчиняется все сюжетное и даже фразеологическое построение.

В деловом общении, и особенно в научных сообщениях, мы обычно стремимся избегать смысловой неоднозначности. Напротив, неоднозначная, полисемантическая структура продуктов художественного творчества — это принципиальное свойство искусства, которое отличает его от науки. Ю. М. Лотман писал по этому поводу: «Научный текст тяготеет к однозначности: его содержание может оцениваться как верное или неверное. Художественный текст создает вокруг себя поле возможных интерпретаций, порой очень широкое. При этом, чем значительнее, глубже произведение, чем дольше оно живет в памяти человечества, тем дальше расходятся крайние точки возможных интерпретаций».

Хотя в научном творчестве мы стремимся разрешать неоднозначности (собственно, основная функция науки заключается как раз в том, чтобы описать окружающий нас мир наиболее точно и однозначно), в науке существуют парадоксы, которые, по-видимому, выполняют в научном творчестве ту же роль, что неоднозначные образы в художественном творчестве.

Поэзия, искусство в целом намеренно и целенаправленно создают неоднозначности, и в этом принципиальное отличие искусства от науки.

§ 4. Фракталы в искусстве

В культуре многих народов можно встретить идею самоподобия — повторяющуюся на разных уровнях смысловую или визуальную структуру некоторого образа (литературного, орна-

ментального, архитектурного и т. п.). Например, в фольклоре можно найти тексты с потенциально бесконечно повторяющимся элементом («У попа была собака...»), тексты с вариациями («У Пегги был веселый гусь...») и тексты с наращиваниями («Дом, который построил Джек»).

Недавно некоторые аспекты этой идеи самоподобия получили точное математическое выражение в понятии фрактала. Сегодня слово «фрактал» (от латинского *fractus* — дробленный) известно не только математикам и программистам, но и картографам, профессиональным фотографам, архитекторам, музыкантам. Оно постепенно входит в нашу повседневную жизнь, поскольку огромное число природных и созданных человеком объектов вокруг нас имеют фрактальную природу.

Термин «фрактал» введен американским математиком польского происхождения Бенуа Мандельбротом в 1975 году, а после выхода в 1977 году его книги «Фрактальная геометрия природы», ставшей бестселлером, этот термин стал широко известным. Однако, история фракталов началась с геометрических фракталов, которые исследовались математиками в XIX веке. Самоподобие фракталов означает, что, взяв отдельную часть изображения фрактала, можно в ней обнаружить ту же самую структуру, что и в основном изображении. На плоскости такие фракталы можно получить, задав некоторую ломаную, называемую *генератором*. За один шаг алгоритма каждый из отрезков, составляющих ломаную, заменяется на ломаную-генератор, в соответствующем масштабе. В результате бесконечного повторения этой процедуры (а точнее, при переходе к пределу) получается фрактальная кривая. При видимой сложности полученной кривой, ее общий вид задается только формой ломаной-генератора.

Простейшим примером фрактала является кривая Коха, которая после нескольких повторений алгоритма становится похожей на морскую береговую линию или границу между государствами (рис. 2.13).

Кривая Коха, как бы ни была похожа на границу берега моря, не может выступать в качестве ее модели из-за того, что она всюду одинакова, слишком «правильна». Все природные объекты создаются по капризу природы, в этом процессе всегда есть случайность. Фракталы, при построении которых в алгоритме случайным образом изменяются какие-либо параметры, называются стохастическими.

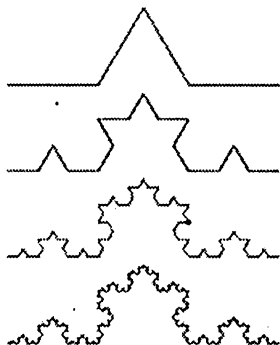


Рис. 2.13. Кривая Коха названа в честь шведского математика Хельге фон Коха, исследовавшего ее в 1904 году

Из школьной геометрии мы знаем, что размерность прямой линии или окружности равна единице, размерность круга или плоскости равна двум, размерность шара или пространства вокруг нас — трем. Размерность фрактальных объектов всегда оказывается дробным числом. Так как фрактал состоит из бесконечного числа повторяющихся элементов, невозможно точно измерить его длину. Это означает, что чем более точным инструментом мы будем его измерять, тем большей окажется его длина.

Обратимся к классическому примеру: граница между Испанией и Португалией представляет собой типичный фрактал. При попытке измерить ее длину окончательный результат будет меняться в зависимости от масштаба единицы измерения. Согласно испанской энциклопедии общая длина границы между Испанией и Португалией составляет 987 км, однако португальская энциклопедия утверждает, что эта длина равна 1214 км. Это расхождение объясняется тем, что Португалия выбрала меньшую единицу для измерения длины. Закономерность заключается в том, что измеренная длина границы будет увеличиваться с уменьшением длины измерительного прибора. Эта пропорциональная зависимость увеличения измеренной длины изломанной линии от уменьшения длины измерительного прибора называется фрактальной размерностью.

Заслуга Б. Мандельброта в том, что ему удалось собрать вместе и сделать всеобщим достоянием разрозненные сведения, сначала существовавшие как плод воображения математиков, а затем найденные в реальных объектах окружающего мира.

Очертания гор, границы материков, русла горных рек, береговая линия и многое другое — все это фракталы.

Фракталы в живописи

Фрактальность природных ландшафтов убедительно иллюстрируется изображениями под микроскопом многих природных поликристаллических структур: такие изображения выглядят как графические этюды горных пейзажей.

Изображения горных ландшафтов в последнее время генерируются с помощью достаточно простых компьютерных итерационных процедур. Одной из таких простейших процедур, позволяющей, тем не менее, создавать достаточно реалистичские изображения горных пейзажей, является процедура, в которой программа в начале рисует ломанными прямыми линиями основные пики и долины, а затем эти линии много раз делятся с небольшими отклонениями по обе стороны каждой из линий.

Большой интерес представляют приложения методов фрактальной геометрии к изучению эволюции китайской пейзажной живописи. Представление пространства в ранней китайской живописи сильно менялось в течение 960–1279 годов (династия Сун), когда пейзажная живопись достигла в Китае большого развития. Американский математик Р. Восс вычислил размерность



Рис. 2.14. Изображение кристалла сульфаниламида под микроскопом со 100-кратным увеличением выглядит как горный пейзаж



Рис. 2.15. Пример горного пейзажа, созданного с помощью компьютера

фрактальных объектов природных ландшафтов в ранней китайской живописи, используя численные значения интенсивности пикселей $J(x, y)$ в оцифрованном представлении этих изображений. Оказалось, что в начале этого периода фрактальная размерность изображаемых объектов лежала в интервале 1,3–1,4, тогда как в конце этого периода объекты живописи имели размерность 1,07–1,13.

В работе венгерских ученых исследовалась фрактальная размерность некоторых графических работ Пикассо, Дюрера, Рембрандта, Мунка и Эшера. В этой статье показано, что объекты, которые в природе не являются фрактальными (например, лица людей) в графическом представлении могут приобретать фрактальные свойства.

Американский художник Джексон Поллок (Jackson Pollock) писал свои картины, разбрызгивая краску кистью или веточкой на расстеленный на полу холст, покрывая его несколькими слоями краски. Австралийский физик Ричард Тейлор (Richard Taylor) (сейчас он живет и работает в США) решил исследовать картины Поллока, используя методы фрактальной геометрии.

Отсканированные картины художника разбивались с помощью компьютера на одинаковые квадратные ячейки. Затем подсчитывалось число ячеек, заполненных краской, и число ячеек, оставшихся пустыми. Постепенно уменьшали размеры ячеек и проделывали те же подсчеты. Оказалось, что статистические

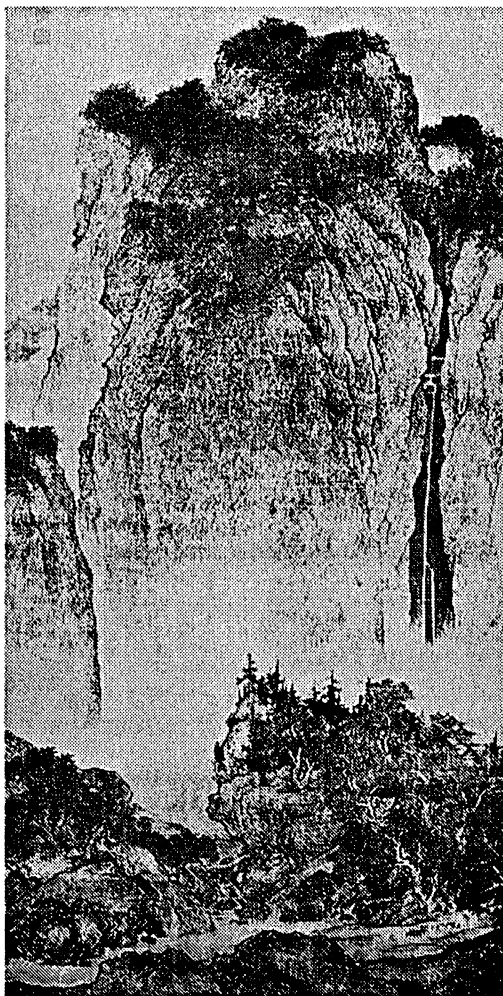


Рис. 2.16. Пейзажи в работах китайского художника Фан Куана (950–1032) имеют фрактальную размерность 1,3

свойства не менялись при увеличении от 1 до 1000 раз. Значит, Поллок рисовал фракталы за 25 лет до того, как Мандельброт сформулировал это понятие.

Специально проведенные исследования показали, что люди отдают эстетическое предпочтение фракталам с размерностью от 1,3 до 1,5, независимо от их происхождения. Размерность



Рис. 2.17. Картина американского художника Д. Поллока «Голубые ветки» представляет собой стохастический фрактал с размерностью $D = 1,7$

многих природных фракталов лежит именно в этом диапазоне. Например, фрактальная размерность облаков равна $D = 1,3$. Фрактальная размерность картин Поллока изменялась с каждым годом от 1,12 в 1945 году до 1,7 в 1952 году.

Фракталы в музыке

Супруги Прита и Атин Дас (Pritha and Atin Das) из Индии исследовали фрактальную размерность звукового сигнала различных музыкальных инструментов, исполняющих одно и то же музыкальное произведение. В табл. 2.1 приведены некоторые полученные результаты.

М. Vigerelle и А. Iost изучали фрактальные свойства музыки, рассматривая записанные изменения амплитуд исполняемых музыкальных произведений различных жанров (рок-музыка, джаз, классика и т. д) как временные ряды. В табл. 2.2 приведены результаты вычисленных фрактальных размерностей для различных видов музыки.

Таблица 2.1

Инструмент	Max D
Гитара	1,78
Рояль	2,02
Флейта	2,19
Ситар	3,35
Скрипка	3,74
Саксофон	4,02
Орган	4,75

Таблица 2.2

Класс	Среднее значение фрактальной размерности
Трэш	1,89402
Рок	1,87119
Тяжелый металл	1,86457
Релакс	1,86389
Прогрессивная	1,83678
Джаз	1,63591
Электронная	1,83513
Концертная	1,82391
Традиционная	1,79730
Симфоническая	1,79202
Квартеты	1,78080
Ноктюрны Шопена	1,77978

Архитектура

Фракталы в архитектуре, как и в живописи, имеют длительную историю. Уже в организации поселений некоторых африканских племен можно увидеть идею самоподобия. Элементы фрактальной природы можно легко найти в деталях многих архитектурных сооружений.

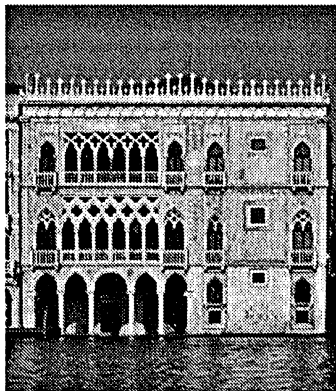


Рис. 2.18. Элементы самоподобия в архитектурном сооружении

На рис. 2.18 представлен один из самых известных примеров самоподобия в архитектуре: дворец Са'д'Ого (Венеция).

Литература

Шенкель (A. Schenkel) и др. исследовали законы чередования букв в литературных текстах. В своих исследованиях они рассматривали текст как цепочку из 26 букв и 6 знаков пунктуации (изучались англоязычные тексты). Каждый символ был представлен числом из пяти последовательных нулей и единиц. Например, «а» — «00 000», «b» — «00 001» и т. д. Таким образом, литературный текст был сведен к цепочке из нулей и единиц. Затем этот массив был преобразован в простой одномерный процесс случайного блуждания: 0 интерпретировался как смещение на один шаг вниз, а 1 — на один шаг вверх.

Обычно линейный массив любого размера, кодирующий какой-либо литературный текст, содержит разное число нулей и единиц, поскольку, например, буква «а» встречается чаще, чем буква «z». Такие асимметричные свойства литературного

текста создают линейное смещение в случайном блуждании, что позволяет вычислять, насколько близки такие цепочки нулей и единиц к фракталу.

Результаты показали, что большинство из исследуемых текстов (исследовались два романа Г. Уэллса, две пьесы Шекспира, две повести Льюиса Кэрролла, а также английские версии Корана и Библии) довольно далеки от фракталов. Ближайшими к идеальному фракталу оказались тексты Шекспира и Библии.

§ 5. Безмасштабные сети и феномен «тесного мира» в искусстве

Понятия «шесть ступеней разделения», сети со свойствами «тесного мира», «безмасштабные сети», еще несколько лет назад знакомые лишь узкому кругу специалистов, в настоящее время стали частью общественного сознания, вошли в современную популярную культуру. Сейчас можно наблюдать разворачивание широкого фронта исследований структурной организации искусства и культуры с точки зрения современной теории сетей. Уже выявлены некоторые количественные и качественные закономерности, как в структуре отдельных художественных произведений, так и в социальной организации некоторых направлений художественного творчества.

Язык как сетевая структура

В 2001 году была сконструирована сеть для английского языка, в которой узлами являются слова. Два узла связаны между собой связью в том случае, если оба соответствующих этим узлам слова могут появиться в осмысленном предложении. Было обнаружено, что такая сеть, содержащая 440 902 слова, обладает всеми свойствами безмасштабных сетей. Свойство «тесного мира» в такой сети проявляется в том, что переход от одного слова к любому другому можно совершить не более чем через три слова. Аналогичные исследования были проведены для немецкого, чешского, румынского и других языков, и их сетевые свойства оказались очень близкими к сети английского языка.

Сетевая структура героев древнегреческих мифов

В западноевропейской культуре древнегреческие мифы стали основой для развития сюжетов в литературе и в живописи.

На протяжении трех тысяч лет писатели, поэты, художники, композиторы используют в своем творчестве мифологические образы древней Греции. Возможно, и сейчас эти сюжеты и образы формируют нас в большей степени, чем современная литература.

Словарь классической греческой мифологии Гранта и Хазеля содержит биографии всех персонажей древнегреческих мифов, как всем известных богов, так и малоизвестных нимф. Всего в словаре 1647 богов, нимф, чудовищ, сирен, простых смертных.

На основе этого словаря была сконструирована сеть межличностных связей героев древнегреческих мифов. В этой сети каждому узлу соответствует определенный персонаж, а узлы *A* и *B* соединены связью, если в описании персонажа *A* появляется персонаж *B* и наоборот.

Например, Акакалида, дочь Миноса и Пасифаи, родила Аполлону сына Амфидемиса и, возможно, Милета. Следовательно, Акакалида связана с этими пятью персонажами направленными от нее связями. Если ее имя будет упоминаться в историях, связанных с другими героями, то появятся связи, направленные к ней самой. На рис. 2.19 показан фрагмент сети всех персонажей древнегреческой мифологии, относящийся к Акакалиде.

Сконструированная таким образом сеть оказалась безмасштабной сетью со свойствами «тесного мира». В табл. 2.3 указаны персонажи греческих мифов с наибольшим числом связей.

Среднее число шагов между узлами в этой сети равняется 3,47, то есть персонаж древнегреческих мифов образуют сеть

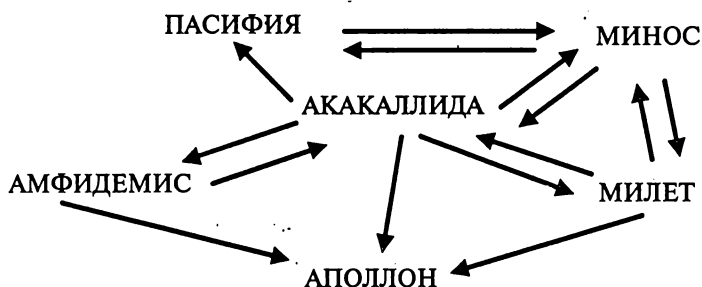


Рис. 2.19. Фрагмент сетевой структуры героев древнегреческих мифов. Показаны межличностные связи Акакалиды — критянской нимфы. Для этого персонажа число выходящих и входящих связей соответственно $k_{out} = 5$ и $k_{in} = 3$

Таблица 2.3

k	k_{out}	k_{in}
Зевс 243	Геракл 140	Зевс 223
Геракл 230	Посейдон 92	Геракл 187
Посейдон 177	Одиссей 83	Аполлон 144
Аполлон 156	Зевс 79	Нимфа 140
Нимфа 149	Аргонавт 77	Посейдон 137
Одиссей 122	Тесей 69	Одиссей 97
Гера 102	Дионис 55	Афина 87

со свойствами «тесного мира». Более детальный анализ показывает, что она обладает также свойствами безмасштабных сетей и представляет собой иерархически организованную структуру, сходную со структурой сети актеров Голливуда, которая будет описана ниже.

*Сетевая структура взаимоотношений
героев литературных произведений*

Большой интерес представляет изучение свойств сетей, сконструированных для того, чтобы описать структуру литературных произведений. Д. Стиллер (James Stiller), Д. Неттл (Daniel Nettle) и Р. Данбар (Robin Dunbar) исследовали структуры взаимодействия персонажей в десяти наиболее популярных пьесах В. Шекспира. Каждый персонаж пьесы является узлом соответствующей сети. Два узла такой сети связаны между собой, если соответствующие персонажи хотя бы раз одновременно появлялись на сцене.

Анализ построенных сетей для всех десяти пьес показал, что герои связаны друг с другом не более чем двумя степенями разделения, а социальные связи в этих пьесах имеют высокую степень кластеризации. Увеличение числа персонажей в пьесах Шекспира ведет к росту числа социальных групп, драма увеличивается в размерах, но коммуникативные связи становятся менее насыщенными.

Обычно общее число персонажей в пьесах Шекспира варьирует в пределах 30–40, что сравнимо с размерами древних охотничьих сообществ и числом социальных контактов человека в современном обществе. Возможно, эта величина соответствует тем пределам когнитивных способностей человека, за которыми уже становится затруднительным отслеживание всех возможных изменений в структуре социальных контактов.

Аналогичные исследования были проделаны для изучения сетевой структуры межличностных связей основных персонажей романа Виктора Гюго «Отверженные». Такая сеть также обладает свойствами «тесного мира». Мазуччи (A. Masucci) и Роджерс (C. Rodgers) построили сеть семантических связей слов в романе Дж. Оруэлла «1984» по мере их появления в тексте и также обнаружили свойства «тесного мира» в такой сети.

Безмасштабные сети музыкальных произведений

Партитура музыкального произведения легко преобразуется в сетевую структуру, если в качестве узлов такой сети взять музыкальные ноты всех возможных длительностей. Нетрудно подсчитать, что число узлов в такой сети не будет превышать 1800. В самом деле, число клавишей у рояля равно 88 и, умножая это число на 20 — число длительностей ноты (половинные, четверти, восьмые и т. д.), получаем 1760. Связи между узлами (нотами) в сети устанавливаются по хронологическому принципу: если нота *I* начинает звучать в момент времени *T*, а нота *J* в этот момент заканчивает свое звучание, то между соответствующими узлами сети имеет место связь.

Ли (Xiaofan Liu), Тсе (Chi K. Tse) и Смол (Michael Small) из политехнического университета Гонконга проанализировали статистические свойства сетей, построенных по описанному выше принципу, для произведений Баха, Моцарта, Шопена и современных китайских композиторов, работающих в жанре поп-музыки. Все эти сети оказались безмасштабными. Среднее число шагов между узлами в этих сетях варьируют в диапазоне от 2,8 до 4,2. Другие параметры сетей также изменялись довольно значительно для различных произведений.

Сеть актеров кино

Была изучена база данных актеров кино (Internet Movie Database), которая содержит все фильмы Голливуда и перечень всех играющих в них актеров с 1890 годов. В этой сети узлами

являются актеры, и два узла имеют связь, если оба соответствующих актера снимались в одном фильме. В 2000 году эта сеть, обладающая свойством «тесного мира» и свойствами безмасштабных сетей, содержала 449 913 узлов (актеров).

Исследования этой сети показали, что любой американский актер кино может быть соединен с любым другим актером, снимавшимся в Голливуде, цепочкой не более чем в четыре звена. Например, Чарли Чаплина можно связать с актером Кевином Баконом тремя звеньями: Чаплин снимался в фильме «Графиня из Гонконга» с Марлоном Брандо, который, в свою очередь, снимался в фильме «Апокалипсис сегодня» с Лоренсом Фишбурном, а последний снялся с К. Баконом в «Серебре».

Сеть сотрудничества джазовых музыкантов

Аналогичное исследование было проделано для сети сотрудничества джазовых музыкантов США в период наибольшего расцвета этого вида искусства с 1912 по 1940 годы. Для создания такой сети была использована единая база данных всех звукозаписывающих студий США. Дело в том, что многие музыканты

Таблица 2.4

Имя	Число связей
Eddie Lang	415
Jack Teagarden	387
Frank Signorelli	332
Frankie Trumbauer	307
Joe Venuti	295
Bob Mayhew	287
Bill Rank	267
Fud Livingston	265
Miff Mole	262
Louis Armstrong	262

того времени играли либо одновременно, либо в разное время в различных джазовых ансамблях. Понятно, что узлами в такой сети являются сами музыканты, а узлы соединены между собой, если соответствующие им музыканты играли в одном ансамбле. Всего такая сеть содержит 1275 имен, и ее исследование показало, что она обладает свойством «тесного мира» со средним числом шагов, равным 2,79.

В табл. 2.4 указаны имена 10 музыкантов, которые больше других сотрудничали со своими коллегами.

Сетевая структура произведений живописи

Современная цифровая фотография создает изображения из большого числа точек (пикселей), подобно тому, как создавали свои картины художники-пуантилисты. Каждый из трех базовых цветов (красный, зеленый, синий) имеет 256 оттенков, и, таким образом, имеется $256 \times 256 \times 256 = 16\,772\,216$ различных цветов. Если картину художника представить в цифровом виде, то сетевая структура такой картины будет формироваться из узлов-пикселей различного цвета. Два узла будут связаны между собой, если соответствующие этим узлам цвета окажутся рядом друг с другом на картине. Компьютерная программа формирования сетевой структуры любой оцифрованной картины может сразу же определить ее статистические сетевые свойства. Можно ожидать, что многие картины старых мастеров и современных художников имеют безмасштабную сетевую структуру со свойством «тесного мира».

Колебания и ритм в искусстве

§ 1. Ритм и синхронизация в художественной культуре

Колебательный режим — универсальная форма поведения самоорганизующихся систем.

В художественной культуре ритмичность проявляется не только в отдельных произведениях, но и в целых направлениях художественного развития: музыке, вокальном искусстве, хореографии, поэзии, орнаменте и т. д. В музыке периодические процессы выражаются не только в ритме. Важным средством музыкального воздействия является повторение одного и того же мотива в разной тональности, в исполнении разных инструментов, в разной тембровой окраске.

Многие повторы встречаются в новом месте произведения в ином контексте и, в сущности, являются вариациями. Припев песни, в зависимости от содержания предшествующей строфы, приобретает новый оттенок, новое содержание, новую художественную значимость. Функции каждой колонны в архитектурном сооружении меняются в зависимости от ее положения. Такие явные и скрытые вариации оказывают более значительное эмоциональное воздействие, чем монотонное повторение.

В драматических произведениях сильной эмоциональной насыщенности в критические моменты часто возникает режим, который В. М. Волькенштейн назвал «эмоциональной вибрацией драматического действия, характеризующийся сомнениями и колебаниями главного героя». Такова сцена перед гробом отравленной царицы Анастасии в фильме «Иван Грозный», где тема сомнения «Прав ли я? Прав ли я в том, что делаю?

Не божья ли это кара?» решается с помощью двухголосного чтения в одном ритме, но с диаметрально противоположной драматической направленностью. Одни голос принадлежит митрополиту Пимену — злейшему врагу Ивана, а другой — его преданному другу Малюте. Одно чтение направлено к тому, чтобы сломить царя, другое — чтобы пробудить к активности и жизни.

В ритмическом биомеханическом движении было обнаружено явление, которое с полным основанием может быть отнесено к неравновесным фазовым переходам. Надо отметить, что вообще биомеханика представляет собой благоприятную область для синергетических методов, поскольку биологическое тело есть сложная система со многими степенями свободы, однако в любом конкретном целенаправленном движении главную роль играют сравнительно небольшое число степеней свободы, остальные же «подстраиваются» под них.

Рассмотрим одни из частых случаев биомеханического движения — ритмическое движение рук человека с некоторой частотой, которая представляет собой управляемый параметр. Эксперимент показывает, что в этом случае существует только две устойчивые воспроизводимые формы относительного движения обеих рук: в фазе и в противофазе. В эксперименте, когда испытуемый в начале совершает ритмическое движение руками в противофазе и его просят постепенно увеличивать частоту этих движений, при некоторой определенной критической частоте, индивидуальной для каждого испытуемого, вдруг непроизвольно происходит переход к синфазному ритмическому движению и такое движение при дальнейшем росте частоты оказывается устойчивым. Такой резкий переход в характере ритмического движения представляет собой неравновесный фазовый переход, где параметром порядка будет разность фаз ϕ в движении обеих рук испытуемого.

Неравновесный фазовый переход можно наблюдать в цирке, в искусстве жонглирования. Когда жонглер начинает работать с небольшим числом предметов (например, с кольцами), подбрасывая их в воздух, ритмическое движение его рук происходит в противофазе $\phi = \pi$. Увеличивая число подбрасываемых предметов, жонглер тем самым увеличивает частоту движения рук. В какой-то момент наступает неравновесный фазовый переход — руки начинают двигаться в одной фазе.

Если посмотреть на наиболее популярные среди молодежи Европы и России танцы на временном интервале XIX–XX веков, нетрудно заметить две тенденции. Во-первых, переход от массового, коллективного танца, когда его исполнение требует большого количества участников, к парным и даже индивидуальным танцам. Последнее особенно четко обозначилось в XX веке. Танго, вальс, чарльстон, рок-н-ролл, твист, и т. д. — танцы, где танцующие совершенно явно обособлены. В этих танцах участники либо разбиты на пары, либо танцуют независимо от остальных. Это резко отличает такие танцы, скажем, от орнаментальных танцев, где присутствует сильная корреляция между всеми исполнителями. Предстоит выяснить, нет ли между двумя этими тенденциями взаимосвязи, и не имеем ли мы в этом случае дело с неравновесными фазовыми переходами подобно тому, который был описан нами выше для случая движения рук при росте ритма этих движений.

Как указывалось выше, в последнее время синергетика активно изучает устойчивые паттерны локомоции, как людей, так и животных. Например, у лошадей такими устойчивыми паттернами являются галоп, рысь, иноходь и т. д.

Различные паттерны танцев также можно рассматривать как локомоторные паттерны. Каждый музыкальный ритм имеет свой собственный набор устойчивых паттернов, и наоборот, далеко не любой танцевальный паттерн может быть исполнен при данном музыкальном ритме. По существу различные танцы есть не что иное, как определенный набор локомоторный паттернов.

Есть виды искусства, допускающие только индивидуальное исполнение. Прозу нельзя читать хором. Все ритмичные виды искусства допускают (а иногда и требуют) коллективного, массового исполнения. Такое коллективное исполнение одного художественного произведения — не что иное, как явление синхронизации в художественной культуре. В танцевальном искусстве ритмичность и синхронизация проявляется в движениях исполнителей; в вокальном искусстве — в колебании голосовых связок и т. д.

В экспериментах Шмидта, Карвелло, Турвей (Schmidt, Carvello, Turvey) двух сидящих испытуемых попросили двигать одной из ног в противофазе. При этом эти испытуемые могли координировать свои движения, глядя друг на друга. По мере того, как росла частота движения ног, на определенной частоте происхо-

дил произвольный фазовый переход на синхронное (синфазное) движение ногами.

Очевидно, этот эксперимент является ключевым к объяснению явления синхронизации движений исполнителей во многих ритмических танцах, например, чечетке.

Более сложные типы синхронизации можно встретить в искусстве кино. В звуковом фильме стоит задача согласования зрительного и звукового ритмов, причем это согласование может быть самым разнообразным: от синхронизации движения губ с произносимым словом до подчинения и звука, и изображения единому ритму посредством склейки отдельных кусков отснятого материала согласно ритму музыки. При этом под синхронизацией понимается не обязательно консонанс, это может быть любая игра совпадений и несовпадений акцентов, ударений, повторов зрительного и звукового движений.

Еще более сложный тип синхронизации — соответствие мелодии и цвета. И это уже проблема не только кино, но и самостоятельного художественного направления — светомузыки. Более того, проблема гармонии всех чувственных впечатлений, доступных человеку, это тоже в первую очередь проблема синхронизации.

Ритмичность и синхронизация имеет место и в эмоциональной реакции при восприятии художественных произведений. Смех по своей физиологической природе также периодичен. Но у реакции на смешное есть свойства, очень напоминающие по своей сущности автоволновые процессы. Как отмечал Анри Бергсон, «Смех — это нечто стремящееся продлиться, распространиться все дальше и дальше», хорошо известно выражение: «заразительная сила смеха». Синхронизация в эмоциональных реакциях выражается в явлениях скандирования, оваций и т. п.

Весь спектр человеческих потребностей и чувств можно разделить на два класса. Одни потребности и чувства (например, голод, холод) мы стремимся как можно скорее прекратить, сделать так, чтобы они исчезли и не возобновлялись, другие чувства и потребности мы стремимся удовлетворить и удержать, возобновить.

Искусство имеет дело со стремящимися к поддержанию и, стало быть, к повторению потребностями и чувствами человека, когда удовлетворение этих чувств восстанавливает потребность в них. «Мы стремимся еще и еще раз увидеть полюбившиеся кинофильмы, на концертах на „бис“ вызываем понравив-

шихся исполнителей, сами себе напеваем любимую песенку или насвистываем запомнившуюся изящную мелодию» (Поль Вальери). Интенсивность переживаемых при этом чувств колеблется во времени, но эти колебания не могут длиться бесконечно: наступает торможение, усталость, ослабление потребностей, происходит смена объекта.

Реальная временная и звуковая организация поэтического приведения подчиняется идеальной периодичности далеко не во всех своих элементах. Действительный закон чередования ударных и безударных слогов никогда не следует точной периодической схеме — метру. Стихотворный ритм представляет собой результат взаимодействия метрического закона с естественными свойствами речевого материала, и в конечном итоге поэтическое произведение есть не что иное, как квазипериодическое чередование ударных и безударных слогов.

Одним из первых изучение статистических закономерностей отклонений реальной организации стиха от идеального периодического метрического закона предпринял Андрей Белый. Русская тоническая система стиха основана на правильном чередовании ударных и безударных слогов. Но идеально точное чередование встречается редко и это вполне понятно: в русском языке есть односложные и многосложные слова, а поскольку ударение в слове только одно, добиться правильного чередования ударных и безударных слогов очень трудно и практически это никогда не удастся. Но это и не нужно. По мнению А. Белого все обилие и разнообразие отступлений от идеального периодического закона образует ритмическое богатство и оригинальность каждого данного стихотворения, характеризует творческую индивидуальность автора.

С. Э. Шнолем и А. А. Замятиным была произведена регистрация изменения интенсивности звука при исполнении поэтических и музыкальных произведений. Были обнаружены приблизительно периодические компоненты среднего уровня интенсивности звука и быстрые подъемы и спады интенсивности. Эти исследования проводились в начале 1970-х годов, когда идеи и методы синергетики были малоизвестны, а методы анализа таких процессов были развиты слабо. Поэтому было бы очень интересно провести подобные исследования сейчас, уже во всеоружии современных концепций и методов.

§ 2. Ритм в древнегреческой и древнелатинской поэзии

Мансулла (R. Mansulla) и Буш (E. Bush) из Мексики изучили закономерности эволюции ритмической структуры стиха в классической греческой и латинской поэзии. Из древнегреческой поэзии были взяты для анализа первые сто строк «Илиады» и «Одиссеи» Гомера, «Труды и дни» Гесиода и «Идиллии» Феокрита. Из латинской поэзии были взяты первые сто строк «Анеиды» и «Георгики» Вергилия, «Метаморфозы» Овидия и «О природе вещей» Лукреция.

Как известно, основой ритмической организации классической греческой и латинской поэзии был гекзаметр — шестистопный дактиль с последней (шестой) усеченной стопой. Если обозначить длинный слог стиха —, а короткий слог ∪, то графически гекзаметр выглядит следующим образом:

— ∪ ∪ | — ∪ ∪ | — ∪ ∪ | — ∪ ∪ | — ∪ ∪ | — ∪,

где дактиль есть:

— ∪ ∪ |;

вертикальные черточки отделяют одну стопу от другой.

Сpondeй, когда длинный слог следует за длинным, обычно изображают следующим образом: — —. В первых четырех стопах возможно замещение дактиля спондеем, то есть два кратких слова могут заменяться одним длинным. Эти можно изобразить графически так:

— — ∪ — ∪ | — — ∪ — ∪ | — — ∪ — ∪ | — — ∪ — ∪
| — ∪ ∪ | — ∪

Важная роль в ритмической структуре гекзаметра принадлежит цезуре, или паузе. В греческом гекзаметре цезура приходится после первого или второго слога третьей стопы, а в латинском либо после первого слога третьей стопы, либо (реже) после первого слога второй и четвертой стопы.

В работе Мансулла и Буш длинные слоги обозначались как 1, короткие — как 0, а цезура обозначалась как 2. Тогда первая строка из «Анеиды»:

Arma uirumque cano, Troiae qui primus ab oris

— ∪ ∪ | — ∪ ∪ | — ↑ — | — ∪ ∪ | — ∪ ∪ | — ∪,

где \uparrow обозначает цезуру, будет выглядеть следующим образом:

0110110200101101

В данном исследовании использовались методы, которые широко применяются в изучении дальних корреляций в структуре молекул ДНК.

Как хорошо видно из рис. 3.1, частотные функции греческой и латинской поэзии заметно отличаются. Пик при $d = 2$ (d — расстояние между символами) более выражен для Вергилия, чем для Гомера. Это объясняется использованием долгих слогов в дактиле и спондее и замещением между ними. Пик при $d = 9$ в «Илиаде» практически исчезает в «Энеиде», что указывает на лучшую структурированность греческой поэзии. Наконец, пик на расстоянии $d = 17$ у Гомера сдвигается к $d = 16$ у Вергилия, где он более выражен. Это связано с использованием цезуры: в латинской поэзии цезура использовалась более часто, чем в греческой.

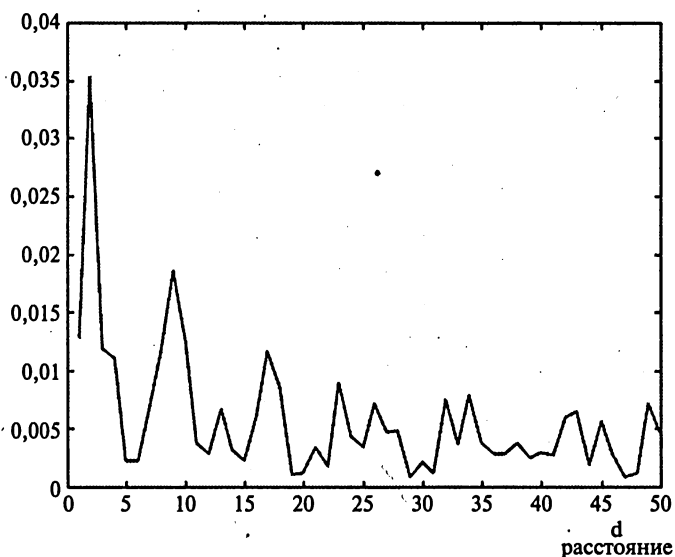
Более строгую ритмическую организацию классической греческой поэзии, по сравнению с латинской, можно объяснить следующим образом. Декламаторы стихов в древней Греции были вынуждены заучивать большие отрывки стихотворных произведений, поскольку письменные тексты в то время отсутствовали. Строгая ритмическая организация стихов облегчала такое запоминание.

Во времена Лукреция появилась возможность записывать стихи, что позволило использовать в поэзии более сложные ритмы.

Это исследование выявило также, что ритмическая структура «Одиссеи» Гомера гораздо ближе к структуре «Природы вещей» Лукреция, чем к «Илиаде». Это дает повод для сомнения, мог ли один автор в один и тот же период времени написать эпические поэмы, столь разные по ритмической организации.

Психологические причины потребности человека в повторных приемах во многом еще не ясны. Видимо, эту причину надо искать глубже, чем распространенное объяснение, что работа человека, как правило, циклична. Гораздо привлекательнее выглядит гипотеза Ф. Тернера и Э. Пеппеля о том, что распространение ритмических структур в искусстве, в частности в поэзии, объясняется функциональными свойствами человеческого мозга. Хотя центры речевой деятельности человека сосредоточены в левом полушарии, вблизи височной области, метрические стихотворные структуры воспринимаются правым полуша-

Частотная функция
для «Илиады» Гомера



Частотная функция
для «Энеиды» Вергилия

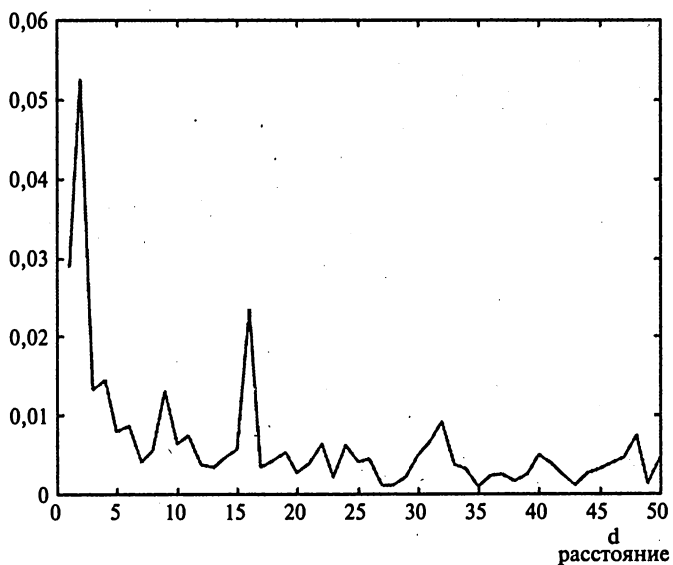


Рис. 3.1. Частота появления символов
в зависимости от расстояния между ними

рием, отвечающим также за распознавание пространственных образов. Таким образом, поэзию можно рассматривать как способ мобилизации как левополушарных, так и правополушарных процессов, в то время как обычная безразмерная проза активизирует только процессы в левом полушарии. Эта же гипотеза находится в русле современных представлений об интегративной функции осцилляторных явлений в когнитивной деятельности мозга.

Аплодисменты и овации представляют собой наиболее заметные и значимые проявления коллективного, самоорганизующегося поведения. Z. Neda и другими исследователями изучалось явление синхронизации аплодисментов в оперных и театральных спектаклях в Венгрии и Румынии как переход от быстрых, асинхронных аплодисментов к более медленным, но синхронным овациям.

Увеличение частоты уже синхронных аплодисментов может служить мерой настойчивости требований повторного выступления, но такие синхронные овации снова переходят в шум при появлении исполнителя для выступления на «бис» (рис. 3.2).

Обычно после нескольких секунд асинхронных аплодисментов наблюдалось возникновение периодического синхронного сигнала (этот сигнал регистрировался микрофоном, расположенным под потолком зала).

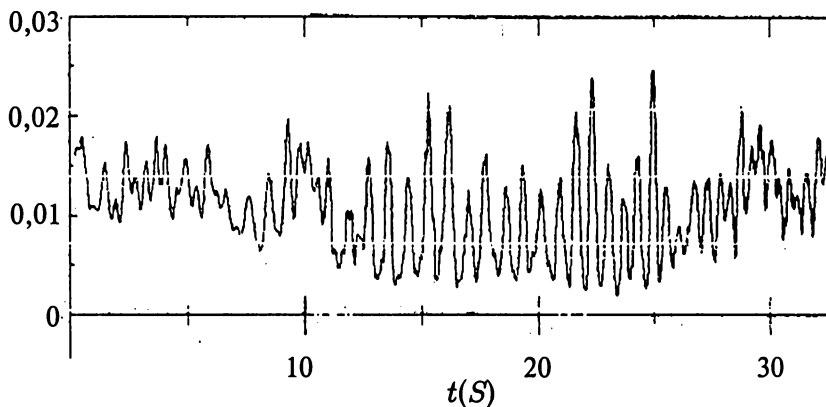


Рис. 3.2. Возникновение режима синхронизации аплодисментов

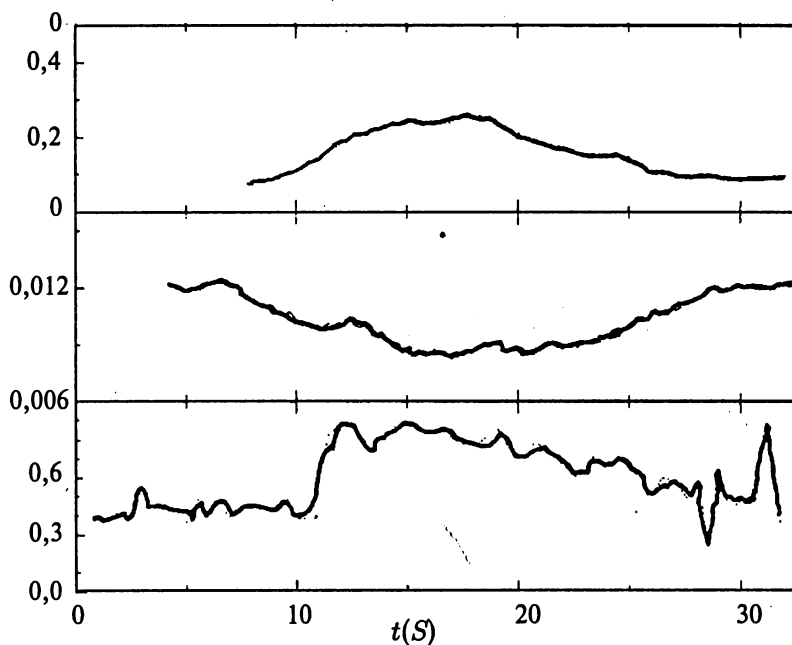


Рис. 3.3. Верхняя кривая — изменение параметра порядка r , определяемого как нормированная корреляция между сигналом и гармонической функцией. Средняя кривая — изменение средней интенсивности шума аплодисментов. Нижняя кривая — изменение периода, определяемого как интервал между двумя максимумами

Этот переход к синхронному режиму сопровождался ростом величины параметра порядка, который определялся как максимум корреляции между сигналом и периодической синусоидальной функцией (рис. 3.3).

Частота аплодисментов уменьшается приблизительно в два раза (от трех хлопков в секунду до полутора), а период хлопков соответственно удваивался от того момента, когда возникает синхронное поведение, до момента, когда эта частота медленно уменьшается и аплодисменты переходят к асинхронному хлопанию.

Возникновение периодического сигнала при синхронизации хлопков сопровождалось ростом его интенсивности и уменьшением интенсивности шума.

*Интегративная функция мозга
и синхронизация нейронной активности*

В последние годы все большее признание получает гипотеза, что интеграция мозгом отдельных признаков объекта в единый образ на нейронном уровне реализуется за счет повышения уровня корреляции нейронов, или, иными словами, путем синхронизации нейронной активности различных групп нейронов мозга. В исследованиях В. Зингера и Р. Экхорна у анестезированных кошек при предъявлении зрительных стимулов в виде ярких ориентированных движущихся отрезков регистрировали синхронизацию осцилляторов активности удаленных друг от друга участков коры.

Высказывается предположение, что в процессах синхронизации отдельные признаки объекта кодируются с помощью фаз групп осциллирующих нейронов, а объединение этой информации в единый образ происходит за счет синхронизации колебаний соответствующих групп осцилляторов.

В последнее время появляется все больше данных, свидетельствующих, что в основе механизма реализации всех видов сложного поведения, где необходима крупномасштабная интеграция (Large-Scale Integration) самых разных функциональных отделов мозга, также лежит механизм синхронизации.

Можно предположить, что при реализации любого врожденного безусловного рефлекса (пищевого, репродуктивного и т. д.), когда безусловно требуется высокая степень интеграции функций различных отделов мозга, также используется механизм синхронизации, причем каждому виду безусловного рефлекса соответствует одна из собственных частот (дельта-, тета-, альфа-, бета-) электрической активности мозга.

Разумеется, эта гипотеза требует экспериментальной проверки, но относительно экспериментов в психологии и нейрофизиологии необходимо сделать одно принципиальное замечание.

Фазовые переходы и критическое замедление в искусстве

Резкие переходы встречаются уже в простейших литературных произведениях, например, в баснях И. А. Крылова. Некоторые исследователи считают басню простейшей литературной формой, на которой легче всего обнаружить многие особенности поэзии, и по тому, как объясняется басня исследователем, можно составить представление об его общей концепции искусства.

Л. С. Выготский в своих исследованиях по психологии искусства отмечал, что в баснях И. А. Крылова всегда можно выделить противоречивые факторы, развитие и разрешение которых ведет к резкому скачку, а значит, и к соответствующей эмоциональной реакции.

Возьмем басню «Демьянова уха». Содержание басни очень простое. Демьян угощает своего гостя соседа Фоку — большого любителя уха. После того как гость уже насытился, просьбы Демьяна отведать еще уха не только не прекратились, но стали более настойчивыми, из-за чего обед превратился для Фоки в мучение. В конце концов, после очередной порции, гость сбежал от не в меру гостеприимного хозяина.

В этой басне противоречивыми факторами являются «гостеприимство хозяина» и «мучения гостя». По мере развития сюжета басни происходит нарастание этих противоречий, которые разрешаются «катастрофой басни» (выражение Выготского) — бегством гостя. Уже сама терминология, используемая Л. С. Выготским при анализе басни, подсказывает нам, что развитие противоречий и резкое изменение состояния, происходящее в финале, естественно связать с понятиями теории фазовых

переходов. В самом деле, начальная фаза может быть обозначена как «Удовольствие гостя», поскольку Фока был любителем ухи. Другая фаза соответствует состоянию «Мучение гостя», а управляющим параметром, аналогичным температуре, является количество съеданной ухи. Когда значение управляющего параметра достигло критического значения, произошел качественный переход — гость сбежал от Демьяна.

Другие басни И. А. Крылова обнаруживают сходную структурную организацию. В басне «Ворона и Лисица» каждое слово Лисицы звучит одновременно и как издевательство, и как лесть. Эти два чувства, возникающие при чтении, можно взять в качестве двух фазовых состояний. Разрешением этой неоднозначности, «катастрофой басни» являются слова «ворона каркнула» — произошел резкий скачок из состояния «ворона с сыром» в состояние «ворона без сыра».

Наличие неустойчивостей бимодальной природы делает возможным в развитии сюжета самых разнообразных фазовых переходов. Например, в фильме «Миссис Даутфайер» показана история о том, как после развода отец нанялся в свою прежнюю семью под видом экономки миссис Даутфайер, чтобы иметь возможность проводить время со своими детьми. Этот переход отца в новое неоднозначное, бимодальное состояние, несомненно, носит характер фазового перехода, который, используя модель Хопфилда, можно изобразить следующим образом (рис. 4.1):

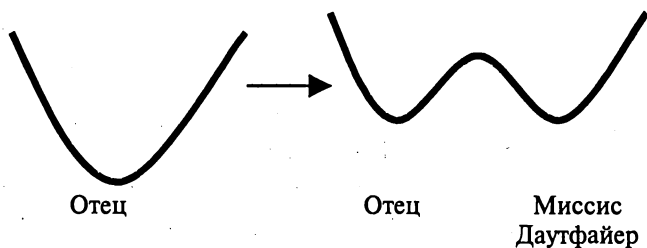


Рис. 4.1. Бифуркация в сюжетном развитии фильма «Миссис Даутфайер»

Несколько замечаний о природе феномена «маски». Маска всегда была символом искусства. «Одевание маски» также означает фазовый переход из одномодального в бимодальное



Рис. 4.2. Бимодальность состояния «Человек в маске»

состояние (рис. 4.2). Соответственно, «сорвать маску» — это фазовый переход из бимодального в одномодальное состояние.

Рассмотрим развитие сюжета пьесы В. Шекспира «Отелло». В этом случае в качестве управляющего параметра, представляющего собой монотонно возрастающую функцию, целесообразно взять «ложь Яго». По мере роста этой функции в состоянии обоих главных героев происходят существенные качественные изменения. У Отелло появляются признаки ревности и, в конце концов, это состояние ревности стало доминирующим над его предшествующим состоянием спокойствия и самоконтроля: произошел своеобразный фазовый переход (рис. 4.3).

Именно присутствие подобных неоднозначных, бимодальных (в общем случае полимодальных) состояний, как совершен-

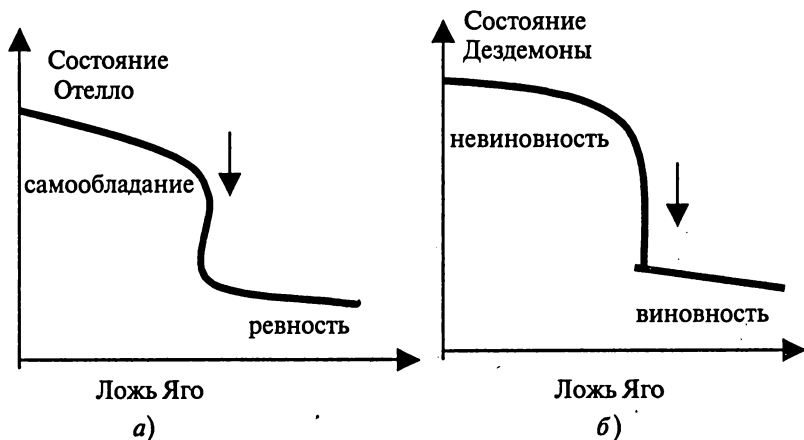


Рис. 4.3. Бифуркация в развитии сюжета пьесы В. Шекспира «Отелло». Фазовый переход в эмоционально-психическом состоянии Отелло

но справедливо отмечал Л. С. Выготский в «Психологии искусства», отличает подлинное искусство от мнимого. Если описывается, как ревнивый муж убивает жену, которая ему действительно изменяет — это, конечно, не искусство, поскольку нет неоднозначности в характере персонажей.

Некоторые литературные сюжеты основаны на идее об ожившей статуе («Каменный гость», «Медный всадник» А. С. Пушкина, древняя легенда о скульпторе Пигмалионе). Поскольку искусство скульптуры по своей природе бимодально, в таких случаях мы также имеем дело с фазовыми переходами в одномодальное состояние.

Бимодальность живописи также порождает соответствующие литературные сюжеты. Например, сюжет романа «Портрет Дориана Грея» О. Уайлда.

Аналогично тому, как бимодальность ваятельного искусства порождает сюжеты об ожившей статуе, бимодальная природа искусства актера дает нам примеры сюжетов, получивших название «вторжение роли» («character invasion»). Примером такого сюжета может служить американский фильм «Двойная жизнь». Герой этого фильма — актер, на протяжении столь длительного времени игравший роль Отелло, что черты характера Отелло постепенно переходят к герою фильма. Он становится подозрительным, ревнивым и, в конце концов, убивает любимую женщину. С аналогичным сюжетом мы встречаемся в ка-



Рис. 4.4. Бифуркация в развитии сюжета фильма «Двойная жизнь»

надском фильме «Иисус из Монреаля» в котором актер, долгое время играющий роль Христа, сам постепенно приобретает его черты.

В известном фильме Л. Гайдая «Иван Васильевич меняет профессию» у богатого врача, которого играет Владимир Этуш, вор-домушник, которого играет Леонид Куравлев, ограбил квартиру. Недавно, когда у В. Этуша ограбили его собственную квартиру, появилась шутка, что по подозрению в грабеже квартиры артиста Этуша арестован артист Куравлев. Эта шутка — своеобразное проявление «вторжения роли», точнее того часто наблюдаемого явления, когда артистам приписывают черты характера персонажей, которых они играют.

Использование в художественном творчестве приемов типа «вторжение роли» и «ожившая статуя» может служить важным, хотя и косвенным подтверждением бимодальной структуры актерского искусства и скульптуры.

С. М. Эйзенштейн связывал с резкими качественными переходами основу построения пафосной композиции, в результате восприятия которой происходит резкое изменение состояния зрителя: экстаз, «выход из себя», из-за чего зритель начинает кричать, рукоплескать, выходить из своего обычного состояния. В произведении при этом происходит резкий скачок из одного состояния в другое, по качеству противоположное первому: неподвижное переходит в подвижное, беззвучное — в звучащее и т. п. Часто пафосные построения происходят в кульминационной, критической точке произведения.

Желая добиться максимального «выхода из себя» зрителя, в произведениях показывают охваченный пафосом персонаж, и зритель в таком случае невольно поддается подражательному поведению. Так, не организованная в своем обычном течении речь персонажа, патетизируясь, приобретает ритмичность, проза переходит к оборотам речи, свойственным поэзии (неожиданные сравнения, образные выражения и т. д.), и во всем облике и поведении человека мы наблюдаем переход в качественно новое состояние.

В изобразительном искусстве пример резкого перехода из одного состояния в другое дает нам известная картина А. Иванова «Явление Христа народу».

Сюжет картины А. Иванова основан на евангельской легенде о «пришествии мессии» — поворотном, критическом моменте

в истории человечества, знаменующем начало его нравственного обновления и совершенствования.

Уже само содержание картины указывает на то, что мы имеем дело с экстатическим явлением: произошел своеобразный «фазовый переход» — резкий переход Христа в качественно новое, земное, если можно так выразиться, состояние. Люди же еще находятся на пороге качественного обновления.

Интересно сопоставить это полотно с картиной Эль Греко «Воскрешение Христа», в основу сюжета которой также положена библейская легенда о воскресении Христа и вознесении его на небо после казни на Голгофе. Как видим, скачки в этих двух картинах направлены диаметрально противоположно и сюжетно-композиционное решение этих двух полотен оказалось совершенно различным. Если картина Иванова горизонтального, прямоугольного формата, то у Эль Греко это прямоугольник,

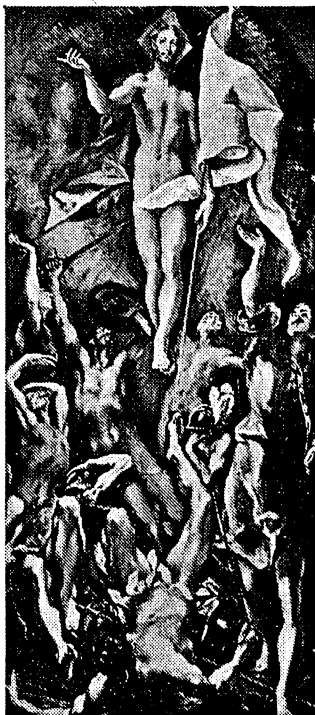


Рис. 4.5. Сюжет картины Эль Греко «*Восстание из гроба*» как виртуальный фазовый переход

отчетливо взлетающий вертикалью вверх. Воскресение Христа — это по своему физическому смыслу антиэнтропийный переход и, как бы подчиняясь второму началу термодинамики, одиночная фигура Христа на фоне неба сопряжена с беспорядочным месивом человеческих тел на земле. Таким образом, уменьшение энтропии в одном месте компенсируется ростом энтропии в другом. Напротив, в картине Иванова явление Христа — это резкий переход в более устойчивое, более вероятное состояние, и люди здесь организованы по линии, напоминающей бифуркационную кривую элементарной катастрофы «сборка». Такое композиционное решение картины не случайно. Находящиеся в экспозиции Русского музея в Петербурге ранние варианты этой картины говорят о том, что художник много и напряженно искал наиболее выразительное решение задачи организации людей, пока не остановился на окончательном варианте, представленном в Третьяковской галерее.

Когда читаешь искусствоведческие работы С. М. Эйзенштейна, невольно обращаешь внимание на четкий, подлинно естественнонаучный стиль его мышления. В своих работах он активно использует математические методы, физические понятия, представления о биологическом развитии. Резкие скачки в пафосной композиции произведений он очень точно сравнивает с фазовыми переходами в физических системах: жидкости в пар, льда в воду и т. д. Интуиция великого мастера кино очень точно уловила глубокую генетическую общность этих, казалось бы, столь разных явлений.

В структурных исследованиях фазовый переход понимается как изменение типа симметрии, то есть как переход структуры от одного вида симметрии к другому. Такого рода фазовые переходы можно встретить в орнаментальном искусстве, в музыке и поэзии (как смена ритма или размера), широко они представлены и в хореографическом искусстве. В так называемых орнаментальных танцах группы танцующих выстраивают, если смотреть на них сверху, симметричные фигуры, и последовательную смену симметрий таких фигур в процессе танца можно интерпретировать как фазовые переходы. Изменение ритма при исполнении некоторых танцев ведет к изменению характера движений, а поскольку эти движения носят периодический, повторяющийся характер, то можно говорить и о неравновесных фазовых переходах.

В произведениях искусства можно встретить еще один вид структурного фазового перехода — переход типа «беспорядок — порядок». Таков переход в пьесе Вс. Вишневского «Оптимистическая трагедия», где анархическая масса матросов была организована женщиной-комиссаром. Это упорядочение произошло за счет возникновения параметра-порядка (доминанты): комиссар с самого начала оказалась в очень неустойчивом состоянии, но сумела в нем стабилизироваться и подчинить себе все остальные элементы системы.

Наконец, финал (развязка) многих произведений — это тоже своеобразный фазовый переход, когда разрушается доминанта произведения. Его можно сравнить с фазовым переходом при нагревании ферромагнитного бруска, когда при определенной температуре намагниченность резко падает до нуля.

Таково же поведение доминанты в финале «Гамлета», когда, наконец, совершенно неожиданно совершается месть. Раскрытие тайны преступления в детективе — это тоже разрушение доминанты, на которой держалась вся его конструкция.

В общем случае смена одной структуры другой при фазовых переходах сопровождается резким возрастанием флуктуаций вблизи критической точки, ростом хаоса. Попробуем найти пример смены одной структуры другой через состояние хаоса в художественном произведении.

В пьесе В. Шекспира «Король Лир» Англия показана в критический момент смены социального уклада, когда вся страна приведена в неустойчивое и тревожное состояние. Неудивительно, что в этих условиях так легко разрастается конфликт в семье короля Лира, переходящий в междоусобную войну. Типичность таких конфликтов в эту критическую историческую эпоху подчеркнута Шекспиром и драмой в семье графа Глостера, где также происходит предательство одного из детей.

Состояние хаоса можно соотнести и с междоусобной войной, и со сценой безумия Лира в III акте, происходящей на фоне бури — неистовства и хаоса в природе. В этом же акте мы видим безумие (хотя и притворное) Эдгара — главной жертвы клеветы в семье Глостеров. В финале пьесы происходит возникновение нового уклада и новой структуры власти в стране.

Описывая в предыдущих параграфах критические, неустойчивые состояния в художественных произведениях, мы всякий раз подчеркивали, что эти состояния, как правило, длятся

на протяжении всего действия произведения. Например, в книгах о шпионах и разведчиках бимодальные неустойчивые состояния существуют на протяжении всего развития сюжета.

Явление торможения и задержки действия в критических моментах сюжетного развития впервые было сформулировано в работах В. Б. Шкловского и других представителей школы ОПОЯЗа. Героев в художественных произведениях никогда не убивают сразу. Рассказы Шехерезады в цикле сказок «Тысяча и одна ночь» — это прием для задержания исполнения смертного приговора.

В новелле Эдгара По «Правда о том, что случилось с мистером Вольдемаром» критическое замедление как прием было использовано при описании искусственного задержания наступления смерти главного героя мистера Вольдемара путем введения его в гипнотическое состояние в тот самый момент, когда его уже покидала жизнь. Таким образом, переход «жизнь—смерть» под воздействием гипноза в новелле продлен до семи месяцев. Отметим, что многократные упоминания в новелле слов «магнетизм», «магнетический» вызывают ассоциацию описываемого явления (являющегося, разумеется, мистификацией) с фазовыми переходами в магнитных материалах, где явление критического замедления — хорошо известный научный факт.

Главная загадка пьесы В. Шекспира «Гамлет», которую не могут разрешить многие поколения литературоведов: почему Гамлет медлит, когда нет никаких видимых препятствий, чтобы исполнить свою месть? С позиции теории критических явлений эту загадку можно объяснить общим свойством любой сложной системы вблизи неустойчивого, критического режима — критического замедления.

Разнообразные приемы торможения действия применяются в сказках, авантюрных романах, даже в «Искусстве любви» Овидия (любя — не торопись в наслаждении). В конструировании сюжетов таких произведений как «Граф Монте Кристо» Александра Дюма, в которых главный герой выступает как мститель, хорошо известен принцип: главный злодей должен умереть последним. Этот принцип можно также рассматривать как один из вариантов торможения действия. По существу, умение затормозить и стабилизировать неустойчивое состояние часто выступает как главное свойство искусства.

В этой главе было показано широкое распространение в искусстве бимодальных состояний, имеющих множество общих

свойств с фазовыми переходами. Описанное выше торможение динамики действия наиболее неустойчивых сюжетных линий также имеет свой аналог в теории фазовых переходов. Эти глубокие аналогии особенностей сюжетного развития с теорией фазовых переходов не случайны. Фазовый переход представляет собой основной качественный инвариант эволюционной самоорганизации материи.

Искусство и необычное

... Вся задача искусства заключается в том, чтобы заставить нас пережить невероятное.

Л. С. Выготский

Итак, неустойчивые, бифуркационные явления в художественных произведениях поддерживают мозг человека в критическом состоянии. Структурная организация таких произведений проявляет формы поведения, свойственные самоорганизующимся системам.

Свойства неустойчивых состояний очень необычны для когнитивной системы человека. Уже само длительное существование во времени неустойчивого состояния противоречит важному принципу естествознания — принципу устойчивости. В природе и в жизни мы не наблюдаем, чтобы остро заточенный карандаш долгое время стоял на своем острие. В искусстве такие состояния — типичное явление.

Возникает закономерный вопрос: не встречаются ли в искусстве необычные ситуации иной природы, противоречащие другим принципам естествознания. Если они встречаются, нельзя ли обобщить принцип подчинения по отношению к таким необычным состояниям? Покажем, что это действительно возможно.

§ 1. Невозможное, невероятное, неожиданное, новое — естественнонаучный анализ природы этих явлений

Оценивая возможность того или иного события, мы в нашей повседневной жизни пользуемся словами «маловероятно», «невероятно» и т. п. Такие оценки мы делаем, опираясь на наш

собственный опыт, опыт других людей и очень редко — на известные законы естествознания. Между тем соотнести эти понятия с известными принципами естественных наук представляется весьма интересным и, как мы увидим, полезным для понимания многих аспектов природы искусства.

Впервые это было сделано академиком И. М. Лифшицем при рассмотрении специфики жанра научно-фантастической литературы. Мы будем исходить из принципиальных положений этой работы.

Попробуем ответить на такие вопросы: почему мы никогда не наблюдаем некоторые явления и процессы? Почему, например, никто из нас не видел, чтобы лежащий на земле камень вдруг сам поднялся вверх? Никакими усилиями мы не в состоянии вернуть разбитую чашку в ее первоначальное состояние; будущие события не могут оказывать влияния на сегодняшние процессы и т. д.

Ответ на эти вопросы очевиден — все это невозможно потому, что противоречит фундаментальным законам природы: законам сохранения энергии, второму началу термодинамики, принципу причинности и т. д. Другие явления могут противоречить другим законам природы и потому также не имеют места.

И. М. Лифшиц, анализируя понятия невероятного и невозможного, предложил все процессы, противоречащие второму началу термодинамики, называть невероятными, а противоречащие остальным абсолютным законам природы — невозможными. Напомним, что второе начало термодинамики имеет вероятностную природу. Невероятно, например, что весь воздух в комнате в какой-то момент времени соберется в одной из ее половин, а вот создание вечного двигателя первого рода следует считать невозможным, поскольку это противоречит закону сохранения энергии, имеющему абсолютный характер.

Однако в нашей разговорной речи невероятными часто называют ситуации, вероятность которых хотя и мала, но тем не менее они вполне осуществимы. В беллетристике прочно утвердились выражения типа «невероятные приключения», «невероятные истории», для которых соответствующие им ситуации никак не связаны со вторым началом термодинамики. В такой литературе сюжеты построены на допущении возможности очень маловероятных, а иногда и невозможных событий.

Мы вскоре убедимся, что искусству свойственно изображение необычного, и соответствующие явления противоречат не только физическим законам. Известная скульптура «Лаокоон» примечательна тем, что выражение страдания у центральной фигуры достигнуто посредством сокращения лицевых мышц, которые одновременно сократить невозможно. Именно эта анатомическая невозможность придает чрезвычайную выразительность произведению. Анатомическую невозможность можно встретить и литографиях Домье, где «сплавляются» в одной фигуре позы, принадлежащие двум разным моментам времени, отчего фигура приобретает неоднозначность и динамичность.

Человек в своей деятельности всегда стремится прогнозировать изменения в окружающем его мире, прогнозировать поведение других людей, и последствия совершаемых ими поступков. Поэтому любое непредвиденное, неожиданное следует отнести к классу необычного, поскольку понятие необычного можно считать обобщением и расширением понятий невозможного, невероятного и неожиданного.

К необычным можно отнести все редко встречающиеся явления, ситуации и процессы, причем не обязательно имеющие вероятностную природу. Необычны, например, объекты, размеры которых резко отличаются от привычных. Для многих необычна высота зданий в Нью-Йорке. Невозможные и невероятные процессы представляют собой высшую степень проявления необычного. Такие понятия, как странный, непривычный, особенный и т. п. также относятся к необычному.

Близко к понятию необычного и понятие нового. Природа нового — самая разнообразная. Очень часто появление нового связано с самим ходом эволюционного развития материи, в том числе и с историческим развитием человеческой цивилизации. Но новым может быть для человека любое явление, которое он по каким-то причинам раньше не видел или не слышал. Многие необычные явления могут быть новыми, а новые явления всегда необычны.

Понятия неожиданного, невероятного, невозможного тесно связаны с понятием информации. Чем неожиданнее, невероятнее событие, тем больше информации содержит сообщение об этом событии. Как мы увидим в дальнейшем, это обстоятельство имеет принципиальное значение в развитии и эволюции искусства.

§ 2. Обобщенный принцип подчинения в художественных произведениях

Попытаемся теперь соотнести основной принцип синергетики — принцип подчинения с существованием в художественных произведениях необычных состояний, противоречащих самым разнообразным законам естествознания. Смысл понятия «подчинение» проявляется в том, что все средства направляются на реализацию этих необычных состояний.

В цирковом искусстве существует жанр иллюзионизма и манипуляции, сама суть которого — показать зрителю возможность невозможного. Иллюзионист может создать впечатление, что превращает разорванную на куски газету в первоначальное, неразорванное состояние. Быть может далеко не все зрители этого фокуса знают, что такой процесс противоречит второму началу термодинамики, но все они уверены в его невозможности на основе своего жизненного опыта и потому его кажущаяся реализация произвольно привлекает внимание, вызывает интерес.

Для Эйзенштейна и многих других художников цирк был не только прообразом, но и своеобразной моделью всякого искусства, точнее, той «предельной» формой, к которой тяготеют другие его виды. Цирковое искусство занимало важное место в творчестве Тулуз-Лотрека, Дега, Феллини и других мастеров.

Всегда много необычного в искусстве для детей. Волшебство, чародейство, чудеса — эти понятия из детских сказок как раз связаны с невозможными, невероятными событиями, отрицаемыми наукой. В «Приключениях Мюнхаузена» Распэ можно встретить множество случаев, несовместимых с хорошо известными законами физики. Здесь описан случай, как Мюнхаузен вытащил себя и лошадь, на которой он сидел верхом, из болота за волосы. Понятно, что сделать это невозможно в силу третьего закона Ньютона.

Известные книги Л. Кэрролла «Приключения Алисы в стране чудес» и «Алиса в Зазеркалье» целиком построены на принципе реализации нонсенса, и действие принципа подчинения сюжета произведения этому нонсенсу видно очень отчетливо. Существует много детских стихотворений, полностью состоящих из нелепостей. Это, например, английское шуточное стихотворение:

Спросил меня голос в пустыне дикой:
«Много ли в море растет земляники?»
«Столько же, сколько селедок соленых
Растет на березах и елках зеленых»

(перевод С. Я. Маршака)

С важным понятием теории драмы — перипетией можно соотнести понятие неожиданного. Перипетия — это внезапное изменение в судьбе действующего лица, противоположное тому, что в это момент ожидалось. В литературе и кино, особенно в приключенческих жанрах этих видов искусства, очень часто встречаются неожиданное повороты событий, герои предстают перед непредвиденными обстоятельствами. В лучших произведениях детективного жанра все композиционное построение, сюжетное развитие подчинено одной цели: сделать так, чтобы разгадка преступления была неожиданна, невероятна.

В современной литературе необычное очень часто можно встретить в жанре научной фантастики, и это еще один пример справедливости обобщенного принципа подчинения в художественной культуре. Некоторые ситуации в фантастической литературе невозможны только на современном уровне развития науки и техники, но вполне могут осуществиться в будущем. Сейчас же такие ситуации выглядят необычно, привлекают внимание своей новизной. В последнее время жанр научной фантастики используется почти исключительно для создания нарочито необычных, экзотических ситуаций, причем зачастую авторы совершенно не заботятся об их научной обоснованности. Поэтому высказываются предложения называть этот жанр художественной фантастикой, который, по сути дела, становится чем-то вроде жанра современной сказки.

Если подойти к анализу искусства как знаковой системы, следует упомянуть о двух типах знаков, используемых в художественной культуре: изобразительных и неизобразительных. В первом случае в произведениях используются формы, свойственные самой жизни, объективной действительности. Такова художественная литература, где основным элементом служит слово. В живописи, графике и скульптуре изображаются предметы и явления реального, видимого мира.

Напротив, в неизобразительных видах искусства используются знаки и формы, созданные человеком специально для этих видов искусства и нигде больше не встречающиеся. Таковы музыкальные произведения, архитектурные сооружения,

произведения хореографического искусства и т. д. Именно этот второй тип знаковой системы в определенном смысле необычен, необычен даже не по смыслу, а по своей форме, поскольку встречается только в художественной культуре.

Отметим, что далеко не всякое необычное является подлинным искусством. Раньше в цирке для привлечения зрителей показывали лилипутов и других людей с какими-либо редкими физиологическими отклонениями. Хотя это были действительно необычные зрелища, к настоящему искусству они никакого отношения не имеют, и сейчас такие номера в цирке не практикуются. Другой пример — это показ экзотики. Если зрителю северных широт показывать пышную и разнообразную тропическую флору и фауну, это будет для него ново и необычно, но это опять-таки не будет искусством.

Помимо искусства есть еще одна форма общественного сознания, в которой необычное, невероятное, чудесное выполняет функцию параметра порядка, подчиняя себе значительную часть духовной жизни людей. Речь идет о религии. Существует афористическое определение сущности религиозного сознания. «Человек ищет бога для того, чтобы найти чудо». Христианская и многие другие религии были бы невозможны без образа бога — чудотворца, способного ходить по водам, превращать воду в вино, воскрешать мертвых. Чудо — единственно возможный параметр порядка, способный объединить и подчинить одной идее, одной системе нравственно-этических норм миллионы непохожих друг на друга людей. Неудивительна поэтому тесная связь любой религии с искусством — у этих двух форм общественного сознания одна и та же природа параметра порядка.

Нейрофизиологические исследования показывают, что новые и необычные ситуации вызывают отклик гораздо большего числа нейронов мозга, чем повторяющиеся, хорошо знакомые стимулы. Это говорит о возникновении дальних корреляций в нейрофизиологической активности мозга. Кроме того, сама реакция соответствующих структур мозга (в основном гиппокампа) является значительно более длительной (тонической), чем реакция на хорошо известные сигналы.

Все это указывает на то, что новые и необычные состояния, широко распространенные в искусстве, можно отнести к разряду критических явлений, и они вызывают переход мозга человека в критическое состояние.

§ 3. Поэтика заглавий

Долгое время считалось, что название служит лишь отличительным знаком художественного произведения, с помощью которого облегчается ориентирование в безбрежном море искусства. Но уже В. Г. Белинский писал по этому поводу: «Название поэтического произведения всегда важно, потому что оно всегда указывает или на главное из действующих лиц, в котором воплощена мысль сочинения, или прямо на эту мысль». Сейчас становится ясно, что значение названия сложнее и разнообразнее и выбор хорошего названия доставляет автору немалые трудности.

Сама проблема выбора названия и его роль специфичны для разных родов, видов и жанров искусства. В лирическом стихотворении мгновенное и очень неустойчивое главное доминантное чувство поэта обычно высказывается сразу вначале и дальше поддерживается на всем протяжении его чтения разнообразием идей и образов, вызывающих это чувство. Г. Д. Гачев сравнивает лирическое стихотворение со спринтерским бегом, где с самого начала развивается максимальная скорость, а под конец бегун рывком подает вперед грудью, чтобы сорвать финишную ленту. Поэтому лирическое стихотворение можно обозначить по первой строчке и часто его так и запоминают: «И скучно, и грустно...», «Шепот, робкое дыханье...» и т. д.

Одним из общих принципов выбора названия (чаще всего им пользуются неосознанно) является вынесение в название наиболее неустойчивого по своей природе элемента, служащего, как это было показано ранее, центром организации всех остальных элементов произведения. Примерами могут служить многие из ранее упоминавшихся произведений: «Легкое дыхание» И. А. Бунина, «Вишневый сад» А. П. Чехова, а также «Бегущая по волнам» А. Грина, «Слуга двух господ» К. Гольдони, «Ревизор» Н. В. Гоголя, «Девочка на шаре» П. Пикассо и другие.

Произведения во многих случаях необязательно носят имена наиболее сильных и героических действующих лиц. Русская народная сказка «Петушок — Золотой гребешок» названа по имени глупого и ленивого Петушка, жизнь которого постоянно оказывается в опасности, а не именами трудолюбивых и смелых Кота и Дрозда, всегда выручавших Петушка.

Иногда названием произведения служит наиболее часто встречающееся слово в тексте или группа слов. Как мы зна-

ем, частота появления слов в литературной тексте подчиняется распределению Парето, и в этом случае названием служит слово с рангом единица. Очень часто эти наиболее употребительные слова — имена главных действующих лиц художественных произведений: «Анна Каренина» Л. Н. Толстого, «Братья Карамазовы» М. Достоевского и т. д. Часто эти герои — наиболее динамичные, неустойчивые элементы произведений («Робинзон Крузо» Д. Дефо).

Выбирают также названия по принципу контраста: «Толстый и тонкий» А. П. Чехова, «Война и мир» Л. Н. Толстого, «Принц и нищий» М. Твена, «Живые и мертвые» К. М. Симонова.

Остановимся подробнее на принципе максимальной информативности, встречающемся при выборе названий произведений изобразительного искусства. Этот вопрос впервые был сформулирован и исследован Г. А. Голицыным.

Для восприятия произведений живописи, скульптуры и других видов пластического искусства часто необходимо вводное пояснение содержания произведения. Если для пейзажей и натюрмортов это пояснение не имеет, как правило, большого значения, то при изображении бытовых и исторических сцен оно совершенно необходимо, создавая установку на восприятие.

Заглавие в таких случаях дает первое сообщение о содержании произведения, дополняемое зрительной информацией. Поэтому выбор названия в изобразительном искусстве чрезвычайно важен. Известно, что скульптура «Бронзовый век» в начале была задумана и выполнена Роденом как «Раненый воин». Позднее, по совету своего друга, он убрал копье из рук воина и дал скульптуре название «Бронзовый век», отражающее идею пробуждения человечества. Хотя содержание скульптуры более соответствует теме страдания, а тема пробуждения присутствует в ней лишь косвенно, именно она придает скульптуре неоднозначность, делая восприятие эмоционально более насыщенным.

По названию иногда можно судить о жанре произведения. Как остроумно заметил А. Бергсон, пьеса «Ревнивец» не может быть трагедией. Герой трагедии всегда уникальная личность, яркая индивидуальность, и имя этой личности часто выносится в название: «Гамлет», «Отелло» и т. д.

Англичане говорят: «Выберете собаке плохое имя, и вы спокойно можете ее повесить». Не менее важен выбор удачного названия для художественного произведения. Вот что пишет

В. Б. Шкловский об одном из произведений А. П. Чехова. «Рассказ „Дама с собачкой“ изумителен уже по своему названию. Дама с собачкой — это обозначение курортное, невнимательное. Людей много, они не знают имен друг друга, они сплетничают друг про друга, давая прозвища невнимательные». Чтобы произведение запомнилось и полюбилось, очень желательно, чтобы у него было удачное название. Такое название даже может помочь писателю (художнику) в создании этого произведения. Многие удачные названия художественных произведений впоследствии стали крылатыми: «Горе от ума», «Гадкий утенок», «Дворянское гнездо», «Принцесса на горошине», «Человек в футляре».

Укажем на еще одно — функциональное значение заголовка. Сейчас, когда продукты некоторых видов искусства приобрели массовый характер, стало весьма актуально, чтобы название произведения было броско, оригинально, стало своеобразной рекламой произведения. Далее мы подробно обсудим способы привлечения внимания в искусстве, сейчас же отметим, что привлекают внимание редкие, загадочные, аномальные, парадоксальные названия типа «Живой труп», «Горячий снег», «Мертвые души», «Амаркорд», «Анатомия любви», «Человек-амфибия», «Облако в штанах», «Полет над гнездом кукушки», «Слепящая тьма», «Зияющие высоты».

Таким образом, заглавие очень часто является параметром порядка (доминантой) художественного произведения и поэтому обладает всеми свойствами самоорганизующихся систем: стабилизированной неустойчивость, скачкообразными переходами (пьеса Островского «Не было ни гроша — да вдруг алтын»), повторами (фильмы «Старая, старая сказка», «Этот безумный, безумный, безумный, безумный мир»). Встречаются необычные, неожиданные, парадоксальные высказывания. Понимание функциональной природы названий во многом объясняет причины трудностей в их выборе. Анализируя принципы выбора заглавий выдающимися писателями (драматургами, кинорежиссерами) можно многое понять в закономерностях эволюции их творчества; по символам, зашифрованным в заглавиях иногда удается выявить события их личной жизни, оказавшие большое влияние на творческую деятельность. Приведем пример такого анализа, сделанный выдающимся филологом и литературоведом Р. О. Якобсоном.

В заглавиях многих произведений А. С. Пушкина указывается либо главное действующее лицо («Руслан и Людмила», «Евгений Онегин», «Граф Нулин», «Борис Годунов», «Скупой Рыцарь», «Моцарт и Сальери»), либо место действия, если оно существенно для темы произведения («Полтава», «Бахчисарайский фонтан», «Домик в Коломне»). «Вовсе не случайно то обстоятельство, что поэма о кавказском племени, о чужестранце и их драматическом конфликте названа по обозначению чужестранца — „Кавказский пленник“ и что более поздняя поэма о цыганах, чужестранце и об их конфликте названа „Цыгане“; в каждой из этих поэм центр тяжести располагается в разных местах».

В предыдущей главе, говоря о скульптуре, мы выявили бимодальную природу этого вида искусства. Одной моде в скульптурном произведении отвечает неживая, косная материя, из которой создается скульптурное произведение, другой моде — живая, часто одухотворенная природа объекта скульптурного изображения.

Среди выдающихся творений Пушкина выделяются три произведения, названия которых указывает не на живое действующее лицо, а на скульптурное изображение, статую, и, что важно отметить, в каждом случае обозначается материал, из которого сделана статуя: «Каменный гость», «Медный всадник», «Сказка о золотом петушке». Объединяет эти три произведения не только принцип выбора названия, но и сама идея сюжетного развития — миф о губительной статуе.

Герои этих произведений, изведав в жизни волнения и невзгоды, думают о будущей счастливой жизни с любимой женщиной. Дон Гуан из «Каменного гостя» говорит о «совести усталой», Евгений из «Медного всадника» мечтает о спокойной жизни и встрече с Парашей, царь Дадон, захотев «покой себе устроить», очарован и восхищен шамаханской царицей. Но существо, связанное со статуей, обладает сверхъестественной, непостижимой властью над желанной женщиной, и после безуспешного бунта герой гибнет в результате вмешательства пришедшей в движение статуи, а женщина исчезает.

Статуя командора, покинув пьедестал, сжимает руку Дон Гуана своей «каменной десницей», Дон Гуан гибнет, а Донна Анна исчезает. Евгений во время наводнения теряет свою невесту Парашу, а сам сходит с ума и гибнет, преследуемый покинувшим

постамент Медным Всадником. После убийства Дадонем владельца Золотого Петушка, птица слетает со спицы и преследует Дадона. Он гибнет, а «царица вдруг пропала».

Написание трех этих произведений относится к болдинскому периоду жизни поэта 1830–1934 годов, совпавшего с периодом сватовства к Наталье Гончаровой. По удивительной случайности тема статуи в это время проникала и в личную жизнь поэта. Условия его женитьбы оказались связаны со статуей царицы Екатерины II. Мать его невесты хотела собрать для дочери богатое приданное, однако семья Гончаровых была на грани разорения, и тогда дед Натальи хотел продать в пользу внучки огромную медную статую царицы, принадлежавшей еще его деду. Решение вопроса о продаже затянулось, и в пушкинских письмах того времени полушутливо упоминается «медная бабушка».

§ 4. «Принцип аттракциона» С. М. Эйзенштейна с точки зрения синергетики

В 1923 году С. М. Эйзенштейн, тогда еще молодой театральный режиссер, изложил в статье «Монтаж аттракционов» свою программную концепцию сущности художественного воздействия театрального спектакля на зрителя. Позже эта теория была обобщена им на другие виды искусства.

Сущность художественного воздействия сводилась им к присутствию в произведении определенным образом организованных элементов, названных им аттракционами, которые подвергали зрителя «...чувственному психологическому воздействию, опытно выверенному и математически рассчитанному на определенные эмоциональные потрясения воспринимающего».

Новый для того времени термин «аттракцион» (в вышедшем тогда словаре Брокгауза и Эфрона было только слово «аттракция» — притяжение) сегодня в контексте синергетического мировоззрения звучит необыкновенно современно и актуально, поскольку родственное слову «аттракцион» — слово «аттрактор» является одним из основных понятий в теории самоорганизации. Аттракцион художественного произведения с позиций синергетики означает область притяжения его сюжетного развития или область притяжения внимания при художественном восприятии (о закономерностях формирования непроизвольного внимания

в художественном восприятии мы более подробно остановимся в следующей главе), Сейчас же попробуем проанализировать структурно-функциональную организацию аттракционов с позиций теории самоорганизации, следуя классификации аттракционов, предложенной А. И. Липковым.

Аттракцион-неожиданность. Этот аттракцион создается на идее противоречия принципу Анохина, когда реальное, реализовавшееся событие диаметрально противоположно прогнозируемому (часто этот прогноз строится на основе существующих стереотипов). Структура такого аттракциона — временная структура бифуркационного типа, когда в привычном поведении некоторой системы создается качественно новый режим поведения. По сути дела происходит фазовый переход от одной привычной формы к другой (еще непривычной) форме.

Вероятность реализации многих аттракционов в обычных условиях очень мала, и потому многие аттракционы можно считать мощными источниками информации. В самом деле, количество информации, получаемой нами от события, вероятность осуществления которого близка к нулю, очень высока. Поскольку для многих аттракционов вероятность их осуществления в жизни близка к нулю или точно равно нулю, можно говорить об аттракционах как о своеобразных «информационных бомбах» в структуре художественных произведений.

Аттракцион-рекорд. Это один из наиболее древних видов аттракционов и восходит к знаменитым Семи Чудесам Света. Почему этот вид аттракционов один из наиболее распространенных? Потому что его осуществление всегда находится на границе технических, инженерных, научных, физиологически, психических и т. д. возможностей. Без рекордов не было бы ни научно-технического, ни общественного прогресса. Любая эволюция, любое развитие проходит через критические точки, которые можно назвать рекордами. Это могут быть рекордные значения созданного магнитного поля (как в экспериментах П. Л. Капицы и А. Д. Сахарова), это могут быть спортивные рекорды, это могут быть курьезные рекорды (типа рекорда по количеству съеденных макарон) и т. д. В основе всех таких достижений лежит присущее только человеку стремление выйти за пределы возможного. По сути дела установление рекорда — это своеобразный фазовый переход, где параметр порядка — рекордная величина — подчиняет себе поведение, мысли, действия людей, и именно

эта величина испытывает в момент побития рекорда скачкообразное изменение.

Аттракцион-чудо. Происходит реализация запрещенных законами природы состояний, мы как бы имеем дело с фазовым переходом «невозможное — возможное». В русском фольклоре, например, в былинах, если герой покидает свой дом без каких-либо особых причин, существует большая вероятность, что в дороге он встретится с чудом (чудовищем, необычным явлением и т. д.), которое будет играть роль аттрактора в его маршруте. Это чудо активизирует героя и вовлечет его в следующий этап сюжетного развития.

Чудо часто выступает в художественном произведении в качестве параметра порядка. Помимо искусства такого типа параметры порядка широко распространены в религиозных учениях.

Аттракцион-казус. К этому типу аттракционов относятся редкие, исключительные события, возникшие спонтанно и непреднамеренно. Очень часто такие события представляют собой спонтанную самоорганизованную структуру в виде гигантской флуктуации вблизи критических неустойчивых режимов, например, в общественной системе на грани военных конфликтов. В дипломатии существует термин «казус белли» — то есть казус, ставший поводом для объявления войны.

Аттракцион-тайна. Этот аттракцион относится к самоорганизационным явлениям в информационной сфере и связан с нарушением границ нашего знания. Детектив все время находится в критической области на границе тайного и явного. В финале детективной истории происходит информационный фазовый переход «тайное — явное».

Аттракцион-запрет, аттракцион-скандал. В таких аттракционах происходит реализация состояний, запрещенных моральными, этическими, религиозными и т. п. нормами, и по своей структуре эти аттракционы аналогичны аттракциону-чуду.

Аттракцион-бимодальность. В фильме «Робот-полицейский» («Robosor») главный герой может находиться в двух состояниях: обычного человека и робота, а сюжет построен по сути дела на фазовых переходах между этими двумя состояниями. В сущности такова же идея сюжетного развития фильмов «Человек-амфибия», «Бэтмен» («Batman»), «Терминатор», «Человек-паук» и многих других. Бимодально состояние героев в пьесе Н. В. Гоголя «Ревизор», фильме «Полосатый рейс», в сказке Андерсена «Гадкий утенок».

Огромное число художественных произведений находится в пограничной области на границе раздела двух мод (фаз). Например, проза и поэзия представляют собой две разные формы (моды, фазы) организации словесного материала. Однако, в некоторых случаях мы не можем однозначно отнести некоторые произведения искусства только к одной из этих форм, поскольку в них проявляются свойства обоих этих форм.

Точно так же хореографическое искусство существует на границе двух форм движения — ходьбы и бега. По-видимому, мультимодальные структуры представляют собой важный тип коллективного бессознательного (архетип). В христианской религии понятие бога имеет тримодальную структуру: Бог Отец, Бог Сын и Бог Дух Святой. В картине А. Рублева «Троица» все эти три фазы Бога изображены в равновесии, которое можно сравнить с равновесной трикритической точкой в теории фазовых переходов.

Аттракцион-риск. Организуется в пограничной, критической ситуации вблизи фазовых переходов «жизнь — смерть», «богатство — нищета» и т. п. Каскадеры, автогонщики, канатоходцы, воздушные гимнасты, игроки в азартные игры постоянно имеют дело с такими ситуациями.

В «Пире во время чумы» А. С. Пушкина один из героев продекламировал:

Все, все, что гибелью грозит,
Для сердца смертного таит
Неизъяснимы наслажденья.
Бессмертья, может быть, залог,
И счастлив тот, кто средь волненья
Их обрести и ведать мог.

Поняв природу таких связанных с риском ситуаций, можно попытаться объяснить непреодолимое любопытство ко всем щекочущим нервы аттракционам, причину «наслаждения» от опасности.

Как правило, зона риска — это область бифуркаций для параметра, характеризующего активность человека, где кривая, описывающая степень успешности такой активности, испытывает ветвление. По этой причине риск воспринимается подсознательно как атрибут успеха (кто не рискует, тот не пьет шампанское), как неотъемлемый элемент существенных перемен к лучшему, и, видимо, по этой причине такие состояния

на уровне безусловных, врожденных рефлексов связаны с эмоциональными реакциями наслаждения, удовольствия, радостного волнения.

Аттракцион-смерть, аттракцион-жестокость. Как и «иные виды аттракционов, имеют дело с пограничной ситуацией — с испытанием духовных и физических сил человека на пределе — или за пределом выносимого». К числу таких аттракционов можно отнести и обряд инициации (посвящения), существовавший (и существующий до сих пор) у многих народов. Причина существования таких аттракционов во многом та же, что и в случае аттракциона-чуда.

Аттракцион-катастрофа. Это реализация во времени сильно неустойчивых состояний, в ходе которых могут возникать те или иные сценарии самоорганизации: самоорганизационная критичность, режим с обострением и т. д. Наряду с известными фильмами-катастрофами, типа «Ад в поднебесье» (пожар небоскреба) или «Гибель Японии» (землетрясение), к этому жанру можно отнести такие сказки, как «Теремок», «Лисичка со скалочкой», «Репка» и т. д.

Спецэффекты. Термин «аттракцион» не получил широкого распространения ни в научной литературе по искусствоведению и эстетике, ни в критической литературе. Большую популярность, правда, в основном по отношению к киноискусству, получил по нашему мнению малоудачный термин «спецэффект» или «спецэффекты» («special effects»). Его суть аналогична понятию «аттракцион» и означает использование в кино различных технических и технологических ухищрений для создания определенного (чаще всего необычного, но не обязательно) зрительного или (что реже) слухового эффекта. Герой одного из фильмов, сам выдающийся специалист по спецэффектам, утверждает: «Теперь в кино герои никого не интересуют. Всем нужны спецэффекты». Мы, в самом деле, начинаем замечать, что спецэффект становится главным героем многих современных фильмов. Иными словами растет плотность информации, содержащаяся в фильмах, поскольку, как и многие аттракционы, спецэффекты в кино являются источниками сильных потоков информации

Итак, любой аттракцион — это либо фазовый переход в некоторую предельную область, где обычные законы, нормы и правила перестают действовать, либо это реализация метастабильной критической ситуации вблизи границы фазовых переходов определенного типа («знание — незнание», «жизнь — смерть»,

«нищета — богатство»). Развитие сюжета литературного произведения или художественного фильма можно представить как последовательный ход от одного типа аттракциона к другому. Такой взгляд на развитие сюжета полностью согласуется с современной концепцией развития любой сложной системы, как последовательного перехода от одного аттрактора к другому.

Используя концепцию синергетического компьютера Г. Хакена, место и значение понятия аттракциона в когнитивных процессах можно проиллюстрировать следующим образом:

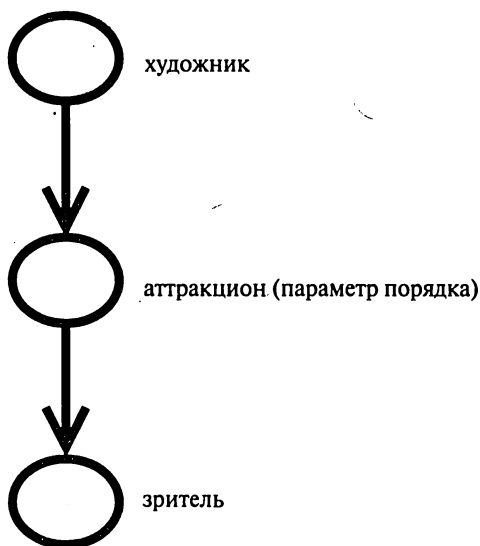


Рис. 5.1. Аттракцион с точки зрения модели синергетического компьютера

Ситуации, аналогичные аттракционам в искусстве, способны коренным образом изменить жизнь человеку, и потому нет ничего удивительного в том, что существует инстинктивный интерес, врожденное любопытство к такого рода событиям, и что они оказывают огромное эмоциональное воздействие.

Модели распознавания образов и художественное восприятие

Функция распознавания — фундаментальное свойство живой природы, которое можно обнаружить от молекулярного и клеточного уровня (узнавание белком-ферментом молекулы субстрата, узнавание антигеном антитела в иммунной системе) до высших психических функций (узнавание человеком тональности музыкального произведения).

Основы теории распознавания образов были заложены в работах М. М. Бонгарда, И. М. Гельфанда, Дж. Хопфилда и других. В последнее время появилось большое число компьютерных систем, моделирующих функцию распознавания образов. Повидимому, наибольшее развитие моделирование распознавания образов получило в медицинской диагностике.

Г. Хакен обнаружил глубокую аналогию между процессами распознавания образов в когнитивных процессах и динамическими процессами формообразования в природных системах.

Поскольку динамическим процессам формообразования присущи явления бифуркации, можно предположить, что процессам распознавания образов должны быть присущи свойства мультистабильности восприятия. Это явление, действительно, хорошо известно в психологии восприятия, однако в традиционной психологии оно считается малозначимым, нетипичным, или даже курьезным.

В последнее время получены принципиально важные результаты в понимании физической сущности распознавания зрительных образов и проделаны первые успешные эксперименты моделирования этого процесса. Оказалось, что процессы распознавания образов имеет неалгоритмический характер и потому

Образование структур	Распознавание образов
Элементы структур	Элементы образа
Их кооперация ведет к образованию нового качества — макроскопической структуры	Их кооперация ведет к возникновению нового качества — идентификации образа («идеи»)
Закон кооперации элементов структуры определяется законами природы	Закон кооперации элементов образа сформировался в ходе биологической либо социальной эволюции
Алгоритмы для предсказания возникающих структур определяются уравнениями параметра порядка и принципом подчинения	Алгоритмы идентификации образа определяются формальными языками

плохо поддаются моделированию на современных компьютерах, архитектура которых создавалась для решения хорошо алгоритмизируемых задач.

Распознавание мозгом каждого конкретного образа, например, дерева, связано с выделением из памяти по поступающим извне данным наиболее близкого этим данным образа. В памяти человека все возможные реализации образа хранятся в распределенном виде по всей нейронной сети. Обращение к хранимой в памяти информации происходит по содержанию, а не по адресу в памяти (как в современных компьютерах), и этим объясняется очень высокая быстрота процесса распознавания.

Когда мы видим лицо человека, мы всегда пытаемся установить ассоциативную связь этого лица с некоторым именем, или хотя бы понять, видели ли мы это лицо в прошлом. При этом лицо, которое сейчас перед нашими глазами, может сильно измениться, например, постареть, это может быть лицо с бородой, хотя раньше мы его видели без бороды, и наоборот. Таким образом, распознавание образа неразрывно связано с работой ассоциативной памяти.

Работу ассоциативной памяти можно проиллюстрировать на следующем механическом примере. Пусть имеется некоторый неровный ландшафт, по которому катится тяжелый шарик (рис. 6.1). Ямы в этом ландшафте будем идентифицировать

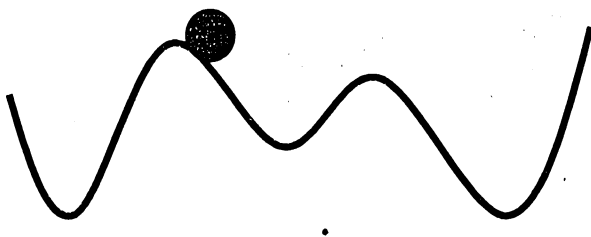


Рис. 6.1. Механическая модель распознавания образов

с ключевыми образами, то есть с образами, хранящимися в памяти. Пики этого ландшафта мы соотнесем с еще не распознанными (не узнанными, только предъявленными к распознаванию) образами. Процесс распознавания можно представить как скатывание шарика в наиболее близкую к нему яму или, другими словами, опознаваемый образ будет тяготеть к наиболее близкому к нему хранящемуся в памяти образу. После того как шарик окажется на дне ближайшей ямы, он уже находится в устойчивом положении, и процесс распознавания будет закончен.

Именно на этой идее основана широко распространенная компьютерная модель ассоциативной памяти, предложенная американским физиком Дж. Хопфилдом.

Принципиально важным свойством распознавания образов нейронной сетью является восстановление образа по редуцированным, неполным данным. Например, к распознаванию может быть предъявлено сильно упрощенное (например, переданное лишь несколькими линиями) лицо, фигура или даже неполное изображение (часть лица, часть фигуры и т. п.). Тем не менее, нейронная сеть способна по этим неполным данным восстановить полный ключевой образ, хранящийся в памяти.

Это свойство ассоциативной памяти принципиально важно для понимания процессов восприятия художественных произведений, как зрительных, так и акустических, поскольку любое произведение искусства дает нам редуцированные, неполные образы. Такое восстановление образа по неполным данным или по фрагментам полного образа (*pars pro toto* — часть вместо целого) в психологии называется сотворчеством.

Например, талантливый карикатурист может лишь несколькими удачными штрихами создать удивительное сходство портрета и оригинала. Любой портрет, картина, любая фотография также дают далеко не полную информацию об оригинале, и про-



а)



б)

Рис. 6.2. Нейронная сеть способна восстанавливать полный образ по его фрагментам

цесс восприятия художественных произведений связан с использованием предварительно накопленной и хранящейся в памяти человека информации для воссоздания полного образа.

В музыкальном звукоязыке любые две ноты с интервалами, кратными октаве, распознаются нейронной сетью мозга как очень похожие звуки именно потому, что у этих звуков практически совпадающая структура обертонов (другими словами, обертоновая структура этих звуков имеет максимальную корреляцию). Интервалы с высокими значениями корреляций обертонов соответствующих звуков называются консонансными. Диссонансным интервалам отвечают низкие значения корреляций обертоновых структур музыкальных звуков.

Вот как создается А. С. Пушкиным образ ночного бегства в «Полтаве»:

Никто не знал когда и как
Она сокрылась, Лишь рыбак.
Той ночью слышал конский топот,
Казачью речь и женский шепот,

И утром след осьми подков
Был виден на траве лугов.

Образ побега дается поэтом по четырем деталям (конский топот, казачья речь, женский шепот, след подков). Перед нами типичный процесс распознавания образа (в данном случае — художественного образа) с использованием системы ассоциативной памяти, когда целостный образ восстанавливается по его фрагментам.

Центральную роль в таком распознавании играет предварительно накопленная информация. Если человек не знает, что такое конский топот, казачья речь, след подков, этот отрывок из «Полтавы» не затронет его эмоционально.

Процесс самоорганизации «фрагменты образа — полный образ», который проделывает читатель, можно сравнить с работой следователя, раскрывающего тайну преступления. Задача следователя — по отдельным уликам (фрагментам полного образа) путем умозаключений восстановить картину преступления (полный образ). Эта работа следователя, несомненно, носит творческий характер, и читатель детективного произведения участвует в этом творческом процессе наравне (или с небольшим запаздыванием) со следователем. Сотворчество при восприятии художественных произведений чаще всего происходит неосознанно.

Сформулированные около века назад в Германии Вертхаймером, Келером, Коффка (Wertheimer, Kohler, Koffka) принципы восприятия зрительных и слуховых образов до сих пор считаются основополагающими принципами психологии восприятия, в том числе в психологии искусства. Гештальтпсихология (от немецкого слова *Gestalt* — конфигурация, форма) полагает, что стимулам от каждого зрительного образа свойственно естественное свойство к организации. Рассмотрим некоторые принципы организации образов в гештальтпсихологии и сравним их с принципами работы ассоциативной памяти.

Близость (proximity) и **сходство** (similarity). Элементы, расположенные близко в пространстве или времени, воспринимаются вместе как нечто целое. Одинаковые черты и свойства имеют тенденцию группироваться вместе в нашем перцептивном пространстве (рис. 6.3, 6.4).

Оба эти принципа гештальтпсихологии можно объяснить с точки зрения модели распознавания образов в модели Хопфилда тем, что стимулы, близкие в пространстве и во времени,



Рис. 6.3. Группировка по близости



Рис. 6.4. Группировка по сходству

а также сходные (одинаковые по форме) стимулы, расположены очень близко друг к другу в соответствующем пространстве состояний (перцептивном пространстве). Другими словами, соответствующие образы находятся в зоне притяжения одного и того же аттрактора (расположены в одном бассейне аттрактора) на соответствующем потенциальном ландшафте.

Замкнутость (closure) и **прегнантность** (pregnanz). Замкнутость — это свойство видеть хорошо знакомую форму как единое целое. Например, окружность, в которой есть разрывы, мы имеем тенденцию видеть без разрывов (рис. 6.5).

Прегнантность изображения означает, что при восприятии сложной формы, когда появляется неоднозначность в интерпретации изображения, мы выбираем наиболее осмысленный, типичный и простой вариант.

Оба эти свойства также допускают простое объяснение в рамках модели ассоциативной памяти. Как мы знаем, фундаментальным свойством этой модели является способность восстанавливать полный образ по его фрагменту. Именно об этом

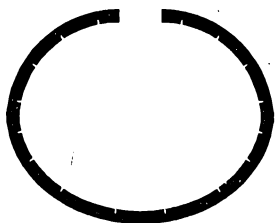


Рис. 6.5. Свойство замкнутости: предъявленная на короткое время такая фигура будет восприниматься нами как целая

идет речь в описанных выше двух принципах гештальтпсихологии. В обоих случаях мы имеем дело с неполными образами (один с разрывами, в другом случае происходит перекрывание). Наша зрительная система в обоих случаях восстанавливает эти неполные образы до полных.

Важно иметь в виду, что описанная выше модель ассоциативного распознавания образов представляет собой упрощенную модель реальных процессов (всякая модель есть упрощение). Представление ключевого образа в виде точечного аттрактора в модели ассоциативной памяти есть приближение. В более реалистических (и потому более сложных) моделях все возможные варианты одного и того же образа образуют малоразмерное многообразие в пространстве большой размерности.

Условный рефлекс как процесс распознавания образов по неполным данным

Обнаружение явления условного рефлекса И. П. Павловым оказалось крупным открытием в науках о высшей нервной деятельности. Однако до сих пор отсутствует ясное понимание физической природы этого явления. Между тем, можно показать, что феномен условного рефлекса может быть понят и описан на основе модели распознавания образов.

Условный рефлекс вырабатывается высшими отделами центральной нервной системы на основе одного из безусловных рефлексов (инстинктов) — голода, страха, репродуктивного поведения. В результате однократного или многократного сочетания какого-либо необычного раздражителя любой модальности (звук, свет, запах и т. д.) с безусловным рефлексом образуется корреляционная связь. Например, если включить звонок в момент кормления животного и повторить эту процедуру несколько раз, то животное в следующий раз в ответ на звонок начинает вырабатывать пищевую реакцию — возникает слюноотделение, животное бежит в сторону кормушки и т. п.

Условный рефлекс можно описать как процесс восстановления полного образа по его фрагменту. Сочетание условного раздражителя (в нашем примере — звонка) и безусловного рефлекса (например, пищевого рефлекса) есть не что иное, как запоминание животным сложного полимодального образа.

Пусть теперь животному предъявлен только фрагмент этого сложного образа — звонок. Как уже описывалось ранее, ассоциативная память при распознавании образа способна восстанавли-

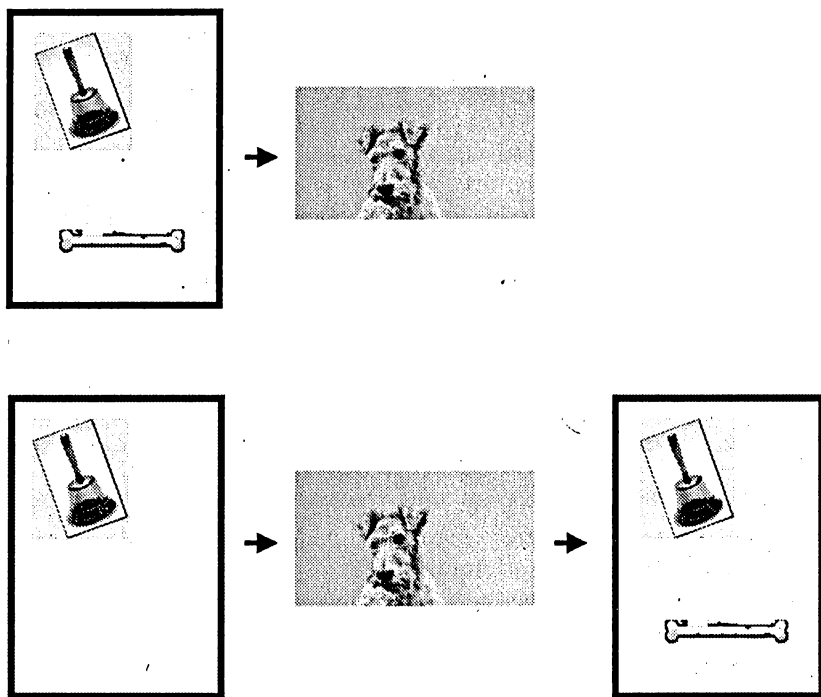


Рис. 6.6. Условный рефлекс есть восстановление нейронной сетью полного образа по его фрагменту

ливать исходный образ по его фрагменту, или если этот образ был искажен или зашумлен. В данном случае будет происходить восстановление полного сложного образа «Звонок + Пищевое поведение» по его фрагменту «Звонок» (рис. 6.6).

Предложенная модель условного рефлекса применима и для случая комплексного раздражителя, когда условный сигнал составлен из нескольких раздражителей различной модальности (световых, звуковых, тактильных). Эта же модель описывает возникновение разных условных рефлексов, когда один и тот же раздражитель воздействовал в неодинаковых условиях. Например, если звук определенной частоты в одной камере подкреплять пищей, то формируется пищевой условный рефлекс. Но если в другой камере под этот же звук раздражать лапу животного током, то формируется оборонительный рефлекс. В литературе это явление получило название условно-рефлекторного пе-

реключения. В обоих этих случаях разные условные рефлексы формируются по существу разными раздражителями. Животное реагирует на целостные полимодальные образы-раздражители «Звук + Камера 1» и «Звук + Камера 2». В целом эти образы различны (хотя и содержат одну одинаковую компоненту — «Звук»). Поэтому и реакция животного на эти разные условные раздражители будет разной: в одном случае — пищевое поведение, в другом — оборонительный рефлекс.

Связь механизма условного рефлекса с феноменом распознавания образов глубоко закономерна. Животное должно уметь не просто забрать в рот лежащую возле него пищу. Ему необходимо уметь найти пищу по разным случайным или временным признакам, а это и есть процесс распознавания образов, точнее процесс восстановления полного образа по его фрагменту.

Поскольку в реализации безусловного и соответствующего условного рефлексам участвуют различные области мозга (слуховая, зрительная, обонятельная и т. д.), это означает, что имеет место явление крупномасштабной интеграции (*large-scale integration*) в основе которого лежит еще один вид критического поведения — синхронизация. В связи с этим можно предположить, что каждый вид инстинктивного поведения связан с одной из собственных частот мозга, то есть с одной из дельта-, тета-, альфа- или бета-частот, на базе которых с использованием механизма синхронизации и реализуются все виды безусловных и соответствующих условных рефлексов.

По-видимому, аналогичные процессы возникают в ситуациях, когда требуется быстрая двигательная реакция на определенные зрительные образы. Такие ситуации широко распространены, например, в спорте: теннисе, боксе и т. д. По сути дела в этих процессах опять встает задача восстановления полного перцептивно-моторного паттерна по его фрагменту — изображению. В работах Г. Хакена, С. Келсо и других показано, что формирование таких паттернов происходит при участии очень небольшого числа параметров порядка.

§ 1. Модель музыкального лада

В процессе развития музыки, в частности мелодии, некоторые звуки выделились из общей массы, приобрели свойства устойчивых, опорных звуков, с которых обычно начинается и заканчивается мелодия. Среди таких устойчивых звуков один звук

обычно выделяется больше, чем другие. Такой устойчивый звук получил название тоники. Второй по устойчивости звук называется медиантой, и, наконец, третий по устойчивости звук — доминантой.

Другие звуки, участвующие в образовании мелодии, являются неустойчивыми и им свойственно состояние тяготения (притяжения) к устойчивым звукам. Физический смысл понятий «устойчивый звук», «неустойчивый звук», «тяготение» будет пояснен ниже.

Неустойчивые звуки располагаются между устойчивых звуков, тяготея к ним. При этом интервалы между неустойчивыми и устойчивыми звуками являются диссонансными. Чем меньше интервал между устойчивым и неустойчивым звуком, тем сильнее тяготение.

Таким образом, взаимоотношение звуков по высоте в мелодии образует некоторую устойчивую структуру. Такую систему организующего взаимоотношения устойчивых и неустойчивых звуков в мелодии называют ладом, а сама музыка с такой системой организации звуков называется тональной музыкой. Все известные мелодии относятся к тональной музыке. В противоположность ей, музыка, в которой нет определенных организующих принципов для звуков различной высоты, называется атональной музыкой. Такая музыка возникла лишь в начале XX столетия.

В тональной музыке встречаются самые разнообразные лады, но все же наиболее широкое распространение получили мажорные и минорные лады. Мажорным называется лад, в котором интервалы между устойчивыми звуками образуют терции: между тоникой и медиантой находится большая терция (2т), а между доминантой и медиантой — малая терция (1,5т). Например, ноты до-ми-соль дают мажорное звучание. Отметим, что и большая, и малая терции являются консонансными интервалами. Консонансные интервалы соответствуют звукам с наибольшей величиной корреляции составляющих их обертонов.

В слуховом нерве консонансным интервалам отвечают наиболее упорядоченные и симметричные последовательности электрических импульсов.

Для того чтобы объяснить структуру и свойства музыкального лада, мы обратимся к модели ассоциативной памяти. Еще раз подчеркнем, что обращение к модели функциональной деятельности мозга для объяснения структуры музыкальной мело-

дии не только уместно, но и необходимо, поскольку музыка, как и все искусство в целом, должны функционировать в соответствии с законами деятельности мозга.

Наиболее наглядно структуру и функцию музыкального лада можно изобразить на потенциальной функции нейронной сети. Как уже говорилось выше, потенциальная функция нейронной сети представляет собой набор минимумов и максимумов, где каждому минимуму соответствует определенный хранящийся в памяти образ-прототип. Распознавание нового образа такой нейронной сетью описывается как тяготение этого образа к ближайшему минимуму, то есть к образу, с которым у него имеется наибольшее сходство.

Если воспользоваться этой моделью ассоциативной памяти, то естественно устойчивые звуки мелодии соотнести с минимумами соответствующей потенциальной функции (образами-прототипами), а максимумам этой функции будут соответствовать неустойчивые звуки, которые будут тяготеть к ближайшему минимуму. В таком случае потенциальную функцию «Мажорный лад» мы можем изобразить следующим образом (рис. 6.7):

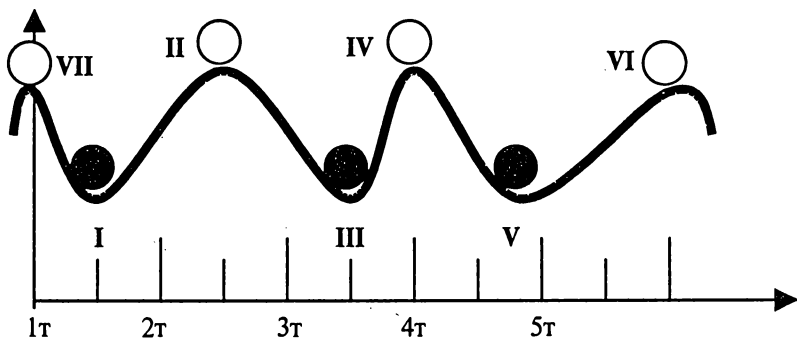


Рис. 6.7. Нейросетевая модель мажорного лада

В такой модели структуры и функционирования музыкального лада понятие «тяготение» одного звука к другому в мелодии приобретает простой физический смысл.

Как уже говорилось, тоника (I ступень) является главным опорным звуком и потому наиболее устойчива. III и V ступени менее устойчивы.

Неустойчивы II, IV, VI и VII ступени мажорного лада. Степень их неустойчивости (степень тяготения к устойчивому звуку)

зависит от расстояния между неустойчивым и устойчивым звуками и от степени устойчивости звука, к которому направлено тяготение. Наиболее острое тяготение VII ступени к I, IV ступени к III и II к I.

Как видно из рис. 6.7, ступени II и IV являются неоднозначными, то есть могут разрешиться в одно из двух устойчивых состояний. Такая неоднозначность есть следствие сложной, обертоновой организации каждого музыкального звука.

В минорном ладе по сравнению с мажорным ладом большая и малая терции расположены зеркально симметрично. Например, звуки до-ми-бемоль-соль имеют минорное звучание. Потенциальную функцию «Минорный лад» можно изобразить следующим образом (рис. 6.8):

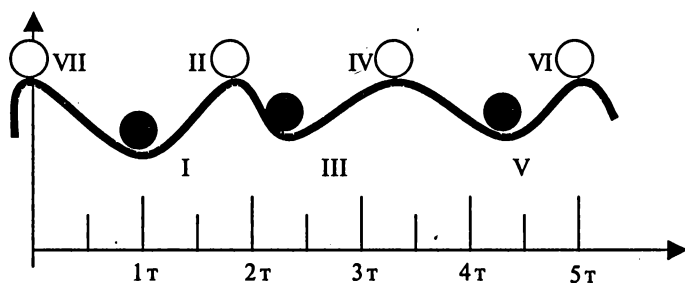


Рис. 6.8. Нейросетевая модель минорного лада в западноевропейской музыке

В музыке Китая, Вьетнама, а также у некоторых народов России (у татар и башкир, например) используется пентатоника, в которой отсутствуют два неустойчивых звука. Мажорный лад пентатоники можно изобразить следующим образом (рис. 6.9):

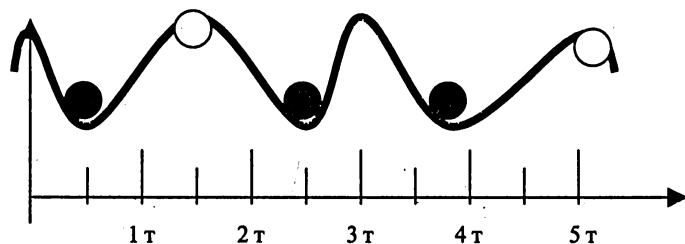


Рис. 6.9. Энергетическая функция мажорного лада в пентатонике

Изображая потенциальный ландшафт музыкальных ладов для модели ассоциативной памяти, мы могли точно изобразить лишь расстояния между экстремумами этой функции, глубины же минимумов и высоты максимумов изображались нами условно. Как показывают исследования модели, величины этих экстремумов зависят главным образом от числа нейронов в нейронной сети и от числа и силы связей между нейронами: чем больше нейронов в сети, чем больше связей и чем сильнее связаны нейроны между собой, тем более глубокие минимумы имеет соответствующая энергетическая функция.

В связи с этим можно высказать гипотезу, что вид потенциальной функции лада являются чрезвычайно индивидуальным для каждого человека, и глубина ее минимумов отражает музыкальные способности (музыкальную одаренность) людей. Чем более одаренным к музыке является человек, тем глубже расположены минимумы в его потенциальной функции. И наоборот, человек со слабыми музыкальными способностями имеет энергетический ландшафт с очень мелкими минимумами.

Поскольку все мажорные тональности мы слышим именно как мажорные, можно предположить, что все эти тональности, как в западной музыке, так и в пентатонике, принадлежат бассейну одного и того же аттрактора, а все виды минорных тональностей по той же причине принадлежат бассейну другого аттрактора.

В исследованиях Бирнбаумер (N. Birnbaumer) и др. было обнаружено, что при восприятии музыки электрическая активность нейронных ансамблей мозга становится более синхронной. В недавней работе Патель и Балабан (Patel and Balaban) показали, что степень когерентности паттернов, образуемых магнитными полями мозга, повышается, когда слушают классическую музыку. Когда же человек воспринимает шумовые акустические сигналы, когерентность паттернов низка. Известны редкие случаи провоцирования музыкой эпилепсии, которая проявляется в высокой степени синхронизации электрической активности нейронных ансамблей.

Эти экспериментальные данные позволяют сформулировать гипотезу, что музыка есть способ управления хаотической динамикой мозга, и каждую музыкальную партитуру можно рассматривать как своеобразную программу управления хаотической динамикой электрической активности нейронных ансамблей. Можно предположить, что целью управления хаотической

динамикой мозга является формирование такой структуры хаоса, которая была бы наиболее близка режиму синхронизации нейронных ансамблей мозга, обладающей интегративными когнитивными свойствами.

В вычислительных экспериментах В. Е. Бондаренко было показано, что если воздействовать на нейронную сеть периодической силой, то такая сеть генерирует наиболее синхронное поведение, когда частота внешней силы близка или совпадает с одной из собственных частот (дельта-, тета-, альфа- или бета-ритмами).

Мы можем предположить поэтому, что воздействие музыки на мозг также происходит через устойчивые ступени лада вблизи этих собственных частот или их гармоник, поскольку вблизи резонансных частот требуется значительно меньшая амплитуда внешнего воздействия, чем вдали от них.

Поскольку музыка воздействует на нейронную сеть мозга как внешняя сила, резонансное действие трех устойчивых ступеней мажорного лада через слуховой нерв можно изобразить следующим образом (рис. 6.10):



Рис. 6.10. Схема резонансного воздействия устойчивых ступеней мажорного лада

Это означает, что частота импульсов в слуховом нерве, соответствующих тонике, медианте и доминанте, совпадает с частотами дельта-, альфа- и бета-ритмов. Действие минорного лада на мозг можно изобразить аналогичным образом (рис. 6.11):



Рис. 6.11. Схема резонансного воздействия устойчивых ступеней минорного лада

В этом случае частота импульсов в слуховом нерве, соответствующих тонике, медианте и доминанте, совпадает с частотами дельта-, тета- и бета-ритмов.

Ранее мы связали основные собственные частоты мозга (дельта-, тета-, альфа- и бета-ритмы) с интегративной функцией при реализации того или иного вида безусловного рефлекса. Появляется возможность объяснить сам феномен музыкального поведения в тесной связи с основными видами инстинктивного поведения у животных и человека. Пение птиц, звуки самцов горбатых китов, дуэты у гиббонов и т. п. связаны именно с базовыми формами поведения: пищевым, репродуктивным, страхом, агрессией.

Недавно были получены экспериментальные подтверждения, что музыка воздействует на мозг именно вблизи его собственных частот. На первый взгляд этот парадоксальный экспериментальный факт вызывает недоумение, поскольку хорошо известно, что человек способен слышать звуки выше 20 Герц, а собственные частоты мозга располагаются ниже этой слуховой границы. Однако, если мы не слышим звуки, это не означает, что они не действуют на наш организм, и воздействие инфразвуковых акустических колебаний известно с давних времен, хотя и не достаточно хорошо изучено.

§ 2. Прогнозирование как процесс восстановления полного образа по его фрагменту

Функция прогнозирования — одно из важных свойств живой природы, в том числе и функционирования мозга, а в искусстве широко используется игра оправдавшихся и не оправдавшихся надежд, намеренно создаются неожиданные ситуации.

Любой живой организм представляет собой систему, стремящуюся сохранить постоянство своего гомеостаза, то есть удерживать стабильность таких внутренних параметров, как температура, давление, химический состав и другие. В качестве механизма поддержания постоянства гомеостаза в живой природе широко используется отрицательная обратная связь — управляющая система, которая реагирует на рассогласование действительного состояния организма от заданного и определенными действиями стремится ликвидировать это рассогласование. Этот механизм

сохранения гомеостаза можно назвать механизмом запаздывающего типа, поскольку компенсирующая реакция возникает после того, как на организм подействовало возмущающее воздействие, которое и привело к рассогласованию.

Академик П. К. Анохин сформулировал другой очень важный и эффективный механизм поддержания постоянства гомеостаза, которому в теории автоматического управления можно сопоставить принцип разомкнутого, программного (без обратной связи) управления. Программное управление реализуется в том случае, если существует полностью предсказуемое будущее, то есть известны не только будущие внешние воздействия на объект управления, но и реакция самого объекта управления на управляющие воздействия. Само управление реализуется в виде набора команд — программы, задающей управляющие воздействия. Примерами программного управления могут служить операционные системы для компьютеров, программы для станков с числовым управлением, управление роботами в различных видах производства (например, при сборке автомобилей) и т. п.

В живой природе примером программного управления может служить генетическая программа, результатом реализации которой является живой организм, предназначенный к существованию в определенной внешней среде.

Таким образом, концепция программного управления отражает идею классического детерминизма о полностью предсказуемом будущем.

Согласно принципу Анохина, любой живой организм, чтобы обеспечить свое выживание в определенных внешних условиях (сохранить постоянство своего гомеостаза), должен уметь заранее готовиться к тем внешним воздействиям, которые жизненно важны для его существования.

Для этого вида деятельности был введен специальный термин — антиципация (от лат. *anticipio* — предвосхищаю). Антиципация проявляется во всех областях человеческой активности: трудовой деятельности, повседневной жизни, спорте и т. д. Эволюция живой системы от биологических форм к социальной организации шла по пути увеличения точности и дальности прогнозов, расширения диапазона прогнозируемых явлений.

Одним из наиболее изученных проявлений принципа опережающего отражения (принципа Анохина) на уровне нервного вещества является условный рефлекс. В этом случае принимаемый живым организмом информационный сигнал (вспышка

света, звук колокольчика и т. д.) является началом подготовки организма к важному, но еще не наступившему событию. Но, как было показано выше, в основе любого условного рефлекса лежит механизм восстановления полного образа по неполным данным.

Длительное время считалось, что возможности прогнозирования определяются главным образом точностью и полнотой информации о состоянии прогнозируемой системы. Предельно четко эта идея сформулирована Лапласом в виде фантастического существа (демона), который способен собрать всю информацию о координатах и скоростях механической системы в определенный момент времени и произвести мгновенные вычисления. Подставив эту информацию в законы физики в качестве начальных условий, такой демон способен прогнозировать не только будущее, но и прошлое, поскольку законы физики обратимы во времени.

Только сравнительно недавно — около двадцати лет назад — стало понятно, что возможности прогнозирования поведения системы определяются главным образом устойчивостью этой системы. Если система устойчива, то ее поведение хорошо прогнозируется. Например, мы можем предсказать с высокой точностью и практически на любую дальность (как в будущее, так и в прошлое) такие астрономические явления, как солнечные и лунные затмения. Это оказывается возможным по той причине, что Солнечная система устойчива — по крайней мере, на временном отрезке, сравнимом с периодом существования человеческой цивилизации. Но и в астрономических процессах можно встретить проявления неустойчивостей, например, связанные с движением комет, и в этом случае уже невозможны какие-либо точные прогнозы.

Механизмы прогнозирования в мозге животных и человека в последнее время стали более понятными, благодаря компьютерной имитации этих процессов в искусственных нейросетях — многослойных персептронах, в которых осуществляется послойная обработка информации.

Фактически задача прогнозирования с помощью нейронных сетей сводится к задаче аппроксимации (интерполяции) многомерной функции. По сути дела речь идет опять о задаче восстановления полного образа по его фрагменту, которую должны уметь решать все системы распознавания образов.

Доказано, что уже двух слоев нейронов в персептроне достаточно, чтобы такая сеть могла аппроксимировать любую непрерывную многомерную функцию с произвольной точностью.

Такие сложные системы, как торговая биржа, атмосфера Земли и т. д. не поддаются моделированию с достаточной степенью точности. Однако поведение одного из показателей, характеризующего состояние такой сложной системы, может быть спрогнозировано по результатам регистрации значений этого показателя на достаточно большом временном интервале.

В настоящее время наиболее типичными задачами прогнозирования с помощью искусственных нейронных сетей являются предсказания финансовых временных рядов — например, стоимости акций.

Антиципация в художественных произведениях

В классической детерминистической картине мира способность прогнозирования событий реальной жизни хотя и предполагается принципиально возможной, однако, вследствие больших объемов необходимой для этого информации и необходимости ее обработки, связывается со сверхъестественным существом — демоном Лапласа. В других сферах общественного сознания, включая и религиозное сознание, способность прогнозирования — также свойство потусторонних или божественных сил. Вспомним оракулов у древних греков, древних римлян и народов Древнего Востока, предсказания Иисуса Христа в Библии и т. д.

В художественной литературе, как и в других областях общественного сознания, даром прогноза обычно наделены либо очень необычные люди («кудесник, любимец богов» в стихотворении «Песнь о вещем Олеге» А. С. Пушкина), либо опять-таки представители потусторонних сил, например, Воланд и члены его свиты в романе М. А. Булгакова «Мастер и Маргарита».

Прогноз обстоятельств гибели Берлиоза в романе М. А. Булгакова «Мастер и Маргарита»

На первый взгляд прогноз Воландом обстоятельств гибели Берлиоза относится к прогнозированию развития последовательности неустойчивых процессов, когда неустойчивость каждого последующего события была вызвана развитием неустойчивости предыдущего события («эффект домино»). Вот эта последовательность неустойчивостей.

1. Неустойчивость стеклянной бутылки с подсолнечным маслом, которая по каким-то причинам потеряла свое состояние управляемой, стабилизированной неустойчивости в руках Аннушки, ударилась о железную вертушку и разбилась.
2. Неустойчивость масла, которое изменило трехмерную форму в бутылке на двумерную поверхность, то есть разлилось. В этом случае очень трудно прогнозировать точную форму и расположение пятна масла на мостовой.

Важно отметить, что прогноз Воландом обстоятельств гибели Берлиоза имел место уже после того, как реализовались эти два неустойчивых процесса, и их результаты стали каким-то образом известны Воланду. Результаты этих двух процессов стали тем неполным образом, на основе которого Воланд создал полный образ этого трагического события. Прогноз по существу свелся к описанию следующих процессов.

3. Неопределенность относительно точного времени появления Берлиоза у будущего места трагедии. Берлиоз попал на это место, когда пошел звонить по телефону после разговора с Воландом (после того, как тот описал Берлиозу картину его гибели). Предсказать именно эту последовательность действий и его появление у места, где было разлито масло в строго определенный момент времени — невозможно, хотя это был краткосрочный прогноз.
4. Прогноз положения тела Берлиоза после того, как Берлиоз потерял способность стабилизации своего неустойчивого вертикального положения на разлитом на мостовой подсолнечном масле. Воланду удалось предсказать, что голова Берлиоза после падения окажется именно на трамвайных рельсах.
5. Наконец, существовала неопределенность относительно точного времени прихода трамвая к месту, где было разлито масло, и куда уже подошел Берлиоз. Трамвай — не планета в солнечной системе, и существует масса причин для их нерегулярного следования. Обычно существует расписание движения городского транспорта, и можно предположить, что в то время это расписание выдерживалось более строго, чем в нынешнее время. Тем не менее, в данном случае точность предсказания прихода трамвая должна быть очень

высокой, порядка долей секунды, поскольку за время порядка секунды еще можно было среагировать на падение Берлиоза и предотвратить трагедию. Методами науки обеспечить такую точность прогноза прихода трамвая в данную точку невозможно.

Все эти неопределенности и неустойчивости не связаны с гиперболическими неустойчивостями, когда имеет место экспоненциальное разбегание траекторий. Развитие этой последовательности неустойчивостей не относится и к «эффекту домино», результаты которого хорошо прогнозируются и используются в аттракционах. Какими-либо доступными человеку способами предсказать результаты всей этой последовательности неустойчивостей невозможно, и потому прогноз Воланда и, главное, точное осуществление этого прогноза производят ошеломляющее впечатление на читателя.

Сюжет художественного произведения не должен быть слишком банальным и легко предсказуемым, но ему противопоказана и полная непредсказуемость, связанная с чистой случайностью.

К. Мартиндейл (C. Martindale) в книге «Clockwork Muse» исследовал эволюционную динамику «уровня непредсказуемости» литературных текстов на примере английской поэзии 1290–1949 годов. Весь этот период был поделен на 33 равных отрезка по 20 лет, и для каждого отрезка выбирались семь лучших поэтов, родившихся в данный временной интервал. После этого для каждого поэта отбиралось 50 фрагментов их поэтического творчества по 8 строк в каждом фрагменте. Затем все эти поэтические тексты исследовались с помощью специальных формализованных методик на уровень непредсказуемости (с помощью количественных шкал, характеризующих неожиданность, неопределенность, изменчивость, противоречивость и т. д.).

Результаты показали, что степень непредсказуемости поэтических текстов имеет совершенно четкий монотонный рост во времени, и более того, этот рост имеет тенденцию ускорения.

В романе «Евгений Онегин» читатель с самого начала подготавливался к мысли, что Онегин не способен к глубокому чувству, никогда не сможет кого-либо полюбить. Полная уверенность в этом приходит к нам после признания Татьяны, и мы видим, что чувства в нем, действительно, остыли и любовь в его сердце иссякла.

И в то же время читатель ожидает, что настоящая драма любви возникнет между Ленским и Ольгой, где у героев налицо

все данные для этого. Но происходит то, что меньше всего ждали: Онегин переживает трагическую любовь, а любовь Ленского и Ольги обрывает выстрел, не давший ей разрастись и развиваться. Судьба же Татьяны неожиданна даже для самого автора. Хорошо известно признание Пушкина своему другу П. Вяземскому: «А Татьяна моя замуж вышла. Вот уж никак от нее не ожидал».

В «Гамлете» зритель с первого акта ждет убийства короля и все время обманывается в этих ожиданиях. Когда в конце пьесы он узнает, что Гамлет смертельно ранен, он окончательно теряет всякую надежду, что месть когда-либо свершится, и именно в этот момент Гамлет убивает короля.

Выдающийся английский актер Лоренс Оливье придает огромное значение в актерском искусстве умению удивлять и изумлять зрителя. Когда его спросили, что делает актера великим, он ответил: «Умение заставить публику поверить в твои достоинства. Много лет назад Ивонн Прентан рассказал мне о совете Шаляпина никогда не делать того, что ждет от тебя зритель. Надо постоянно предвидеть, на что настроена аудитория, и делать наоборот... Я во многом полагаюсь на ритм. Мне кажется, в этом я действительно что-то понимаю — как использовать ритм, смену скорости, смену времени, смену выражений, смену темпа, когда пересекаешь сцену. Заставляйте зрителей удивляться, кричите, когда они того не ждут, держите их в напряжении — каждую минуту будьте другим... В чем состоит главная задача актера? Тормозить публику и не дать ей уснуть, затем проснуться и уйти домой с ощущением впустую потраченных денег».

Сам Оливье исполнением роли Отелло дал пример ошеломляющего эмоционального воздействия на зрителя, когда он разрушил сложившийся за многие годы стереотип этого образа и бросил тем самым вызов традициям мирового театра. Его мавр не был вполне Шекспировским, это не был романтический смуглый араб, это был неистовый и высокомерный негр.

Большое значение обман ожиданий имеет в остроумии, юморе, многих комических ситуациях, о чем речь будет идти ниже.

Новелла Агаты Кристи «Десять негритят»

Когда в детективе совершено убийство, задача сыщика — восстановить полную картину преступления по обычно неполным данным. Г. Хакен обнаружил глубокую общность процессов распознавания образов и процессов, лежащих в основе принятия

решений. В романах А. Кристи информация обычно получается в ходе опроса персонажей произведений, связанных с убийством, и накапливается в виде семантических образов. На основе этой обычно неполной информации осуществляется процесс восстановления полных образов. Все эти операции выполняются в семантическом пространстве. Приведем примеры таких процессов из произведений Агаты Кристи.

В романе «Рождество Эркюля Пуаро» знаменитый сыщик, найдя на месте преступления остатки резинового шара и заостренной деревянной палочки, сделал заключение, что пронзительный крик, который слышали все находившиеся в доме персонажи и приняли за крик жертвы, на самом деле издавался резиновым шаром, уколотым деревянной палочкой. Это типичный пример восстановления полного образа по неполным данным, и такие процессы удастся моделировать в искусственных нейронных сетях.

В романе «Свидание со смертью» на основе информации, что жертва в прошлом работала надзирательницей в одной из американских тюрем, а подозреваемая, ныне депутат парламента Англии, в юности жила в Америке, делается вывод, что в прошлом жертва и подозреваемая встречались в тюрьме, и что бывшая надзирательница хорошо запомнила бывшую заключенную. Это — еще один пример восстановления образа (в данном случае — образа подозреваемой) по неполной информации. В данном произведении А. Кристи такое восстановление полного образа больше похоже на прогноз, обращенный в прошлое.

Подчеркнем еще раз, что все эти элементарные операции распознавания образа и восстановления полного образа по неполным данным производятся в семантическом пространстве, и они принципиально реализуемы в искусственных нейронных сетях. Именно к такого рода элементарным операциям сводится мыслительная работа сыщика, да и любой другой процесс принятия решений.

Один из основных принципов правосудия — принцип о неотвратимости наказания за преступление — явно или неявно базируется на постулате классического детерминизма о полностью предсказуемом будущем и прошлым. В самом деле, только в идеальном, устойчивом мире принципиально возможно получить всю информацию о прошлом и будущем, в том числе и о совершенном преступлении. В реальном неустойчивом мире, увы, это не так. И сама жизнь дает нам множество приме-

ров, что принцип неотвратимости наказания за преступления выполняется далеко не всегда. Если работу правосудия сравнить с работой машины, то подобно тому, как коэффициент полезного действия машины всегда меньше ста процентов, в реальной жизни никогда не достигается стопроцентная раскрываемость преступлений, и принцип неотвратимости наказания осуществляется далеко не во всех случаях.

Вот краткое содержание рассказа Агаты Кристи «Десять Негритят». Чтобы реализовать идею неотвратимости наказания за преступление, под разными предлогами (чаще всего просто обманом) в одном доме на небольшом острове были собраны десять человек, которым в разное время удалось избежать наказания за умышленные или неумышленные убийства. Кроме этих десяти человек на острове никого нет. В этом доме им всем были предъявлены обвинения в убийствах и вынесены смертные приговоры.

Весьма необычны способы и форма исполнения смертных приговоров для всех десяти персонажей. Они были описаны в самом начале рассказа в виде следующего детского стихотворения:

Десять негритят отправились обедать,
Один поперхнулся, их осталось девять.
Девять негритят, поев, клевали носом,
Один не смог проснуться, их осталось восемь.
Восемь негритят в Девон ушли потом,
Один не возвратился, остались всемером.
Семь негритят дрова рубили вместе,
Зарубил один себя — и осталось шесть их.
Шесть негритят пошли на пасеку гулять,
Одного ужалил шмель, их осталось пять.
Пять негритят судейство учинили,
Засудили одного, осталось их четыре.
Четыре негритенка пошли купаться в море,
Один попался на приманку, их осталось трое.
Трое негритят в зверинце оказались,
Одного схватил медведь, и вдвоем остались.
Двое негритят легли на солнцепеке,
Один сгорел — и вот один, несчастный, одинокий.
Последний негритенок поглядел устало,
Он пошел повесился, и никого не стало.

Таким образом, заранее оговорены способы убийства и их последовательность, но не уточнены время и место убийства.

По сути дела реализуется схема программного управления системой из десяти человек с целью перевести эту плохо предсказуемую систему в нужное состояние по определенной программе. В данном случае на первый план выступает не цель управления — убийство десяти человек (этой цели можно добиться гораздо более быстрым и эффективным путем), а метод, способ управления, желание продемонстрировать, что метод программного управления работает даже для такой плохо предсказуемой системы, какой является десять человек, не связанных никакими законами и нормами.

Главный персонаж романа судья Уоргрейв стремится показать, *что если принцип детерминизма (принцип неотвратимости наказания за преступления) не сработал в большом реальном мире, то этот принцип может и должен сработать (в виде принципа программного управления) на небольшом, отрезанном от мира острове.* Однако в действительности судья Уоргрейв продемонстрировал, что можно спланировать и организовать очень сложное серийное убийство, которое впоследствии не будет раскрыто прибывшими на остров детективами.

Тем самым показано, что сам принцип детерминизма содержит логическое противоречие: с одной стороны показано, что можно спланировать и организовать безнаказанное преступление, а с другой стороны, один из основных постулатов юриспруденции гласит, что любое преступление может и должно быть раскрыто.

Синергетика творчества

Там, где природа перестает творить, за дело берется человек. Он творит бесконечное разнообразие видов, изучая природу и используя ее дары.

Леонардо да Винчи

§ 1. Творчество и критические состояния

Природой творчества является творчество природы.

Б. М. Рунин

Один из основных принципов синергетического мировоззрения гласит, что все новое в природе возникает в процессе развития неустойчивых, критических состояний. Это утверждение справедливо как для неживой, так и для живой природы. Более того, есть все основания утверждать, что живая природа постоянно находится в неустойчивом состоянии, на границе хаоса и порядка. Именно это ее принципиальное свойство позволяет ей адаптироваться к изменяющимся внешним условиям — свойство, которое отсутствует в неживой природе вследствие того, что неживая материя может находиться и в состоянии устойчивого равновесия.

Творческая деятельность человека, то есть его способность создавать новое, также происходит только тогда, когда его мозг находится в критическом состоянии.

Одним из первых мысль о сходстве процессов возникновения новых форм живых существ («творчество природы») с творческой деятельностью мозга высказал К. А. Тимирязев.

В деятельности мозга можно выделить три уровня работы с информацией.

Сознание — функциональные структуры в речевых зонах больших полушарий (главным образом в левом), способные управлять и контролировать имеющуюся в памяти информацию. Для объяснения сознания необходимо дать четкое естественно-научное определение этого феномена. Остановимся на предложенном П. В. Симоновым определении — сознание как знание, которое может быть передано (сообщено) человеком другим членам сообщества, в том числе другим поколениям с помощью слов, математических формул, произведений искусства и т. д. Эта информация в любой момент может быть использована самим человеком, перенесена на другие носители и т. п.

«Сознание есть знание вместе с кем-то (сравни с со-чувствием, со-переживанием, со-трудничеством)»¹⁾.

Способность передавать свои знания означает, что человек способен отделять себя не только от других людей, но и от окружающего их мира, знания о котором он также может передать. Появляется возможность диалога не только с другими, благодаря чему человек может смотреться как в зеркало в другого человека, но и мысленного диалога человека с самим собой, что ведет к появлению самосознания.

Феномен сознания и связанные с ним явления (язык, религия, искусство, наука) есть следствие того, что мозг каждого члена общества находится в критическом состоянии и имеет связь с мозгом хотя бы еще одного члена общества, как бы образуя одну общую нейронную сеть. Таким образом, сознание, как качественный феномен, есть кооперативное, критическое явление.

В самом деле, если две нейронные сети (два мозга) находятся в критическом состоянии и связаны между собой, то благодаря фундаментальному свойству критических флуктуаций распространяться на дальние расстояния (явление скейлинга), эти две сети можно рассматривать как одну сеть, находящуюся в критическом состоянии. Изменения в одной части сети сказываются на свойствах в другой, даже наиболее удаленной части. Следовательно, появляется возможность обмена информацией

¹⁾ Симонов П. В. Лекции о работе мозга. М.: Наука, 2001. С. 66.

даже между наиболее удаленными областями. А это и есть основное свойство сознания.

При этом необходимо обеспечить связь между этими двумя нейронными сетями, чтобы была физическая возможность распространения критических флуктуаций. Такую связь обеспечивают голосовые и слуховые органы человека, а сам язык представляет собой запомненный случайный выбор ассоциативных связей, аналогичных ассоциативным связям, возникающим при условном рефлексе, о чем подробнее мы поговорим чуть ниже.

Можно показать, что обмен информации $I(B_1, B_2)$ между двумя нейронными сетями B_1 и B_2 достигает максимально возможного значения, когда каждая из них находится в критическом состоянии.

В феномене сознания отдельно выделяют **сверхсознание** — творческую интуицию, или вдохновение. Мозг в этом случае находится в надкритическом состоянии, которое можно наблюдать и в физических системах при определенных условиях. Например, если к куче песка, находящейся в критическом состоянии, аккуратно добавлять по одной песчинке, то можно достичь надкритического состояния, когда угол наклона этой кучи песка будет превышать критический угол наклона.

В этом случае сигнал извне вызывает взрывоподобный эффект цепных реакций и соединяет вход нейронной сети буквально со всей информацией, хранящейся в мозге.

Благодаря тому, что сверхсознание не контролируется сознанием, возникают явления подражания в поэзии, заимствования в музыке, переформулировка результатов в научной деятельности. Сознание осуществляет окончательный отбор вновь созданной информации.

В. П. Эфроимсон в монографии «Гениальность и генетика» предложил некоторые механизмы поддержания мозга в надкритическом состоянии. Это, например, повышенное содержание в организме мочевой кислоты, структура которой аналогична структуре кофеина и теобромина — хорошо известным стимулятором умственной активности. Такое повышенное содержание мочевой кислоты примерно в полтора раза против нормы наблюдается у больных подагрой.

Мозг ребенка, несомненно, также находится в надкритическом состоянии, и этим объясняется повышенная творческая активность детей по сравнению со взрослыми.

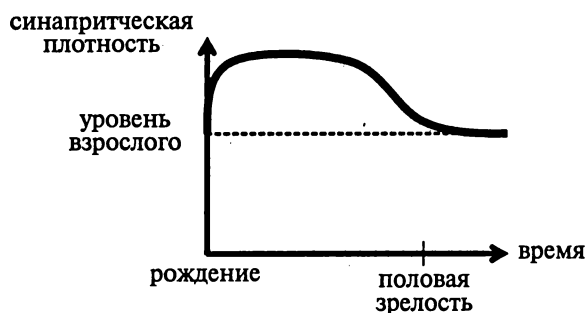


Рис. 7.1. Качественная зависимость изменения синаптической плотности у млекопитающих в течение жизни

Это подтверждается исследованиями по изучению изменения числа синапсов в единице объема мозга. Динамику изменения синаптической плотности у животных и человека в течение их жизни можно описать в виде перевернутой *U*-образной кривой, максимальные значения которой приходится на период от рождения до половой зрелости (рис. 7.1).

Подсознание — это набор программ поведения, заученных в процессе развития, успевших освоиться и автоматизироваться, ставших навыками. Исследования показывают, что при восприятии повторяющихся процессов вовлечено значительно меньше нейронов, чем при восприятии новизны, что указывает на то, что в физическом смысле подсознанию отвечает докритическое состояние мозга, когда отсутствуют дальние корреляции.

В самом деле, в этом случае для входящего извне сигнала доступ имеется только к локальной части мозга, подобно тому, как песчинка, падающая на кучу песка в докритическом состоянии, может вызвать лишь небольшую лавину в ограниченной области места падения. Именно поэтому информация, хранящаяся в мозге в этом докритическом состоянии (подсознании) не доступна для передачи другим. Такая форма психической деятельности сознанием также не контролируется, и благодаря этому мозг защищен от излишних нагрузок.

Как уже утверждалось ранее, при наличии связи между нейронными сетями, находящимися в критическом состоянии, благодаря явлению скейлинга появляется возможность передавать информацию из любой части таких нейронных сетей в любую другую их часть.

Чтобы реализовать эту возможность, необходим механизм связи между нейронными сетями. Таким механизмом является, прежде всего, естественный язык. Данные нейрофизиологии подтверждают неразрывную связь сознания и речевых структур головного мозга. Так, восстановление сознания у больных с тяжелыми формами поражения мозга совпадает по времени с восстановлением связей между моторно-речевыми зонами левого полушария.

Рассмотрим подробнее, как язык обеспечивает такую связь.

Механизм передачи информации с помощью слов аналогичен рассмотренному выше механизму условного рефлекса, где слово играет роль условного раздражителя (звонка, вспышки света и т. п.). С этим словом связывается определенный зрительный образ или определенный двигательный паттерн. Условный рефлекс у животных и человека создается на базе безусловных рефлексов, имеющих устойчивую врожденную нейрофизиологическую структуру. У человека, благодаря тому, что его нейронные структуры находятся вблизи критического состояния, появляется возможность создавать такие полимодальные структуры не только с безусловными рефлексам, но и с любыми хранящимися в его памяти зрительными образами и двигательными паттернами.

Если это зрительный образ или абстрактная категория (понятие), то соответствующее слово существительное.

Если это двигательный паттерн, то соответствующее слово — глагол.

Каждое распознавание слова слушающим есть восстановление сложного полимодального образа по его фрагменту, то есть представляет собой неравновесный фазовый переход, проходящий через критическую точку. Это и есть работа сознания.

Творческой деятельности человека присущи все качественные свойства неравновесных критических состояний. Рассмотрим некоторые из них.

Резкие скачкообразные переходы, свойственные параметру порядка в процессах самоорганизации, имеют место и в творческом процессе. Именно с таким скачком в творческом, продуктивном мышлении соотносят в психологии творчества озарение, скачок мысли, инсайт, в результате которого рождаются качественно новые идеи. Для шаблонного, репродуктивного мышления свойственно стремление свести задачу к уже известным случаям, воспользоваться уже готовыми способами.

Г. Хакен и Д. С. Чернавский показали, что процесс распознавания образов обладает многими свойствами мышления. Научное творчество в значительной мере можно рассматривать как соотнесение незнакомого объекта с одним из известных образов из набора образов, хранящихся в памяти. Например, в этой книге мы пытаемся соотнести качественные феномены высшей нервной деятельности (условный рефлекс, сознание и т. д.) к известному нам классу синергетических явлений: критическое состояние, фазовый переход, критическое замедление, скейлинг и т. д. Таким образом, научное мышление, да и многие другие виды мыслительной деятельности, можно описать как процесс распознавания образов.

Продуктом художественного творчества является принципиально неоднозначный, полимодальный образ. Художественное творчество можно описать как процесс формообразования.

Бифуркации, ведущие к дивергенции. С нелинейными свойствами моделей развития связан еще один вид поведения в критических точках — ветвление решений, когда в точке бифуркации нарушается единственность решения.

В биологии развития в таких случаях говорят о дивергентности, которая ведет к увеличению разнообразия видов. Это свойство является важным фактором адаптации живых организмов к изменяющимся условиям внешней среды.

В психологии мышления и творчества есть понятие дивергентности мышления, означающее свойство мышления расходиться в разных направлениях. Американский психолог Гилфорд считает это свойство наиболее важным в творческой деятельности. В самом деле, творчество означает создание качественно нового, а в результате ветвления решений дифференциальных уравнений как раз появляются качественно новые свойства в поведении соответствующих систем.

Отбор и конвергенция. После прохождения стадии дивергенции в развивающихся системах наступает процесс отбора, в ходе которого уменьшается разнообразие ранее возникших форм, растет упорядоченность в системах, уменьшается стохастичность. В настоящее время построено достаточно много математических моделей, описывающих конвергенцию в живой природе.

В научном творчестве тоже рано или поздно наступает этап, когда необходимо вписать предложенные модели и идеи в существующую систему знаний, отобрать окончательный, наиболее

правильный вариант. Предложены даже математические модели конкуренции различных теорий в науке, похожие на модели конкуренции видов в биологических системах.

Конвергенция имеет место и в художественном творчестве. В процессе работы над художественным произведением автор пробует различные варианты и в конце концов оставляет один, с его точки зрения наиболее удачный.

§ 2. Любовные истории и их математическое моделирование

В 1988 году С. Строгац (Steven Strogatz) опубликовал небольшую статью, в которой попытался объяснить работу гармонического осциллятора на примере динамики любовных переживаний двух молодых людей — Ромео и Джульетты ²⁾.

Джульетта влюблена в Ромео, но у Ромео присутствуют некоторые черты мазохизма — он любит, когда его не любят, и не любит, когда его любят. Чем больше Джульетта любит его, тем больше он становится холоден по отношению к ней. Но когда Джульетта теряет к нему интерес, его чувства к Джульетте снова пробуждаются. Она, в свою очередь, начинает отвечать ему взаимностью, и ее любовь к нему начинает расти, когда он любит ее; и ее чувства к нему остывают, когда он холоден к ней.

Соответствующую модель можно представить следующим образом

$$\frac{dR}{dt} = -aJ, \quad \frac{dJ}{dt} = bR,$$

где $R(t)$ — любовь Ромео / холодность к Джульетте в момент времени t , $J(t)$ — любовь Джульетты / холодность к Ромео в момент времени t .

Положительным значениям R и J соответствует любовь, отрицательным — холодность и ненависть. Параметры a и b положительны. Разумеется, эта модель очень условна и совершенно не претендует на описание любовной истории в пьесе Шекспира.

²⁾ Strogatz S. Love Affairs and Differential Equations // Mathematical Magazine. February 1988. Vol. 61. № 1. P. 35.

Сам автор придавал этой работе чисто педагогическое значение, чтобы показать студентам гуманитарных специальностей, как работает гармонический осциллятор.

Примерно десять лет спустя идея описания любовных историй на языке обыкновенных дифференциальных уравнений неожиданно получила развитие в работах Серджо Ринальди (Sergio Rinaldi) из Политехнического института в Милане, в которых он описал динамику любовных взаимоотношений между Петраркой и Лаурой.

Эти исследования Ринальди были стимулированы книгой Ф. Джонса (Frederic J. Jones), профессора итальянской литературы из Уэльского университета в Кардиффе, посвященной изучению книги Петрарки «*Canzoniere*» — одной из наиболее ранних и наиболее известных книг любовной лирики в Западной литературе.

В этой книге Петрарки датированы всего лишь несколько стихов. Проведя детальный лингвистический и стилистический анализ каждого стихотворения, Джонс ранжировал эмоции, выраженные в каждом из них в условной шкале от +1 (любовный экстаз) до -1 (глубокое отчаяние). Промежуточные значения этой шкалы соответствуют таким чувствам, как любовный пыл, энтузиазм, задор, спокойная, безмятежная любовь, просто дружба, меланхолия, мука.

На основании предположения о циклическом характере любовных переживаний Петрарки Джонс разместил все недатированные стихи в хронологическом порядке и показал, что лирический стиль Петрарки и его мировоззрение претерпели значительную эволюцию от символической средневековой практики до современного гуманистического, художественного образа мышления.

Метод анализа С. Ринальди хотя и независим от методов исследований Джонса, тем не менее подтверждает все предположения и обнаруженные Джонсоном закономерности. Фактически Ринальдо показал, что при разумных предположениях о поведении Петрарки и Лауры соответствующая модель имеет устойчивый предельный цикл, который и описывает периодические осцилляции любовных переживаний Петрарки с периодом около четырех лет в течение более чем двадцати лет.

Динамика любовных отношений между двумя партнерами в модели Ринальди определяется тремя факторами.

1. Механизмом ответного отклика (*return*), что просто означает, что мы любим, когда нас любят, и не любим, когда нас не любят.
2. Реакцией на привлекательность (*arreal*) партнера. В общем случае привлекательность определяется не только внешними данными человека, но и такими факторами, как его богатство и ум.
3. Механизмом естественного забывания и ослабления соответствующего чувства (*oblivion*).

Чтобы отразить эмоциональные переживания Лауры и Петрарки С. Ринальди предложил систему из трех обыкновенных дифференциальных уравнений. Лаура описывается одной переменной $L(t)$, представляющей ее любовь к поэту в момент времени t . Положительные высокие значения этой переменной означают дружественные, теплые чувства, в то время как отрицательным значениям соответствует холодность и антагонизм. Петрарка — более сложная личность, и чтобы передать его состояние нужно две переменные: любовь к Лауре $P(t)$ и поэтическое вдохновение $Z(t)$. Высоким положительным значениям P соответствует страстная любовь, в то время как отрицательные значения — это меланхолия, разочарование и т. д.

Предложенная Ринальди модель в принципе описывает эмоциональную динамику между любым поэтом и его возлюбленной. Очевидно, каждая пара имеет свой набор параметров. Для случая Петрарки и Лауры идентификация параметров особенно затруднительна, поскольку практически единственно доступная информация — это стихотворения поэта. Поэтому численные значения для параметров в предлагаемой ниже модели не претендуют на «объективность» и «корректность», поскольку основаны на впечатлениях автора этой модели, полученных от чтения стихов Петрарки.

Полученная система из трех обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений была численно проинтегрирована на временном интервале в 21 год, начиная с 6 апреля 1327 года — дня первой встречи Петрарки и Лауры, до 6 апреля 1348 года — дня смерти Лауры. В качестве начальных условий были выбраны значения $L(0) = 0$, $P(0) = 0$, $Z(0) = 0$.

Первые два значения очевидны, третье также правдоподобно, поскольку до 1327 года Петрарка не написал ни одного значительного стихотворения.

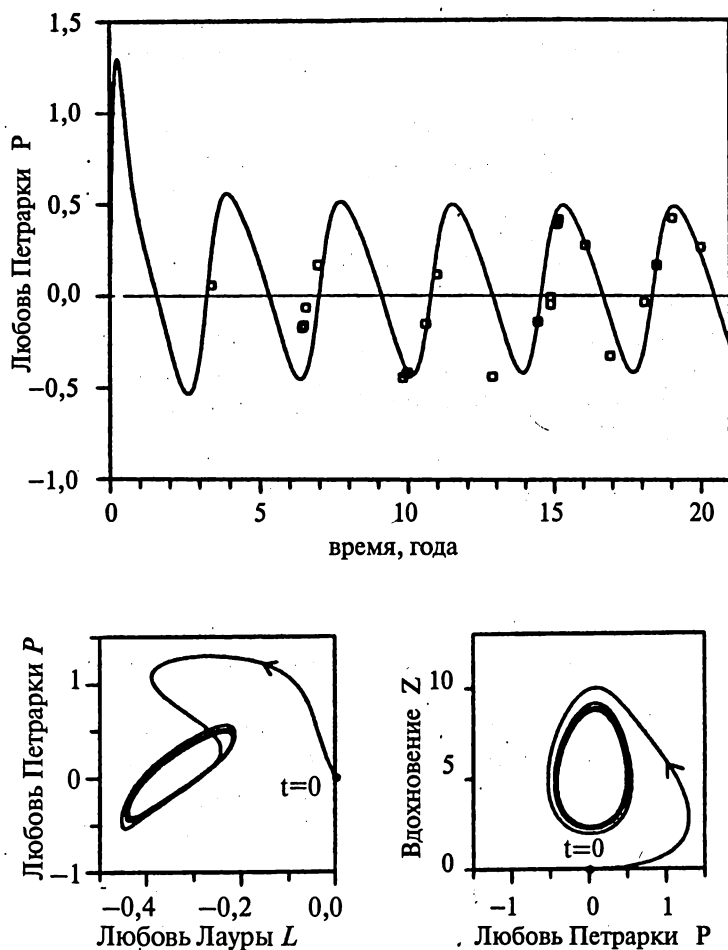


Рис. 7.2. а) Эволюция во времени переменной P . Точкам соответствуют оценки, данные Джонсом для 29 датированных стихотворений. б) Эволюционная кривая для переменных P и L . в) Эволюционная кривая для переменных Z и P

После первого высокого пика любовь Петрарки описывается регулярной периодической кривой с альтернативными положительными и отрицательными максимумами. $L(t)$ и $Z(t)$ также периодичны. В начале вдохновение Петрарки растет значительно медленнее, чем его любовь, и затем остается в области

положительных значений в течение всего периода интегрирования. Это, возможно, объясняет, почему Петрарка написал свою первую поэму спустя три года после встречи с Лаурой и затем продолжал писать лирику практически без перерывов.

В противоположность к этому, любовь Лауры постоянно находится в области отрицательных значений.

Автором модели была показана ее структурная устойчивость при вариации входящих в модель параметров.

Рассмотренный пример любовной истории между поэтом и его возлюбленной описывает хорошо предсказуемую динамику любовных отношений с режимом устойчивого предельного цикла.

Другой интересный пример развития этих идей — любовная история, описанная в автобиографической новелле Анри-Пьера Роше «Жюль и Джим», по которой известный французский режиссер Франсуа Трюффо снял в 1961 году одноименный фильм.

В новелле и фильме описываются отношения в любовном треугольнике, и в такой динамической системе появляется феномен непредсказуемости, известный как детерминированный хаос.

В этой любовной истории два друга Жюль и Джим любят одну девушку Катрин, которая сначала выходит замуж за Жюля, затем за Джима, потом снова возвращается к Жюлю. Именно в этих переходах появляется элемент непредсказуемости. Для чувств между молодыми людьми характерны свои взлеты и падения, и соответствующие колебания длятся на протяжении двадцати лет. Ринальди также описывает эту необычную любовную историю на языке обыкновенных дифференциальных уравнений и показывает, что в системе возникает режим динамического хаоса.

§ 3. Информация и творческий процесс

...Искусство расширяет пространство непредсказуемого — пространство информации...

Ю. М. Лотман

Анализ роли информации в творческом процессе имеет два взаимосвязанных аспекта: проблема возникновения и проблема использования информации в творческой деятельности. Но прежде чем обсуждать эти проблемы, целесообразно остановиться на роли информации в биологическом развитии.

Для биологии этот вопрос является одним из центральных. Он важен для понимания двух основных процессов в биологии; онтогенеза — индивидуального развития организма из оплодотворенной яйцеклетки во взрослую особь, и филогенеза — эволюционного развития организмов от низших форм к высшим.

В целом онтогенез так похож на филогенез, что одно время утверждалось, что онтогенез есть краткое, сжатое повторение филогенеза (принцип Гёккеля). Но между этими процессами есть и существенные различия, и главное из этих различий заключается как раз в вопросе возникновения информации.

Возникновение и накопление информации требует выполнения по крайней мере двух условий.

1. Условие выбора. Чтобы был возможен выбор, необходимо наличие множества устойчивых стационарных состояний, в которые может переходить развивающаяся система.

2. Условие памяти. Возникающая в результате случайного выбора информация должна запоминаться.

Качественная теория динамических систем позволяет четко сформулировать различие между понятием отбора и выбора. Если есть несколько стационарных состояний, то мы имеем дело с выбором. Если устойчивое состояние только одно, можно говорить лишь об отборе. Информация возникает только в результате запоминания случайного выбора. При отборе происходит лишь реализация априорно заложенной информации, а новой информации не возникает. Следовательно, информация может возникать только в нелинейных системах, где есть точки бифуркации и ветвление решений, в которых и происходит случайный выбор.

В процессе индивидуального развития, то есть при онтогенезе, случайные события никакой существенной роли не играют. В самом деле, если бы это было не так, было бы крайне маловероятно, что взрослые однояйцевые близнецы окажутся похожими. Но поскольку абсолютно одинаковые близнецы встречаются, это означает, что онтогенез есть полностью динамический процесс и, следовательно, новой информации в ходе него не возникает, а лишь реализуется имеющаяся генетическая информация.

Напротив, в ходе филогенеза постоянно встречаются ситуации, когда результат заранее не предопределен, и путь, по которому пойдет эволюция, зависит от случайного выбора. Этот случайный выбор запоминается в генетической программе и затем реализуется в онтогенезе.

Обратимся теперь к проблеме использования информации в творческом процессе. Сущность этой проблемы может быть понятна на основе термодинамического подхода. Как известно, в термодинамике энтропия выражает степень неопределенности, степень отсутствия информации о состоянии микроскопической системы. Информация же, наоборот, характеризует степень нашего знания о системе. Приток информации в систему ведет к уменьшению ее неопределенности, то есть уменьшает ее энтропию, увеличивает упорядоченность.

В развивающихся системах живой природы (как в биологических, так и социальных) приток информации сокращает число вариантов выбора, сокращает поиск в процессе достижения необходимого стабилизированного состояния в данной среде. Так, в биологических системах приток информации происходит в процессе полового скрещивания, и это существенно ускоряет темп биологической эволюции по сравнению с эволюцией в неживой природе, сокращает время приспособления организмов к изменяющимся условиям внешней среды. Отметим, что для сокращения выбора годится не любая, а строго определенная (ценная) информация. Для фильтрации необходимой информации в природе созданы специальные механизмы. Так, в скрещивании могут участвовать партнеры определенного вида, иначе рецепция информации становится невозможной. Проблема содержания (качества, смысла, ценности) информации в настоящее время одна из центральных в синергетике, и к ней мы вернемся чуть позже.

Наиболее эффективен отбор и использование информации в социальной системе, где используется информация не только по вертикали (от родителей к детям, как в биологических системах), но и главным образом по горизонтали — как передача опыта, знаний, умений и т. д. Как мы убедились, в этом и заключается феномен сознания. За счет информации резко сокращается время выбора оптимального варианта, и этим же можно объяснить существенно большую скорость социальной эволюции по сравнению с биологической эволюцией.

Обсудим теперь проблему возникновения информации в творческом процессе. В художественном творчестве доля случайного выбора, несомненно, очень велика. Конечный результат творческого процесса в искусстве в очень большой степени определяется личностью автора, его прошлым опытом, его окружением

и т. д. Поэтому, чтобы в полной мере понять творчество писателя, композитора, художника, нужно знать его биографию, знать эпоху, в которой он творил. Вот почему нам интересны любые новые факты, связанные с жизнью Пушкина, с людьми, его окружавшими. Таким образом, в результате художественного творчества происходит возникновение новой информации, и в этом оно аналогично филогенезу.

В научном творчестве любой правильный конечный результат не зависит от каких-либо субъективных, индивидуальных или случайных факторов. Конечно, и в научном творчестве есть свобода в выборе проблем и методов исследования, сам ход творческого процесса в большой степени определяется личностью ученого, но результат всегда заранее предопределен, поскольку он отражает объективные природные процессы. Ученый выявляет содержащуюся в природе информацию, но новой информации не создает, и в этом смысле научное творчество аналогично онтогенезу. Однако уже в техническом творчестве, в деятельности конструкторов и всех разработчиков новой техники происходит создание новой информации, поскольку любая техническая конструкция неизбежно несет в себе, в явном или неявном виде, черты личности ее создателя.

В процессах выбора новое часто возникает как не существовавшее ранее сочетание старого и, чтобы сохранить это старое, как материал для создания нового, необходима память. В биологическом развитии структурами, в которых запоминается случайный выбор, являются молекулы ДНК.

В изучении процессов рецепции информации целесообразно ввести понятие сложности, уровня развития информации. Ясно, что сообщение о результатах теории относительности более сложно, находится на более высоком уровне развития, чем сообщение о поведении тел на наклонной плоскости. Научная теория — это некоторая логическая конструкция (сетевая структура), элементами которой являются понятия, связанные между собой. Чем сложнее теория, чем более развита взаимосвязь ее понятий, тем больше требуется количества информации для полного описания этой теории. А. Н. Колмогоров предложил длину такого сообщения принять за меру сложности системы.

Понятие ценности информации часто иллюстрируется таким примером: ценность учебника высшей математики равна нулю для первоклассника (он его не способен усвоить), имеет

максимальную ценность для студентов первых курсов и снова равна нулю для академика-математика (он для него тривиален).

Здесь следует помнить, что сравнивать ценности информации имеет смысл только для одной цели. Ясно, что ценность учебника высшей математики для студента театрального ВУЗа также равна нулю, хотя этот студент в принципе способен усвоить такую информацию. Для академика содержащаяся в учебнике информация может иметь ценность в его педагогической деятельности. Восприятие сложной информации возможно только при адекватном уровне развития тезауруса (базы знаний).

Произведение искусства также представляет собой некоторую конструкцию (сетевую структуру), в которой взаимосвязанными элементами являются слова, звуки, различные материалы и т. д. Информация, относящаяся к этой конструкции, имеет некоторый уровень сложности, но эта сложность уступает, как правило, сложности научной информации. Художественная информации намного доступнее, чем научная информация, поскольку художественная информация адресована к психическим структурам, возникшим в эволюции значительно раньше тех структур, которые осуществляют логическую деятельность.

Тем не менее, есть основания полагать, что обработка информации на начальной фазе научного творчества имеет образный характер. Вот что пишет А. Эйнштейн о своем творческом процессе «Слова и язык, по-видимому, не играют никакой роли в моем механизме мышления. Физические сущности, которые в действительности, видимо, служат элементами мышления, — это определенные знаки или менее ясные образы, которые могут „произвольно“ воспроизводиться и комбинироваться... такая комбинационная игра является, возможно, существенным признаком продуктивного мышления, когда еще нет никакой связи с логической конструкцией из слов или каких-то знаков, предназначенных для сообщения другим людям. В моем случае указанные элементы принадлежат к зрительному и отчасти даже мускульному типу, Обычные слова приходится с трудом подбирать лишь на второй стадии, когда упомянутая игра уже достаточно упрочена и может воспроизводиться по желанию».

Конечно, такого рода самонаблюдения даже выдающихся деятелей науки и культуры не следует использовать в качестве решающих аргументов в пользу той или иной модели творчества, учитывая, что значительная его часть неосознаваема. Но представление об образной и вербально-логической фазах творче-

ства, физическая природа которых совершенно различна, несомненно, заслуживает внимания.

Вербальная интерпретация образного результата творческой деятельности часто неполна, неоднозначна, менее информативна. Если в науке всегда стремятся предельно точно и однозначно вербализовать модели реального мира, которые по своей природе есть сложные образы, то в искусстве далеко не всегда стремятся даже к самой вербализации художественных образов. Как правило, такие образы есть конечный результат художественного творчества. Даже в литературе писатель и поэт стремятся выразить свои неясные и смутные чувства посредством создания ярких, необычных художественных образов.

Г. Хакен попытался объединить информацию с теорией динамических систем. Информационное сообщение рассматривается в этом подходе как один из способов перевода динамической системы из одного аттрактора в другой аттрактор. Параметр порядка играет роль информатора о состоянии сложной системы, поскольку благодаря появлению этой макроскопической переменной происходит гигантская компрессия информации; отпадает необходимость описывать состояние каждого элемента самоорганизующейся сложной системы.

Справедливость утверждения Г. Хакена, что параметр порядка является наиболее информативным элементом сложной самоорганизующейся системы, наглядно можно проиллюстрировать на примере художественных произведений. Во многих таких произведениях параметрами порядка служат наиболее неправдоподобные, неожиданные события. Но именно такие события, согласно классическому определению информации, наиболее информативны, поскольку вероятность их осуществления близка к нулю. Не случайно названия и обозначения таких событий часто выносятся в заглавия художественных произведений.

Для синергетики искусства проблема оценки количества и качества информации в художественном произведении является принципиально важной, поскольку есть основания полагать, что количественные критерии относительной степени самоорганизации художественных произведений имеют информационную природу.

Первую попытку оценить количество информации, содержащейся в тексте (научном, художественном и деловом) предпринял основатель теории информации Клод Шеннон в 1945 году. Впоследствии были разработаны эффективные алгоритмы

Таблица 7.1

Текст	Плотность информации
Fortran 77	1,91
Пять статей из International Herald Tribune	2,35
«Годы» В. Вулф	
«Двигатели на природном топливе» из Los Alamos Science Magazine	1,58
«Пары» Дж. Апдайка	2,46
Три поэмы Р. Фроста	2,35
«Седьмая Салли» С. Лема	2,34

для компьютеров, позволяющие оценивать плотность информации любого, даже небольшого по объему текста. Ниже приводится таблица, в которой приведены результаты, полученные Грассбергером (P. Grassberger) (табл. 7.1).

Эти предварительные исследования показывают, что научный текст имеет наименьшую информационную плотность, а информационная плотность художественного текста (исследовались художественная проза и поэзия) оказалась выше как научных текстов, так и газетных сообщений.

П. Лочер (Paul Locher) предложил для измерения информационной насыщенности произведений живописи использовать Information Rate Scale (IRS), содержащий шестнадцать семантических шкал, таких, например, как «простой — сложный», «известный — новый», «симметричный — асимметричный» и т. д. Исследования показали, что результаты оценки рейтинга информационной насыщенности произведений живописи практически не зависят от квалификации экспертов и поэтому могут считаться объективными. Предварительные исследования показали, что абстрактная живопись имеет несколько более высокий рейтинг информационной насыщенности, чем реалистическая живопись. Этот результат, возможно, указывает на то, что появление абстрактной живописи с присущей ей необычностью

и непредсказуемостью и неоднозначной интерпретацией есть частное проявление общего принципа эволюции искусства, состоящего в том, что в процессе этой эволюции происходит рост информационной насыщенности (информационной плотности) художественных произведений.

Существует несколько приемов в искусстве, применение которых ведет к росту степени самоорганизации художественных произведений, к росту информационной плотности. Это введение в структуру произведений аттракционов и спецэффектов, введение комических ситуаций (юмор и остроумие), переходы от одномодальных к полимодальным, неоднозначным состояниям. Разработка проблемы оценки уровня самоорганизации художественных произведений, сложности, информационной плотности еще только начинается, и к настоящему времени отсутствуют универсальные методики оценки для любого художественного произведения.

§ 4. Развитие творческого потенциала личности и художественная культура

Выше было показано, что искусство, как и мозг, функционирует в неустойчивом, критическом состоянии, что дает нам основание сформулировать следующую гипотезу: *Назначение искусства заключается в том, чтобы поддерживать мозг человека в критическом и надкритическом состояниях, создавая, таким образом, условия к творческой деятельности.*

В настоящее время существуют достаточно убедительные экспериментальные доказательства влияния искусства на интеллектуально-познавательное и творческое развитие личности. В ряде школ Литвы в 1970 годы был проведен эксперимент: за счет сокращения уроков по некоторым предметам, в том числе и по математике, было увеличено число часов на преподавание изобразительного искусства. Очень скоро учащиеся экспериментальных классов стали обгонять своих сверстников как по уровню успеваемости, в частности и по математике, так и по общему уровню интеллектуального развития.

В исследованиях, проведенных в Москве, было показано, что школьники, увлекающиеся искусством, значительно успешнее многих остальных своих сверстников справляются с решением тех математических задач, которые требуют знаний и ло-

гики, но не сообразительности. Задачи же на сообразительность лучше решали те школьники с хорошо выраженными математическими способностями, кто постоянно приобщен к искусству. Аналогичные закономерности были зафиксированы и другими исследователями.

Эти факторы влияния искусства на интеллектуально-творческое развитие личности лежат в основе многих зарубежных теорий художественного воспитания. Именно через общение с искусством авторы этих теорий видят наиболее эффективный путь развития способностей к творчеству.

Само по себе установление факта воздействия искусства на формирование творческого потенциала личности не является неожиданным. Еще Л. С. Выготский рассматривал произведения искусства как своеобразные орудия труда, орудия управляющего воздействия на психику, с помощью которых человек может существенно эффективнее овладевать собственными психическими процессами и направлять их развитие в нужное русло. Взаимодействие с искусством позволяет человеку в определенной степени развить творческие способности и, возможно, этим можно объяснить резко возросшее приобщение людей к искусству в эпоху научно-технической революции, когда к уровню развития творческой активности и других качеств личности предъявляются особенно высокие требования.

Наиболее важной чертой творческой деятельности, несомненно, следует считать способность к оригинальному, нешаблонному, раскованному мышлению, к преодолению сложившихся стереотипов и канонов. Подлинно творческое мышление смело идет на разрушение сложившихся представлений, и оно часто парадоксально, поскольку не следует из логических умозаключений.

Может ли искусство способствовать формированию такого нешаблонного мышления? Ранее нами было показано, что необычное, невероятное, парадоксальное есть неотъемлемая часть многих художественных произведений. Можно предположить, что постоянные контакты с этим парадоксальным способствуют снижению психологического барьера для принятия нестандартного, подлинно творческого решения, способствует раскрепощению творческой фантазии. Видимо, искусство делает динамический стереотип более гибким и податливым, размытым и неоформленным. В самом деле, процессу его формирования, подчиняющегося объективным законам природы и типичным

закономерностям в обществе, будут препятствовать постоянные контакты с искусством, в котором многое как раз противоречит этим законам.

Используя понятия синергетики, этот процесс можно писать следующим образом, Динамический стереотип представляет собой диссипативную структуру, сформировавшуюся под действием информационных потоков, несущих устойчивые, типичные закономерности внешнего мира. Чем устойчивее и типичнее поступающая информация, тем глубже потенциальные ямы в энергетическом спектре системы.

Информация, несущая необычные события, размывает и измельчает потенциальные ямы, повышает вероятность ассоциативного перехода из одного состояния в другое. Иными словами, воздействие парадоксальной информации ведет к стохастизации диссипативных структур мозга и, таким образом, раскрепощает мыслительную деятельность.

Известные с глубокой древности психотехнические приемы активизации творческих процессов при воспитании детей были основаны как раз на использовании парадоксальных высказываний. Речь идет о песенках-небылицах в русском фольклоре, английских и шотландских песнях и стихах, парадоксальных пословицах и поговорках, апориях и софизмах, а также японских и китайских коанах — особых парадоксальных высказываниях типа: «Мы знаем, как звучит хлопок двух ладоней, но как звучит хлопок одной ладони?» и т. д. Активное использование психотренинговых упражнений с подобными парадоксальными высказываниями растормаживает психику ребенка, снижают психологический барьер. Заслуживает внимания идея создания компьютерных видеоигр, активно использующих такие парадоксальные построения, которые можно использовать в качестве специального тренажера творческой активности.

Некоторые из видов необычного в художественных произведениях служат для утверждения авторитета тех «внелогических элементов», значение которых для познавательной деятельности подчеркивает Е. Л. Фейнберг. Прodelанный им анализ многочисленных произведений убедительно показал широкое распространение в искусстве поступков и ситуаций, правильность которых невозможно обосновать логически. Их правота обосновывается чисто художественными средствами.

Многие научные открытия и технические изобретения возникают не из логических рассуждений, а благодаря внезапно-

му озарению, непосредственному, не обоснованному логически, усмотрению истины. Одни из таких интуитивных суждений впоследствии могут быть доказаны тем или иным способом, другие являются принципиально недоказуемыми. Главное то, что в познавательной деятельности, наряду с логическими рассуждениями, необходимо и умение отойти от логического рассмотрения и, по мнению Е. Л. Фейнберга, восприятие авторитета внелогического в искусстве способно стимулировать формирование интуитивной компоненты в познавательной деятельности. Об этом же пишет П. В. Симонов, утверждая, что воспринимая произведение искусства, человек тренирует свое сверхсознание.

Подлинное искусство воздействует на человека на уровне представлений, не закованных логикой, рациональностью, опытом. По существу происходит приобщение к миру алогическому, фантастическому. Это уровень раннего фольклорного, мифологического, пралогического мышления. Выходу на такой уровень мышления способствует приобщение к ранним формам сознания человека, когда господствовал тотемизм, утверждавший единство человека и животного, звериный эпос и его поздняя форма — басня. Искусство мультипликации (например, многие классические диснеевские фильмы) имеет дело главным образом именно с пралогической формой мышления.

Утвердившийся в настоящее время в искусстве взгляд на правомерность существования принципиально различных изобразительных средств, отсутствие универсальных канонов, всякий отход от которых рассматривался бы как отклонение от «идеала», принципиально целостный, синтетический характер искусства, в котором мир изображается во всем многообразии его проявлений — эти свойства искусства, видимо, могут формировать такие свойства творческого мышления, как способность развиваться во многих направлениях (дивергентность), а также умение видеть в проблеме возможно большее число сторон и связей (беглость мышления).

Некоторые исследователи психологии творчества связывают с творческим мышлением умение чувствовать стройность организации идей, способность ощущать красоту научных теорий. Это качество должно быть генетически связано с чувством гармонии и красоты, которое также во многом формируется искусством.

Искусство, несомненно, оказало большое влияние на развитие человеческой цивилизации, формируя качества личности,

необходимые для общественного развития, например, способность находить решения казалось бы невыполнимых задач. Такие задачи постоянно встречались раньше и встречаются сейчас в практической деятельности людей.

Когда-то перед человеком возникла необходимость охотиться на крупных животных, физически гораздо более сильных, чем сам человек. Эта задача была беспрецедентной для живой природы, и ее решение потребовало большой изобретательности, нешаблонного, подлинно творческого мышления. Наскальные изображения сцен охоты приучали человека к мысли о возможности успеха в такой борьбе, воспитывали в нем чувство уверенности в своих силах, решительность и смелость, формировали чувства радости, торжества и красоты от такой победы.

Но было бы неправильно утверждать, что социальное назначение искусства состоит исключительно в формировании творческого потенциала личности, способствовании общественному развитию. Искусство, как и наука, может быть использованы и для блага, и для зла. Искусство есть и у народов, где социальное развитие давно прекратилось, и оно в таких случаях выполняет диаметрально противоположную функцию — способствует сохранению имеющейся социальной структуры, данной общественной системы, как это имело место до недавнего времени во многих странах исламского Востока.

Синергетика эмоций

§ 1. Инстинктивное поведение и базовые эмоции

Любовь и голод правят миром.

Фридрих Шиллер

Инстинктивное поведение или безусловные рефлексy относятся к тем формам поведения, которые не требуют обучения, поскольку необходимые для их реализации нейронные сети формируются в процессах морфогенеза, то есть их структура predetermined генетически.

К. Лоренц выделил в животном мире четыре вида первичных, универсальных инстинктов: пищевое поведение, инстинкт самосохранения (страх), репродуктивное поведение и агрессия. Эти четыре базовых инстинкта взаимодействуют между собой и подчиняют себе другие формы поведения. Например, пищевому инстинкту подчиняется охотничье поведение хищников, исследовательское поведение мышей и т. д. Репродуктивному поведению подчиняются обряды ухаживания у животных, постройка гнезда у птиц и у некоторых рыб.

Каждый первичный инстинкт формируется на разных этапах отнoгенетического развития организма. Самым первым, несомненно, появляется пищевое поведение и связанное с ним удовольствие. Затем (а иногда практически одновременно с пищевым инстинктом) появляется страх как реакция на внешнюю угрозу (часто связанную именно с поиском пищи).

Репродуктивное поведение и связанное с ним сексуальное удовольствие в полной мере формируется в период полового созревания животного или человека, хотя и до полового созре-

вания существуют определенные различия в поведении особей разного пола.

К. Лоренц впервые установил связь репродуктивного поведения и внутривидовой агрессии, показав, что этот вид агрессии является важнейшим фактором биологической эволюции. Но агрессивное поведение может быть связано также с процессом добывания пищи: охота и преследование хищником своей жертвы, несомненно, помимо голода, имеет еще и значительную составляющую в виде агрессивного поведения. Как внутривидовая агрессия, связанная с репродуктивным поведением, так и межвидовая агрессия, связанная с добыванием пищи, полностью формируются уже после половой зрелости, когда животные начинают самостоятельно добывать пищу. Таким образом, агрессивное поведение может разрешиться в удовольствие от добытой пищи, в сексуальное удовольствие при победе над соперником за самку, либо в страх, когда победа за самку не увенчалась успехом.

Из всех четырех видов инстинктивного поведения наиболее неустойчивым является агрессивное поведение, которое разрешается либо в страх, либо в удовольствия от секса или пищи. Самым устойчивым, несомненно, является пищевое поведение — «любовь приходит и уходит, а кушать хочется всегда».

Страх и секс занимают метастабильные, промежуточные состояния. Страх при добывании пищи разрешается в удовольствие от добытой пищи. Сексуальное поведение также может разрешиться трапезой и соответствующим удовольствием.

Нет никакого сомнения, что повышенная двигательная активность при реализации всех четырех видов инстинктивного поведения, охватывающая практически весь организм, связана с надкритическим состоянием сенсорно-моторной системы. Например, мышечные сокращения придают хорошо известное выражение лицу очень голодного человека во время еды. Одновременно можно зарегистрировать более интенсивные мышечные сокращения в туловище и конечностях. Внезапный сильный испуг сопровождается вздрагиванием — быстрым сокращением мышц тела и конечностей. Репродуктивное поведение и агрессивное поведение также легко проиллюстрировать соответствующими примерами.

Сенсорная система в активной фазе всех четырех инстинктов также находится в надкритическом состоянии, и поэтому резко сужается диапазон воспринимаемых внешних стимулов

(«когда я ем, я глух и нем», «слепая ярость» и т. д.). Органы чувств во время реализации безусловных рефлексов реагируют только на новизну и необычное.

Взаимосвязь врожденных нейронных сетей, управляющих всеми четырьмя видами инстинктивного поведения, можно схематически изобразить следующим образом (рис. 8.1):

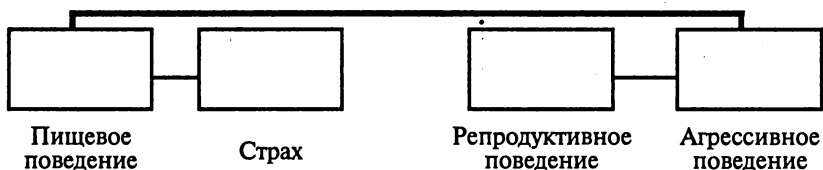


Рис. 8.1. Схематическое представление взаимной связи нейронных структур, управляющих инстинктивным поведением

Толщина линий на этой схеме отражает силу связи между соответствующими нейронными структурами.

Поскольку страх и репродуктивное поведение не могут существовать одновременно, такая структура распадается на две более устойчивые структуры (рис. 8.2):

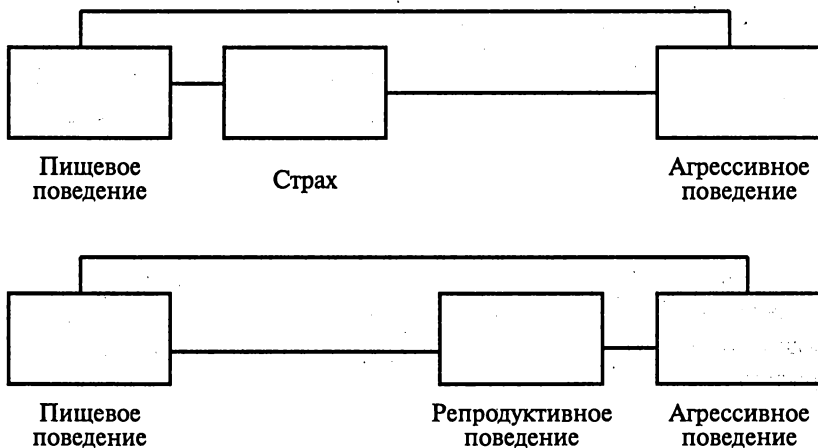


Рис. 8.2. Две устойчивые структуры инстинктивного поведения

Именно эти две устойчивые структуры инстинктивного поведения мы связываем со структурами минорного и мажорного лада соответственно.

Музыка и инстинктивное поведение

Предложенный механизм воздействия музыки может продвигать физиологическую активность, связанную с врожденными рефлексам. Такая связь музыки с инстинктивным поведением действительно имеет место.

Музыка и половой инстинкт. Пение птиц и звуки, издаваемые некоторыми животными (гиббонами, горбатыми китами) связаны главным образом именно с репродуктивным поведением. Недавно было обнаружено, что прослушивание классической музыки вызывает изменение уровня тестостерона в крови.

Музыка и пищевой инстинкт. Веселая, возбуждающая музыка усиливает деятельность пищеварения, и поэтому все пиры обычно сопровождают такой музыкой. Известно, что английский поэт Байрон страдал расстройством пищеварения, и ему удалось в значительной степени вылечить этот недуг благодаря тому, что во время приема пищи ему играл оркестр.

Наиболее убедительным доказательством воздействия музыки на области мозга, связанные с инстинктивным поведением, стали эксперименты, проведенные Робертом Заторро (Robert Zatorro) и Энн Блад (Anne Blood) в 2001 году. Испытуемыми были студенты-музыканты из университета Мак Гилл в Монреале (Канада). Эти студенты сами выбрали произведения классической музыки, которые их глубоко эмоционально затрагивали, и указали те места в выбранных произведениях, где эмоциональный отклик был наиболее интенсивным.

При прослушивании именно этого места музыкального произведения у соответствующего испытуемого производилась позитронно-эмиссионная томография (PET) мозга. Кроме того, с каждым испытуемым проводилось контрольное сканирование мозга, при котором давали прослушать шум, тишину и контрольное музыкальное произведение.

Эти эксперименты показали, что в эмоциональный отклик на музыкальное произведение вовлечены отделы мозга, связанные с приятными эмоциями и даже чувством эйфории в ответ на удовольствие от пищи, секса и на употребление кокаина, а также с эмоциональной реакцией страха. Это дорсальная область среднего мозга, вентральный стриатум, таламус, гиппокамп, миндалина и другие.

*Почему мажорный лад вызывает радость,
а минорный лад — грусть?*

Музыканты хорошо знают, что веселое настроение вызывает музыка в мажорной тональности, играемая в быстром темпе. Наоборот, скорбное настроение вызывает играемая медленно музыка в минорной тональности. Попробуем объяснить это.

Соответствие между устойчивыми ступенями мажорного лада и основными безусловными инстинктами можно схематически представить следующим образом (рис. 8.3):



Рис. 8.3. Схема воздействия устойчивых ступеней мажорного лада на безусловные рефлексы

Как уже упоминалось выше, неустойчивость доминанты связана с неустойчивостью агрессивного состояния, которое в данном случае разрешается либо в удовольствие, связанное с сексом, либо с удовольствием, связанное с пищей.

Для минорного лада соответствующая схема выглядит следующим образом (рис. 8.4):

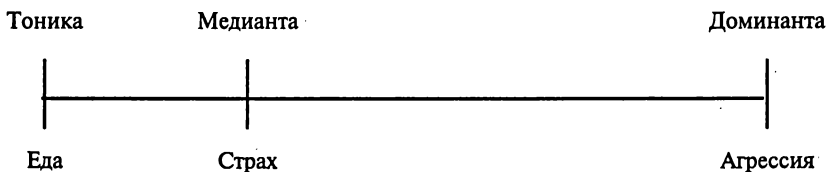


Рис. 8.4. Схема воздействия устойчивых ступеней минорного лада на безусловные рефлексы

В данном случае неустойчивость агрессивного состояния разрешается либо в страх, либо в удовольствие от пищи.

Таким образом, основное различие в резонансном воздействии устойчивых ступеней мажорного лада и минорного лада

сводится к воздействию медианты. Если в мажорном ладе воздействие медианты вызывает положительные эмоции, то в минорном ладе медианта вызывает негативные (связанные со страхом) эмоциональные переживания.

Необходимость более быстрого темпа в мажорной музыке объясняется тем, что эмоции, связанные с репродуктивным поведением, более неустойчивы, чем страх, и для их поддержания необходим более высокий темп.

Безусловные рефлексy есть основная причина эмоциональных переживаний. Это базовые эмоции, аналогичные трем базовым цветам (красный, синий, зеленый), из которых, путем пропорционального перемешивания, можно получить любые другие цвета.

Музыка, благодаря метроритмической (временной) организации, также смешивает в определенных пропорциях базовые эмоции, вызываемые резонансным воздействием устойчивых ступеней лада, создавая в каждом музыкальном произведении свою собственную палитру эмоциональных переживаний.

§ 2. Внимание и художественное восприятие

Мы открываем любую книгу и видим в ней, прежде всего, желание остановить внимание. Вырезать из обыкновенного необычное.

В. Шкловский

Каждому из нас хорошо знакомо чувство, когда трудно оторваться от чтения захватывающего приключения или таинственной детективной истории. Другие виды и жанры искусства тоже нередко вызывают у нас интерес, держат нас в напряжении, привлекают наше внимание. Чтобы разобраться в причинах этого интереса, обратимся к психологии внимания.

Понятие внимания — одно из важнейших в психологии. Различают три вида внимания. Первое из них, произвольное внимание и есть то внимание, которое чаще всего задействовано в художественном восприятии. Это наиболее древний вид внимания, оно есть даже у многих животных. Фокусировка восприятия в этом случае происходит непреднамеренно, неосознанно, без заранее поставленной цели. Следующий вид восприятия — произвольное или активное внимание, является актом воли, оно

присуще только человеку и возникло в процессе трудовой деятельности. Фиксация произвольного внимания происходит преднамеренно и осознанно. Наконец, последний вид — послепроизвольное внимание, возникает в процессе целенаправленной деятельности и для его поддержания не требуются специальные волевые усилия.

Мы остановимся на природе непроизвольного внимания и его связи с художественным восприятием. Для психологии искусства это вопрос принципиальной важности. Особенно важен он для психологии детского искусства, поскольку у детей активное внимание еще очень неразвито, и потому здесь особенно важно в полной мере использовать все средства, чтобы вызвать у детей интерес к художественному произведению.

В психологической литературе указываются следующие факторы, вызывающие непроизвольное внимание: громкий звук, яркий блеск, яркие краски, сильные давления и другие интенсивные возбудители. Такие интенсивные, количественные факторы всегда широко использовались в искусстве: вспомним хотя бы Семь Чудес Света, которые притягивали к себе путешественников из-за своих грандиозных размеров. И в настоящее время крупномасштабные сооружения воздвигаются, например, в мемориальных комплексах. В современной эстраде широко используются усилители громкости звука, красочные костюмы, световые эффекты и т. д.

Для привлечения внимания в искусстве широко используется контраст, который всегда заключает в себе нечто неожиданное. В портретах Рембрандта это выхваченные из темноты лица и руки, в театральном искусстве — высвеченные лучом прожектора отдельные участки сцены. По принципу контраста часто оформлены украшения зданий, организовано музыкальное произведение.

Эти интенсивные факторы в определенном смысле можно считать необычными, поскольку они резко выделяются на среднем фоне звука и цвета. Но для подлинного искусства, видимо, все же более характерно использование качественных, не связанных с интенсивными воздействиями, способов привлечения непроизвольного внимания, и эти способы в психологической литературе выпали из сферы изучения.

Именно к таким способам и следует отнести создание необычных, невероятных, невозможных и неожиданных состояний и процессов, о которых говорилось ранее. В способности привлекать внимание заключается одна из основных причин широкого

распространения необычного в искусстве, и развитие искусства в большой степени есть поиск средств и возможностей для создания новых форм необычного.

Особенно большие возможности такого рода открылись с возникновением искусства кино, где нет практически никаких ограничений для демонстрации самых невероятных, самых фантастических явлений. Для трюковых съемок здесь создан большой арсенал технических приемов, который и сейчас продолжает развиваться и обогащаться. Простой технический прием: пропустить киноплёнку через проекционное устройство в обратном направлении, и мы видим, как на экране разбитое яйцо превращается в целое — процесс совершенно невероятный, запрещенный вторым началом термодинамики и потому ненаблюдаемый в повседневной жизни. Благодаря такому «всемогушеству» в создании необычного искусство кино стало наиболее массовым и популярным видом искусства.

«Охотники мы все до новизны» — писал А. С. Пушкин. Действительно, любые новости всегда вызывают у нас интерес, любопытство, непроизвольно привлекают наше внимание. Стремление к новому свойственно не только человеку. И. П. Павлов образно назвал реакцию на новизну в окружающей обстановке ориентировочным рефлексом «Что такое?». Опыты с выращиванием животных в информационно обедненной обстановке и в разнообразной, «обогащенной» среде, показали существенное различие в весе мозга, его химическом составе и строении. Установлено, что информационно «богатая» среда повышает содержание в мозгу веществ, аналогичных по своему строению и действию морфию, и, следовательно, привлекательность нового имеет физиологическую природу. Одна из задач искусства — создавать новые, необычные ситуации, в которых психика испытывает постоянную потребность. «В поисках редкостного и нового люди покидают родину, новизна обращает в удовольствие тяготы и даже опасности путешествия», — писал английский философ Хоум.

Согласно исследованиям А. Ухтомского и его школы, любому типу внимания соответствует формирование в центральной нервной системе сильной доминанты — наиболее деятельного нервного центра, подчиняющего себе всю остальную нервную деятельность и одновременно сильно ослабляющего ее. Этот принцип доминанты Ухтомского для нервной деятельности аналогичен принципу подчинения в процессах самоорганизации,

а сама доминанта выполняет функции параметра порядка. Исследования показывают, что нейрофизиологические механизмы доминанты и условного рефлекса практически совпадают на первоначальной стадии генерализации, и, следовательно, сам процесс концентрации внимания есть процесс упорядочения, структурообразования в нервной системе.

Из принципа доминанты Ухтомского следует важный вывод: если наше внимание целиком поглощено необычным в искусстве, у нас не остается возможности для размышления, анализа, и подлинные, правдивые истории оказываются в одинаковом положении с вымыслом. Вот почему искусство очень часто используется в неблагоприятных идеологических и политических целях, когда ложь подается в захватывающей внимание форме и воспринимается наравне с правдой.

Закономерности зрительного восприятия также стали предметом изучения синергетики. Процесс восприятия можно представить некоторой потенциальной функцией внимания. Каждый минимум этой функции соответствует наибольшей степени концентрации внимания на некотором элементе образа (знак, символ, геометрическая фигура и т. п.). Любой такой знак представляет собой источник сенсорных стимулов. Мозг в процессе восприятия некоторой картины управляет концентрацией внимания, а значит и степенью воздействия каждого элемента образа или, иначе говоря, глубиной минимумов функции внимания. Это управление, видимо, сводится к сравнению поступающей в мозг информации с хранящимися в памяти стереотипами (о стереотипе подробнее речь будет идти в следующем параграфе). Чем больше расхождение между знаком и стереотипом, тем больше устанавливается глубина соответствующей потенциальной ямы функции внимания. При глубине минимумов ниже некоторого порогового значения происходит корреляция всех входящих сенсорных стимулов, агрегация их в некоторое когерентное состояние. Этот процесс можно сравнить с образованием правильных диссипативных структур, например, при эффекте Бенара, когда при определенной величине нагрева слоя жидкости на ее поверхности образуется «паркет» из геометрически правильных шестиугольников.

В настоящее время разработано несколько подходов к моделированию внимания. По нашему мнению наиболее перспективным является подход на базе осцилляторных нейронных сетей, поскольку многие нейрофизиологические данные свиде-

тельствуют о том, что реализация функции внимания связана с синхронизацией электрической активности различных участков головного мозга.

Данные физиологии говорят, что сигнал, поданный много раз, вызывает торможение, действует усыпляюще. Предметы и явления, виденные много раз, уже не воспринимаются живо и с интересом. Искусство часто создает новое отношение к давно известным явлениям и вещам, и от этого они становятся интересными и привлекают к себе внимание. Этот процесс В. Б. Шкловский назвал «остранением» — от слова «странный». По его мнению, искусство часто делает привычное в некотором смысле необычным и странным. В рассказе Л. Толстого «Холстомер» жизнь общества преломляется через судьбу лошади, и это позволяет по-новому взглянуть на привычные законы человеческих взаимоотношений, увидеть нелепость многих их проявлений.

Художественная речь, поэтический язык, как в фонетическом и словарном составе, так и в характере расположения слов, в смысловых построениях, преследуют цель создать условия, чтобы восприятие задерживалось на, в общем-то, обычных, привычных явлениях и чтобы внимание достигало при этом наибольшей силы и длительности.

В. Б. Шкловский указывает на еще один распространенный в искусстве прием привлечения непроизвольного внимания: своеобразную безначальность, непонятность в начале произведения.

«Евгений Онегин» у А. С. Пушкина начинается так:

Мой дядя самых честных правил,
Когда не в шутку занемог,
Он уважать себя заставил
И лучше выдумать не мог.

Сразу неясно, кто это говорит, почему он это говорит — объяснение приходит значительно позже. Но такое начало заинтриговывает читателя, заставляет пристально вглядываться в лицо незнакомца.

§ 3. «Умные» эмоции

Исследования по психологии непроизвольного внимания показывают, что такое внимание всегда сопровождается определенными эмоциональными переживаниями: удивления, изумления, страха и т. п., определяемыми содержанием ситуации, вы-

завшей непроизвольное внимание. Природу эмоционального поведения можно понять исходя из эволюционных представлений. Впервые эволюционный подход к изучению эмоций был предпринят Чарльзом Дарвиным. В своей работе «Возникновение эмоций у человека и животных», обсуждая сущность эмоций, он проводит следующую аналогию. У наших предков-животных был хвост — на это указывает форма некоторых костей человека вблизи позвоночника. Сейчас у человека хвоста нет, и эти кости не функционируют. Точно также, считает Дарвин, обстоит дело с эмоциями. По его мнению, эмоции — это следы древних успешных поведенческих реакций, в которых теперь уже нет необходимости.

Современные исследования показывают, что связь эмоций с эволюцией несколько иная. Эмоции возникают только тогда, когда имеют место какие-то непредсказуемые события и ситуации, к которым мы не подготовлены или подготовлены не в полной мере. В полностью предсказуемом мире нет места эмоциям.

Вследствие того, что для некоторых высших животных и человека многие важные события оказываются непредсказуемыми, для них необходимо иметь механизм перестройки своего стереотипного поведения, настроенного на типичные, обычные окружающие события. Аналогичная ситуация встречается в ходе биологической эволюции, когда некоторой популяции организмов необходимо адаптироваться к новым неожиданным внешним условиям. Эволюция таких сложных систем проходит на границе хаоса и порядка, и функционирование именно в таком неустойчивом, критическом состоянии позволяет системе адаптироваться наиболее оптимальным образом к новым условиям.

Для сложной системы поведения животных и человека таким механизмом, обеспечивающим его адаптацию к непредсказуемым событиям, как раз является механизм эмоций. Именно эмоции, по-видимому, выводят систему поведения в критическую область на границу хаоса и порядка. Таким образом, именно эмоции помогают нам жить в нашем непредсказуемом мире.

Для объяснения возникновения эмоций И. П. Павлов использовал понятие динамического стереотипа. Сущность этого понятия такова. Под влиянием внешних повторяющихся воздействий в коре больших полушарий головного мозга формируется относительно устойчивая система нервных процессов, как реакция на эти воздействия. В течение жизни происходит постоянное формирование представлений о типичных закономерностях

окружающего мира. Из опыта мы узнаем особенности проявления силы тяжести (знаем, например, что выпущенные из рук предметы падают к земле), получаем представление о необратимости многих процессов и т. д. Вот такие общие, часто неосознанные представления о свойствах нашего мира и составляют значительную часть нашего стереотипа. Важно подчеркнуть, что он формируется в соответствии с объективными законами природы, хотя далеко не каждый из нас знает и может четко сформулировать эти законы.

По Павлову причиной эмоций является несовпадение, рассогласование наблюдаемых человеком действительных ситуаций со сформировавшимся у него стереотипом.

В таком случае все нетипичное, необычное должно вызывать эмоциональную реакцию. У ряда исследователей, изучавших природу эмоций, можно встретить в этой или иной модификации идею рассогласования между внутренним стереотипом и действительной ситуацией. В «биологической теории эмоций» П. К. Анохина нервный механизм эмоций активируется в том случае, когда обнаруживается несовпадение акцептора действия (афферентной модели ожидаемых результатов) с сигналами о реальном достигнутом эффекте. Известная «информационно-потребностная теория эмоций» П. В. Симонова также в значительной степени базируется на павловской идее рассогласования. Близкие представления были развиты Хеббом в модели активации врожденного механизма страха. Согласно этим исследованиям, страх возникает в том случае, если ситуация оказывается «странный» — частично знакомой, частично нет и не вполне понятной. Тот же подход к объяснению природы эмоций можно встретить у Прибрама, Хоуджа и других.

Эмоции являются важным фактором приспособления биологических организмов к изменяющимся внешним условиям. С точки зрения сегодняшних концепций синергетики и теории управления, когда управление по рассогласованию от заданного программного значения получило очень большое распространение в технических и экономических системах, представления И. П. Павлова о природе эмоций кажутся совершенно естественными и справедливыми.

Важно иметь в виду, что эмоциональная реакция является реакцией интегрального типа, то есть захватывает не только головной мозг, но и весь организм в целом. Это достигается

главным образом благодаря вовлечению в эмоциональную деятельность вегетативной нервной системы, ее симпатического и парасимпатического отделов. Поэтому полная синергетическая модель эмоциональной реакции, помимо моделей процесса восприятия и лимбической систем, должна включать и модель вегетативной нервной системы. Возможно, эмоции реализуются в надкритическом состоянии нервной системы.

Если исходить из представлений о природе эмоций как о рассогласовании со стереотипом, то причина эмоционального воздействия искусства становится совершенно понятной. Ясно, что все невероятное, невозможное, неожиданное, новое, что содержится в художественных произведениях, коренным образом не согласуется со сложившимся стереотипом и потому должно вызывать эмоциональные реакции.

Для иллюстрации обратимся к цирковому искусству и приведем высказывание С. М. Эйзенштейна о значении эмоциональной компоненты при его восприятии. «Цирковое искусство есть именно тот случай, где мы имеем дело с разновидностью искусства, в которой сохранилась в чистом виде только чувственная компонента... во всех иных случаях являющаяся лишь формой воплощения неких сюжетно-идейных содержаний. Поэтому цирк неизбежно работает как своеобразная чувственно-тонизирующая ванна. И потому-то цирк особенно популярен у детей и так называемого простонародья, не ищущего в этом виде зрелища особенных ответов на особые интеллектуальные запросы... Цирковое зрелище самосодержательно, то есть чувственный арсенал зрелищ здесь самоисчерпывающ».

Работы в области искусственного интеллекта позволили представить некоторые формы стереотипа буквально в наглядном виде. Имеются в виду, прежде всего, компьютерные программы Сьюзен Бреннан, рисующие карикатуру на фотографию лица, введенного в закодированной цифровой форме в память ЭВМ. Чтобы компьютер по программе смог нарисовать карикатуру, необходимо предварительно поместить в память машины координаты усредненного «среднестатистического» лица. Такое лицо компьютер строит сам по нескольким десяткам портретов реальных лиц. Приблизительно так же формируется стереотип на лица у человека. На рис. 8.5 показано такое «среднестатистическое» лицо — по сути дела тот стереотип на лица, который хранит в памяти каждый из нас.

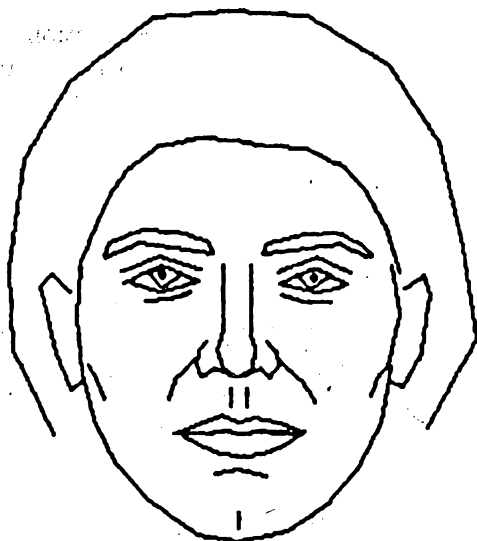


Рис. 8.5. Среднестатистическое лицо

В дальнейшем рисование карикатуры выполняется машиной по следующему алгоритму: машина сравнивает отклонения параметров реального лица, введенного по фотографии, от параметров «среднестатистического» лица и затем по специальной программе «Преувеличение» прибавляет к параметрам «среднестатистического» лица увеличенное значение измеренного отклонения. Фактор «преувеличения» вводится программистом перед началом выполнения программы рисования карикатуры.

Введение фактора преувеличения является принципиальным моментом. Оно отражает природу эмоциональной реакции и природу искусства вообще. Искусство карикатуры принимает во внимание отклонения от нормы и еще сильнее увеличивает это отклонение. Этим и объясняется эмоциональная реакция на карикатуру.

В рамках модели распределенной памяти можно описать формирование зрительного стереотипа (или, как его еще называют в психологической литературе, «прототипа»). Физически его возникновение можно представить как слияние большого числа локальных минимумов, отвечающих большому числу конкретных реализаций данного зрительного образа (человеческого лица, дерева, самолета и т. д.).

Вот начало «Баллады поэтического состязания в Блуа» Франсуа Вийона:

От жажды умираю над ручьем.
Смеюсь сквозь слезы и тружусь играя.
Куда бы ни пошел, везде мой дом,
Чужбина мне — страна моя родная.
Я знаю все, я ничего не зная.
Мне из людей всего понятней тот,
Кто лебедицу вороном зовет.
Я сомневаюсь в явном, верю чуду.
Нагой как червь, пышнее всех господ.
Я всеми принят, изгнан ото всюду¹⁾.

Все стихотворение построено на смысловом противопоставлении в каждой строке, по форме напоминающем популярную в городской поэзии того времени «кок-а-лян» («бессвязная речь», «чепуха»). Видимо, в этой форме заключается причина пронзительного эмоционального воздействия этого стихотворения на читателя.

До сих пор подразумевалось, что мы имеем дело с индивидуальными проявлениями эмоциональных реакций. Если рассматривать эмоциональные реакции на художественные произведения в коллективном (массовом) аспекте, то сразу бросаются в глаза кооперативные, самоорганизующиеся явления. В самом деле, в группе людей в момент сильного эмоционального переживания (например, экстатического состояния) происходит замыкание индивидуальностей, все начинают переживать одинаково и синхронно. Происходит как бы переход от совокупности индивидов к некой одной гиперличности. Нетрудно усмотреть в таком переходе глубокую аналогию с фазовыми переходами, например, с переходом активной среды лазера в режим генерации когерентного излучения, когда атомы перестают излучать свет независимо друг от друга, а устанавливается единый, согласованный режим излучения.

Помимо резких скачкообразных переходов, эмоциональной реакции свойственен и колебательный тип поведения. Чаще всего такие колебания возникают в ситуациях, где происходит взаимодействие двух противоположных факторов (интересов, страстей и т. д.). «Любовь и ревность, объединенные одним общим

¹⁾ Перевод И. Эренбурга.

объектом, господствуют попеременно; когда объект рисуется прекрасным, верх берет любовь, когда он представляется, быть может, неверным, побеждает ревность». Другой часто встречающийся случай эмоциональных колебаний — негодование к человеку, незаслуженно обидевшему другого человека и сострадание к последнему. Эти две эмоции порождены близкими причинами, но направлены на разных людей, и потому они господствуют поочередно.

Переходя к естественнонаучному анализу природы основных эстетических категорий, сделаем следующие предварительные замечания. За понятиями прекрасного, возвышенного, трагического и комического стоят определенные эмоционально-чувственные реакции. После того как мы рассмотрели значение необычного в генезисе эмоциональной реакции, попытаемся провести конкретное соответствие между содержанием необычных явлений и эмоционально-чувственными переживаниями, соответствующими определенным эстетическим категориям.

Более точно проблема ставится так: существует набор явлений самой разной природы, для которого есть полное единодушие, что явления этого набора вызывают данный тип эстетических переживаний, например, красоты. Задача состоит в том, чтобы найти в этом наборе то общее и универсальное, что и вызывает этот тип переживания.

Видимо, это общее и универсальное целесообразно искать не среди понятий и категорий эстетики, а среди понятий естествознания — ведь именно им присуща универсальность и общность, справедливость на разных уровнях организации материи.

В этом анализе природы эстетических категорий мы в некоторых случаях не будем ограничиваться областью художественной культуры, а попытаемся понять происхождение этих чувств и в других областях деятельности. Подчеркнем еще раз: наша цель не исчерпывающий анализ эстетических категорий, а изучение синергетических закономерностей в их природе, и для такого подхода в изучении эмоционально-эстетических переживаний есть определенные основания. Даже в «индивидуальном исполнении» эмоциональная реакция представляет собой упорядоченное макроскопическое поведение нервной системы как сложной нелинейной среды. В самом деле, хотя нервная система состоит из миллионов взаимодействующих между собой невидимых глазу нейронов, проявления эмоциональных реакций

в виде душевных волнений, смеха, плача и т. д. воспринимаются зрительно и на слух, могут быть зарегистрированы приборами по изменению таких макроскопических физиологических показателей, как давление крови, проводимость кожи и т. д.

Это указывает на то, что эмоции представляют собой кооперативные, макроскопические, упорядоченные формы поведения нейронных сетей вблизи критических режимов. Как известно, число универсальных форм такого макроскопического поведения сравнительно невелико (фазовые переходы, колебания и т. д.), и некоторые эмоциональные реакции в искусстве сразу можно соотнести с такими формами поведения. Например, смех в комических ситуациях, плач в трагических — с повторяющимся, колебательным поведением; внезапно охватывающее нас чувство красоты — с критическими состояниями при фазовых переходах. Но это всего лишь внешнее описание таких реакций. Гораздо важнее понять причины, их вызвавшие, и построить соответствующие синергетические модели.

§ 4. Прекрасное

Красота присутствует как важный элемент не только в искусстве, но и во многих других видах деятельности людей: производственной, научной, спортивной и т. д. Красоту мы находим и в окружающей нас природе: мы можем восхищаться радугой, морским пейзажем, многими представителями животного и растительного мира. Не удивительно, что люди с давних времен пытались понять природу прекрасного, сформулировать законы красоты. Проблема красоты — одна из центральных в эстетике, где многое сделано для понимания ее природы, хотя единой общепризнанной теории здесь не создано.

При анализе сущности красоты целесообразно разделить соответствующие явления на природные, объективные, существующие независимо от человека, и явления, управляемые человеком, связанные с результатом его деятельности.

1. Красота в искусстве

Балетное искусство всегда было эталоном красоты движений. Его изображают в произведениях пластического искусства, воспевают в стихах и в прозе. Современный балет представляет

собой синтез актерского искусства и танца — искусства хореографии. Сейчас речь будет идти только о второй компоненте балетного искусства, а о сущности актерского мастерства мы поговорим чуть позже. Исследователи, изучающие балет с точки зрения законов механики, отмечают, что очарование балета отчасти заключается в том, что порой возникает иллюзия, будто физические законы перестали действовать. Так, при исполнении большого, эффектного прыжка *grand jete* возникает впечатление, что действующая на танцовщицу сила тяжести ослабевает, и она на некоторое время как бы зависает в высшей части траектории прыжка. Эта иллюзия объясняется главным образом перемещением вверх центра тяжести балерины при движении ее рук и ног во время прыжка. Таким образом, мы наблюдаем некую разновидность явления критического замедления — явно неустойчивое состояние длится гораздо дольше ожидаемого.

Естественнонаучный анализ природы красоты позволяет выявить одно очень важное свойство этой эстетической категории, которое не смогла обнаружить традиционная эстетика. Речь идет о следующем. Наблюдая переход объекта нашего эстетического восприятия в более неустойчивое состояние, мы испытываем усиление чувства красоты. Так, умелое исполнение спортсменкой сложных элементов фигурного катания делает ее более привлекательной. Заметим, что природа красоты в фигурном катании, гимнастике, акробатике во многом сходна с балетом.

Это свойство красоты использовал П. Пикассо в своей картине «Девочка на шаре». Находясь на шаре, девочка балансирует руками, чтобы сохранить неустойчивое состояние и, благодаря этому, выглядит очень грациозной.

Мы уже рассматривали значение неустойчивости в развитии сюжетов литературных произведений. В связи с этим уместно вспомнить, что некоторые литературоведы сравнивали развитие сюжета подлинно художественного произведения с летательным аппаратом тяжелее воздуха. Не с воздушным шаром, наполненным легким газом, а с самолетом, построенным из материалов, которые тянут его к земле, и, казалось бы, не дают ему возможности для полета. Но самолет в воздухе — это типичный пример стабилизированного, но неустойчивого по своей природе процесса, и потому этот полет в определенном смысле необычен. Недаром на заре развития авиации каждый полет аэроплана вызывал восторг и восхищение. Со временем такие полеты стали обычным делом, и чувство красоты при их восприятии —

уже не такое острое и волнующее, как раньше. Но и сейчас, бывая на аэродромах, мы невольно любимся, наблюдая, как поднимаются в воздух гигантские современные машины. Если развитие сюжета литературного произведения подобно полету самолета, то есть происходит вопреки привычным закономерностям, разрушает типичные жизненные представления, чтение такого произведения, помимо обычной эмоциональной реакции на содержание, способно вызвать чувство красоты, восхищения мастерством автора.

Попробуем понять происхождение чувства красоты применительно к актерскому искусству. Ранее мы уже соотнесли актерское искусство с одним из проявлений критического состояния — явлением неоднозначности. Л. С. Выготский указывал, что искусство есть всегда преодоление природных свойств материала. В актерском искусстве таким материалом является собственная психическая и физическая организация актера: его характер, темперамент, возраст, прошлый опыт и т. д. Задача актера — преодолеть эти изначально заданные качества, создать образцы не совпадающие, а порой противоположные его собственной природе. Актриса А. Орочко писала о причинах своих трудностей «Я играю злодеек, а в жизни я мягкий человек». Хороший актер даже невысоких интеллектуальных качеств может прекрасно сыграть выдающегося ученого. Актер должен уметь управлять такими чуждыми ему психическими состояниями, которые по этой причине нестабильны. Восприятие такого совершенного искусства перевоплощения, когда мы воспринимаем неоднозначное, критическое состояние «актер — роль», и рождает чувство красоты, независимо от создаваемого актером образа.

Мы уже упоминали, что ситуации, когда в противоборство вступают очень разные по своему могуществу стороны, неустойчивы по Нэшу. Как правило, сильная сторона очень быстро побеждает слабую. Однако существующее в шахматах и военном искусстве понятие «красивая победа» относится как раз к противоположному исходу такой борьбы. В военном искусстве красивая победа — это победа над более сильным, лучше вооруженным, более многочисленным противником, то есть победа не числом, а умением. В шахматном искусстве очень эффектны и красивы победы с жертвой фигуры, то есть опять-таки победы с меньшими силами, достигнутые благодаря глубокому предвидению будущего хода событий.

Красивая победа в шахматных партиях никогда не связана с оплошностью противника или с банальной комбинацией. Много красивых шахматных задач и этюдов строится по такой схеме: белые намного слабее черных, у них намного меньше фигур, но они выигрывают, жертвуя свою последнюю фигуру. Другая красивая идея шахматных этюдов, которую тоже можно считать своеобразной жертвой, — превращение пешки, вступившей на последнюю горизонталь, не в ферзя, а более слабую фигуру, например, коня. Особенно восхищают случаи, когда выигрыш может быть достигнут только таким превращением.

2. Красота в природе и в обществе

Если в искусстве главным творцом прекрасного является человек, то в природе красота есть результат объективных, не управляемых человеком процессов. Такие явления в природе, как правило, происходят при одновременном выполнении нескольких, часто противоречивых условий.

Чтобы явление воспринималось как красивое, оно должно быть или в какой-то степени полезным человеку, или просто не вызывать сильных отрицательных эмоций, например, связанных с опасностью.

Восхищающая нас своей красотой радуга есть сравнительно редкое и кратковременное явление природы. В ней необычно сочетание разнообразных красок (такое разнообразие редко встретишь в повседневной жизни), их упорядоченность, симметричность, строгая организованность. Для образования радуги необходимо присутствие в воздухе достаточно большого числа дождевых капель, и при этом должно светить солнце. Оба эти противоречивых фактора — тепло и влага — благоприятны для урожая, а значит, полезны человеку, и потому возникает чувство красоты при восприятии этого природного явления. При этом само образование радуги можно описать в терминах теории фазовых переходов.

При восприятии некоторых животных эмоциональная реакция страха, связанная с ощущением угрозы, может быть гораздо сильнее чувства красоты и полностью его заглушает. Между тем известны случаи, когда люди, узнав лучше этих животных, преодолевают этот страх, даже содержат в своих домах и находят по-своему красивыми.

Известно, что у разных народов и даже у различных социальных слоев населения распространены весьма различные идеалы человеческой красоты. Этот факт можно объяснить следующим образом. Средством стабилизации человека во внешней среде является его трудовая деятельность. Разные народы живут в разных природных условиях, и потому характер трудовой деятельности у них весьма различен. Понятно, что существует оптимальная физиологическая организация, наиболее приспособленная к выполнению необходимого в данных природных условиях трудового процесса. Именно эта организация и утверждается на протяжении многих поколений за идеал красоты.

Красота есть своеобразная мера привлекательности для особ противоположного пола. Желание выбрать красивого партнера обусловлено потребностью оставить здоровое потомство.

Долгое время существовала гипотеза, согласно которой красивым воспринимается лицо с усредненными, среднестатистическими характеристиками, примерно такое, что изображено на рис. 8.5. Однако исследования, проведенные в Англии и Японии²⁾, показали, что красивое лицо отличается от среднестатистического в отдельных чертах, например, более крупными глазами, более выступающей скуловой дугой.

Этот результат согласуется с нашей гипотезой о связи красоты и критического состояния сложных систем. В самом деле, критическому состоянию отвечают наиболее интенсивные флуктуации (критические флуктуации). Некоторые наиболее значительные отклонения определенных параметров от средних (большие глаза, длинные ноги, густые волосы) участвуют в формировании красивого образа.

Принципиально важным свойством процесса формирования идеального образа является высокая конечная степень корреляции составляющих его компонент. Как опытный палеонтолог может по одной кости восстановить облик вымершего животного (благодаря высокой степени оптимальности всех биологических организмов, прошедших естественный отбор в ходе биологической эволюции), точно так же облик красивой девушки можно восстановить с большой степенью достоверности по некоторым деталям ее внешности.

Все это можно сформулировать иначе — используя понятие степени свободы. В процессе формирования идеального обра-

²⁾ Perett D. I., May K. A., Yoshikawa S. // *Nature*, 1994. V. 368. P. 239–242.

за происходит гигантское сокращение числа степеней свободы составляющих его элементов. В самом деле, идеальное, гармоническое, прекрасное можно описать гораздо меньшим числом слов, показателей, цифр и т. д., чем обычное, неидеальное. Все рассмотренные нами ранее примеры красоты могут служить подтверждением этого тезиса. Симметричные, упорядоченные предметы описываются гораздо короче, компактнее, чем несимметричные. Человеческое тело в неустойчивом состоянии (канатоходец, артист балета) значительно теряет в свободе движений.

Но редукция числа степеней свободы вблизи неустойчивых критических режимов есть общее свойство критических, самоорганизующихся процессов. По этой причине во многих случаях переход сложной системы в «состояние красоты» (например, переход от обычной ходьбы к балетному танцу, а тем более переход от асимметрии к симметрии) можно рассматривать как фазовый переход.

Можно предположить, что чувство красоты, испытываемое нами всегда остро и внезапно, тоже есть не что иное, как фазовый переход в нашей нервно-психической системе. Однако мы еще слишком мало знаем о конкретных физиологических механизмах этих процессов, чтобы вести сколько-нибудь предметное обсуждение этой проблемы.

3. Красота в научных исследованиях

Кратко остановимся на происхождении чувства прекрасного в научных исследованиях. «Красивая мысль», «красивая теория», «красивое решение» — частые выражения в научном обиходе. Для некоторых исследователей это эстетическое чувство служит важным признаком истинности решения научной проблемы.

«В своей работе я всегда пытался объединить истину с красотой, а когда мне приходилось выбирать между ними, я обычно выбирал красоту» (Герман Вейль).

Выбор правильного подхода к решению нестандартной научной проблемы требует интуиции, дара предвидения — ведь в начале трудно оценить перспективность различных вариантов. Наиболее очевидный на первый взгляд метод может не привести к решению, а правильный путь в начале может восприниматься как необычный, неожиданный, даже странный. В таком случае чувство красоты приходит с заметным опозданием, лишь после

того, как происходит понимание, что предложенное решение истинно.

В книге Д. Пои́а «Математика и правдоподобные рассуждения» приводится решение Л. Эйлера задачи нахождения суммы бесконечного ряда обратных квадратов натуральных чисел:

$$1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2} + \dots$$

Как выяснилось, основная трудность этой задачи была в том, чтобы выйти за пределы понятия натурального ряда. Эйлер использовал при ее решении свойства разложения в ряд Тейлора тригонометрической функции. Это неожиданное остроумное решение, вызвавшее всеобщее восхищение современников, и сейчас удивляет своей красотой.

Нетривиальный научный результат всегда неожиданен. Такой результат изменяет наши представления, наш стереотип мышления, заставляет по-новому взглянуть на привычные вещи. Неудивительно, что такие результаты вызывают чувство красоты.

Велика эстетическая сила воздействия таких фундаментальных научных теорий, как динамика Ньютона, электромагнитная теория Максвелла, теория относительности Эйнштейна, квантовая механика. В этих научных достижениях удалось упорядочить в стройные красивые теории казалось бы независимые совокупности фактов на основе небольшого числа фундаментальных принципов. Сведение сложности к простоте всегда красиво.

Следовательно, научное творчество дает нам подтверждение универсальности закономерности перехода к состоянию красоты и совершенства как переходу к сильной взаимосвязи (в общем случае — сильной корреляции) степеней свободы сложной системы. Если раньше мы отмечали это свойство в физических системах (переход: асимметрия — симметрия, беспорядок — порядок), то здесь речь идет о такой сложной системе, как научная теория.

Видимо, в том чувстве красоты, которое вызывают научные достижения, нет той двойственности (амбивалентности), столь свойственной художественной культуре. Здесь только чистая радость преодоления трудностей, восхищение «разумностью» природы.

Долгое время геометрия имела дело с идеальными геометрическими формами (треугольник, окружность, конус и т. д.), довольно редко встречающимися в природе, но, несомненно,

эстетически привлекательными. Лишь в начале 1980 годов математикам, наконец, удалось достаточно строго сформулировать и описать геометрию реальных природных форм (гор, облаков, деревьев, очертаний берега моря). Это была фрактальная геометрия; в которой число масштабов длин бесконечно, что отражает иерархический принцип организации таких структур. В ходе этих исследований было получено огромное число фрактальных форм, не встречающихся в природе или встречающихся очень редко.

Специально проведенные исследования по изучению эстетических предпочтений различных фрактальных множеств на плоскости показали, что наиболее привлекательными оказались фрактальные изображения, имеющие фрактальную размерность $D = 1,26$ и показатель Ляпунова $L = 0,37$. Такие параметры соответствуют параметрам многих природных объектов.

Наша гипотеза о природе красоты заключается в том, что «состояниям красоты» соответствуют критические точки соответствующих сложных систем.

Можно также предположить, что для «состояний красоты» свойственно явление критического замедления. В самом деле, доминанта непроизвольного внимания, вызванная красотой, несомненно испытывает режим замедленной релаксации: «Остановись, мгновение — ты прекрасно!»

§ 5. Трагическое и комическое

Чувство трагического — одно из наиболее интенсивных чувств, которое доводится пережить человеку в его жизни. Если чувство прекрасного могут вызывать явления и неживой природы, чувство трагического относится только к живой природе. Какой тип необычного вызывает трагические чувства? Жизнь человека, как и любого живого существа, это стабилизация неустойчивого состояния. Среднее время такой стабилизации для человека сейчас составляет около 70 лет. Поэтому смерть в возрасте существенно меньшем этой цифры вызывает трагические чувства. Отметим, что если гибель есть результат деградации личности, чувства трагического не возникает.

Трагическое часто связано с неподчинением человека враждебным силам, с нежеланием человека подчиняться судьбе и борющегося с ней. Это также свойственно только живой природе,

поскольку мертвая природа всегда подчиняется внешним силам. Более того, это свойственно только социальной системе, поскольку биологические системы приспосабливаются к внешним условиям. Иногда трагическое относится к критическим, неустойчивым по своей природе состояниям. Отсюда становится понятной частая связь трагического с прекрасным.

Для трагического, как и для прекрасного, характерно свойство усиления по отношению к неустойчивому состоянию: чем оно более неустойчиво, тем трагичнее воспринимается гибель человека, не сумевшего стабилизироваться в этом состоянии. Так, гибель в авиационной катастрофе воспринимается более трагично, чем в автомобильной. Еще более трагично ощущается гибель космонавта.

В отличие от прекрасного, природа которого, в известном смысле, статична, категория трагического полна динамизма и связана с резкими переходами из одного состояния в другое: из состояния жизни в состояние смерти.

В драматургии понятие трагического иногда отличают от понятия драматического. Характерными признаками трагического считается изображение гибели героя из-за конфликта с «высшими силами» (богами, неизбежным роком, природой или обществом). Трагедия показывает конфликты максимальной общественной значимости, и герой трагедии преодолевает исключительные трудности. Иногда причиной гибели героя является «фатальная ошибка», как результат добросовестного заблуждения. Если же герой погибает за правое дело, принося сознательную жертву во имя победы, это называют не трагедией, а героической драмой, изображением подвига.

Часто трагическое в жизни и в художественных произведениях связано с опережением уровня развития конкретной личности уровня общественного развития. Этим типом несоответствия можно объяснить отмеченную А. Бергсоном индивидуальность, уникальность в реализации трагического чувства.

Противоположный тип несоответствия, когда происходит отставание человеческих качеств от требований развивающегося общества, Бергсон называл неоправданным автоматизмом, косностью, недостаточной гибкостью и этим объяснял причину комических ситуаций. Такое отставание свойственно уже не отдельным индивидам, а многим людям, и этим можно объяснить общественную, коллективную функцию смеха.

Для понимания природы комического необходимо проследить генезис этого чувства, исследовать, как возникла сама смеховая культура. В книге Д. С. Лихачева, А. М. Панченко, М. В. Поньрко «Смех в древней Руси» смеховой мир изучен на одной из ранних стадий своего возникновения, и потому его сущность предстает перед нами в наиболее принципиальных моментах.

Первое, на что невольно обращаешь внимание — это сопряженность смеховой культуры с миром настоящим, организованным, миром подлинной культуры. Если в мире культуры господствует упорядоченность, благополучие, логичность, предсказуемость, то в смеховом мире — голод, нищета, пьянство, нелогичность, непредсказуемость. В современной терминологии это «антимир» культурному миру. Кабак и баня — основные места действия в смеховой культуре средневековой Руси. Герой антимира — пьяный, юродивый, голый, «непутевый», нелогичный, неожиданный в поступках. «Люди здесь босы, наги, либо одеты в берестяные шлемы и лыковую обувь — лапти, рогоженные одежды... Кабак заменяет им церковь, тюремный двор — монастырь, пьянство — аскетические подвиги и т. д. Все знаки означают нечто противоположное тому, что они значат в „нормальном“ мире.»

Другое важное свойство, которое авторы называют «раздвоение смехового мира», показывается на материале древнерусских пародий, в которых пародируются не автор или содержание (индивидуальный стиль в то время еще не существовал), а сложившиеся, твердо установленные формы и жанры: челобитные, судные дела, церковные службы. Смех открывает в высоком — низкое и безобразное, в духовном — материальное, в торжественном — будничное и т. д. Если вся средневековая культура (включая и церковную) обрядна, упорядочена, предсказуема, красива, то в пародиях она предстает нелепой, бессмысленной, хаотичной и безобразной.

Категория комического имеет очень длительную историю изучения. Аристотель, Платон, а позднее Цицерон были первыми исследователями природы этого чувства. Их исследования были направлены на классификацию комических состояний, и если в этих работах содержались правильные суждения о природе комического, это были в основном догадки, основанные на небольшом числе примеров. Только в настоящее время появилась возможность для объективного естественнонаучного

подхода к изучению сущности этой категории, возможность подлинно научного обоснования законов комического.

Как и все эмоционально-чувствительные реакции, реакция на смешное порождена рассогласованием со стереотипом. Наиболее распространенным видом необычного, вызывающим реакцию смеха, являются резкие, неожиданные смысловые переходы. Главное в таких переходах именно неожиданность, то есть противоречие с принципом Анохина, согласно которому вся система восприятия настроена на предвосхищение внешних воздействий, и потому любое непредвиденное событие вызывает эмоциональную реакцию.

Существуют прямые клинические доказательства необходимости способности прогнозирования для восприятия смешного: люди, у которых нарушена способность антиципации, не реагируют на смешные истории, анекдоты и т. д., хотя понимают, о чем идет речь, и даже могут пересказать их содержание.

В книге А. Н. Лука «О чувстве юмора и остроумии» проведена систематизация приемов остроумия, вызывающих реакцию смеха. Покажем, что во всех этих приемах мы имеем дело с необычными, чаще всего с неожиданными ситуациями. Примеры для иллюстрации приемов остроумия будем также брать из этой книги.

Ложное противопоставление

Высказывание в этом случае строится таким образом, что заключительная его часть как будто противоречит началу, а на самом деле усиливает и развивает его. Одна из наиболее известных реализаций этого приема — фраза Остапа Бендера «Никто нас не любит, кроме уголовного розыска, который тоже нас не любит».

Понятна неожиданность этой фразы. После слов «...кроме уголовного розыска...» мы делаем прогноз, что только он и любит Остапа и его компанию, но конец фразы показывает, что этот прогноз — ложный и, таким образом, конец фразы для нас неожиданность.

Ложное усиление

В этом случае заключительная часть фразы по форме подтверждает начальную, а по существу — опровергает, уничтожает ее. Вот пример этого приема. Г. Гейне на вопрос, красива ли

госпожа Н., ответил, что она похожа на Венеру Милосскую — так же стара и так же беззуба.

Опять налицо ложный прогноз. После сравнения с Венерой Милосской у нас создается представление о необыкновенной красоте этой дамы, конец же фразы полностью противоречит этому прогнозу.

Доведение до абсурда. Остроумие нелепости

У Н. В. Гоголя в романе «Мертвые души» есть такая характеристика одного из персонажей: «Трактирный слуга был живым и вертлявым до такой степени, что даже нельзя было рассмотреть, какое у него лицо». Представить такую подвижность человека очень трудно — она неправдоподобна, необычна.

Показ абсурдных ситуаций очень широко используется в искусстве кинокомедии, например, во французских фильмах. Нет необходимости объяснять, что такие ситуации противоречат здравому смыслу, стереотипу восприятия. Смешные нелепые ситуации мы встречаем в известной крокодильской рубрике «Нарочно не придумаешь»: «Матроса Иванова за систематическую пьянку в период рейса с работы снят с исполнением служебных обязанностей».

Двойное истолкование

Это распространенный прием, основанный на двойном истолковании некоторых слов. Рассмотрим остроту, приписываемую Б. Шоу.

В ресторане играет оркестр — шумно и не слишком хорошо. Шоу спросил у официанта: «Играют ли музыканты по заказу?» — «Конечно». — «В таком случае передайте им фунт стерлингов, пусть сыграют в покер».

В этой остроте у нас сначала формируется прогноз, что музыкантам хотят заказать исполнить музыкальное произведение. Как выясняется позже, прогноз этот оказывается ложным — заказ по сути состоит в том, чтобы оркестр вообще перестал играть музыку и тем самым делается недвусмысленный намек, что музыканты играют плохо. Отчетливо виден неожиданный смысловой скачок, достигнутый благодаря двойственному истолкованию слова «игра».

«Остроумие — это всегда ошибка», — эти слова Аристотеля подтверждают рассмотренные выше примеры.

Сравнение по отдаленному или случайному признаку

Рассмотрим эпиграмму Д. Д. Минаева:

«Я новый Байрон!» — так кругом
Ты о себе провозглашаешь.
Согласен в том:
Поэт Британии был хром,
А ты в стихах своих хромаешь.

Хотя А. Н. Лук относит использованный в этой эпиграмме прием к сравнению по отдаленному признаку (Байрон был хром и ты хромаешь, но только в своих стихах), его можно отнести к приему ложного усиления.

Семантическая структура этой эпиграммы характерна для многих комических ситуаций. Имеются два состояния, одно из которых мы назовем состоянием с высоким социальным статусом, находиться в котором почетно, а иногда и выгодно. Имеется также и второе состояние с низким социальным статусом, которого обычно все избегают. В данном случае высокому социальному статусу отвечает состояние «хороший поэт», которое ассоциируется у нас со словами «новый Байрон». Как видно из текста эпиграммы, некий поэт стремится оказаться в этом состоянии, но происходит его резкий переход во второе состояние, ассоциирующееся у нас со словами «в стихах своих хромаешь». Этот скачок достигается путем нахождения общего признака для этих столь разных состояний.

Ирония

«Ирония есть, когда через то, что сказываем, противоположное разумею» (М. В. Ломоносов). В этом приеме остроумия противопоставляются форма высказывания и его смысл. Очевидна необычность такого противопоставления: как правило, форма наших высказываний согласуется с их смыслом. Известны иронические афоризмы К. Пруtkова: «Только в государственной службе познаешь истину» или «При виде исправной амуниции как презренные все конституции».

Рассматривая ранее неустойчивость «человек не на своем месте», мы остановились лишь на одном ее варианте: яркая, одаренная (просто знатная) личность оказывается в состоянии с низким социальным статусом. Это очень распространенная ситуация в драматических произведениях. Противоположный ва-

риант этого типа неустойчивости, когда заурядный человек в силу недоразумений или сознательного обмана попал в состояние с высоким социальным статусом, вызывает комический эффект. Классическим примером может служить Хлестаков, принятый за важного чиновника из Петербурга. Другой пример — буфетчик, попавший на корабль под видом укротителя тигров в фильме «Полосатый рейс».

Подчеркнем, что в комических ситуациях резкий скачок не физический, а смысловой. Как правило, он относится к социальному статусу объекта осмеяния и показывает несоответствие занимаемого положения его истинным достоинством.

Чтобы убедиться, что для юмора, как и для остроумия, свойственны резкие переходы из одного состояния в другое, достаточно дать его определение, предложенное А. Н. Луком: «Чувство юмора — это эмоциональная реакция, превращающая отрицательную эмоцию в ее противоположность, в источник положительной эмоции».

Таким образом, остроумие и юмор представляют собой процессы с противоположно направленными скачками: в остроумии переход совершается из эмоционально положительного в эмоционально отрицательное состояние, в юморе переход направлен в противоположную сторону.

Многие юмористические песни В. Высоцкого построены по следующей схеме: заурядный человек в состоянии с низким статусом (в выпрезвителе, в сумасшедшем доме) пытается на своем уровне понимания рассуждать о высоких материях — о политике, науке, искусстве. Такие попытки выглядят очень комично. А. Н. Лук приводит другой вариант возникновения чувства юмора. Франсуа Вийон пишет перед казнью следующее четверостишие:

Я Франсуа, чему не рад,
Увы, ждет смерть злодея.
И сколько весит этот зад —
Узнает завтра шея.

Вместе с юмором здесь слышится горький, даже трагический оттенок. В общем виде этот вариант возникновения чувства юмора можно описать как попытку найти в драматической, трагической ситуации какие-то положительные моменты и чрезмерное преувеличение значимости этих моментов.

Из всего сказанного можно сделать вывод, что искусство остроумия сродни природе самого искусства, и этим можно объяснить широкое распространение комических ситуаций в произведениях искусства.

Чем остроумие в искусстве отличается от остроумия в научном творчестве? Почему в искусстве остроумие рождает смех, а в науке — чувство красоты? Все дело в том, что в науке истинное решение может быть необычно, но эта первоначальная парадоксальная догадка в конце концов находит подтверждение, и это рождает чувство красоты. В комических ситуациях первоначальная догадка всегда оказывается ложной, и это вызывает смех.

Итак, чувство комического в некоторых случаях связано с резкими переходами из состояний высокого социального статуса в состояние низкого социального статуса, или наоборот. Но однократен ли, единичен ли такой скачкообразный переход? Ритмический, повторяющийся характер смеховой реакции (типа ха-ха-ха-ха и т. п.) указывает на то, что такие переходы происходят многократно. По-видимому, смеющийся человек много раз мысленно возвращается то в состояние высокого социального статуса, то в состояние с низким социальным статусом, сравнивая их, и в итоге в нервной системе генерируется всем нам хорошо известное, очень характерное, ритмическое смеховое поведение.

Происхождение колебательного характера смеховой реакции можно связать с фундаментальным свойством процессов распознавания образов — колебанием восприятия при распознавании неоднозначных образов. Это свойство является общим свойством нейронных распределенных сетей, и поэтому оно должно проявляться не только в эволюционно древних — зрительных морфологических структурах, но и в более поздней семантико-аналитической, левополушарной деятельности.

Комические ситуации в очень большой доле случаев связаны как раз с неоднозначными в семантическом смысле, а точнее, с двусмысленными ситуациями. Подчеркнем еще раз — в комических ситуациях неоднозначность воспринимаемого образа в большей степени смысловая (двусмысленность!), чем зрительная, а сами процессы остроумия и юмора относятся к левополушарным, логико-аналитическим процессам.

Может возникнуть вопрос, почему смех возникает при восприятии двусмысленных ситуаций и не возникает при восприя-

тии неоднозначных фигур. Причина на наш взгляд заключается в существенно различном периоде этих колебаний. Если при восприятии зрительной неоднозначности этот период приблизительно равно 10 сек, то при восприятии смысловой неоднозначности период приблизительно равен 0,1 сек. Такая разница в периодах колебаний, в свою очередь, связана с существенно различным временем насыщения внимания при восприятии зрительного и смыслового образа. Огстудом еще в пятидесятых годах прошлого века было показано, что для описания смысла требуется не более десяти параметров, в то время как пиксельное представление изображений требует параметров на несколько порядков больше. Если обработка зрительной информации происходит в древней и массивной зрительной коре, то смысловые образы интерпретируются в компактной зоне Брока—Вернике в левом полушарии головного мозга.

Впрочем, иногда зрительный неоднозначный образ также может вызвать смех. Когда на сцене пародист изображает известного политического деятеля, популярного эстрадного певца или артиста, мы сталкиваемся с восприятием неоднозначного зрительного образа. С одной стороны мы узнаем всем хорошо известные манеры, жесты, стиль, голос известной персоны, а с другой стороны видим перед собой совсем другого человека.

Предварительное знание пародируемого принципиально важно, поскольку именно это обстоятельство уменьшает время насыщения внимания и ведет к увеличению частоты колебаний до значений, которые вызывают смеховую колебательную реакцию. Незнакомый образ требует значительно большего времени насыщения внимания, и его пародирование смеха не вызывает. На аналогичных приемах основаны литературные и поэтические пародии. В результате возникает колебание восприятия, и одно из проявлений этого колебания — смеховая реакция.

Можно предположить, что создание комической ситуации (юмор, остроумие или комическое визуальной природы) означает организацию, усложнение исходного состояния, что можно легко пояснить на примере создания двусмысленных ситуаций. Появление второго смысла в дополнении к исходному,начальному смыслу усложняет исходную семантическую структуру, приводит к возникновению колебательного режима в когнитивной системе, и потому есть основания говорить о самоорганизации.

Сходную модель можно предложить для трагической ситуации, где периодическая реакция проявляется в виде плача.

В этом случае два смыслообраза имеют вполне определенные содержания. Один минимум соответствует образу здорового, полного сил и энергии человека, второй минимум — образу этого же, но уже погибшего человека.

Интересен энергетический аспект комической и трагической эмоциональных реакций. Очень часто смех сопровождается релаксацией нервного напряжения у человека. Наиболее нагляден здесь пример так называемого «нервного смеха», возникающего в нас непроизвольно, когда удалось избежать какой-то опасности, некоторое время до этого державшей нас в напряжении. Шуткой удастся разрядить напряжение в конфликтной ситуации. Быть может основная физиологическая функция смеха в этом и заключается — снимать в нас напряжения из-за житейских неурядиц, конфликтов и нелепостей. Для смеха не требуются какие-либо внешние усилия или энергетические затраты. Наоборот, релаксация нервного напряжения сама сопровождается выделением энергии. По этой причине остроумный анекдот или удачная шутка распространяются очень быстро, как пламя по пороховой дорожке. В энергетическом смысле смеховую реакцию можно сравнить с переходом атома из возбужденного в основное состояние.

В противоположность этому трагическое чувство не только не ведет к снятию нервного напряжения, но иногда, наоборот, концентрирует это напряжение. Биологический смысл такого эффекта понятен: в том случае, когда трагическое событие требует отпущения, возмездия, необходима концентрация прежде всего духовных сил. Если смех всегда возникает легко и непринужденно, то состояния печали и траура требуют некоторых энергетических затрат извне. Примером может служить необходимость специального оформления траурных церемоний. По этой причине трагическое чувство можно сравнить с переходом атома из основного состояния в возбужденное.

Развитие художественной культуры

Разве это чепуха? — сказала Королева и затрясла головой. — Слыхала я такую чепуху, рядом с которой эта разумна как толковый словарь.

Л, Кэрролл. Алиса в Зазеркалье

§ 1. Развитие искусства и принципы синергетики

Как уже отмечалось, создание художественного произведения можно сравнить с эволюционным развитием: в обоих процессах важное значение имеет случайный выбор. Невозможно даже перечислить всей совокупности случайностей, так или иначе оказывающих влияние на создание произведения искусства. Уже сама творческая индивидуальность автора формируется под влиянием огромного числа факторов биологической и социальной природы.

Поэтому, как в биологической эволюции принципиально невозможно предсказать конкретную реализацию эволюционного процесса (если бы удалось «запустить» биологическую эволюцию «с начала», она пошла бы совершенно иным путем), так и в развитии художественной культуры принципиально невозможно предсказать содержание будущих произведений искусства, равно как и появление выдающихся художников, писателей, композиторов. Если бы развитие человеческой цивилизации можно было повторить по-новому, шедевры в художественной культуре были бы совершенно иными.

Это не означает, что невозможно выявить и сформулировать общих закономерностей развития художественной культуры

на крупномасштабном, агрегированном уровне. Для этого нужно опираться на общие закономерности любого развития.

Для самоорганизующихся динамических систем достаточным условием развития является переход параметра порядка в еще более неустойчивое по своей природе, но опять-таки стабилизированное состояние. Эта закономерность очень наглядно прослеживается для некоторых черт индивидуального биологического развития. Так, развитие двигательной активности ребенка представляет собой последовательное овладение умением стабилизировать все более неустойчивые (в механическом смысле) состояния: сначала ребенок учится сидеть, потом стоять и, наконец, ходить. Дальнейшее развитие этого умения относится уже к области искусства: он может научиться фигурному катанию, балетному искусству и т. д.

В этом типе развития необходимо обратить внимание на весьма существенное свойство, имеющее многочисленные примеры проявления в живой природе. После интенсивного количественного роста в развивающейся системе наступает момент, когда такой рост сильно замедляется или вовсе прекращается, и наступает переход от простоты к сложности, появляются новые качественные структурные свойства, увеличивается разнообразие типов поведения. У растений появляются цветы, у животных изменяется окраска, поведение, появляются вторичные половые признаки и т. д.

Покажем, что эти закономерности прослеживаются и в развитии отдельных видов искусства. Как и раньше, начнем с цирка. Сейчас в искусстве канатоходцев мало кого удивит простым прохождением по канату. Чтобы вызвать интерес у зрителей, нужно усложнить номер, например, пройти по канату с гимнасткой, стоящей на голове канатоходца на одной ноге. Как видим, в этом случае развитие означает умение стабилизировать более неустойчивое состояние. По такому же пути шло развитие балетного искусства. Переход в балете к хореографическим элементам, исполняемым на пальцах ног, подтверждает эту общую закономерность развития.

Остановимся подробнее на закономерностях эволюции архитектуры. Для анализа возьмем западноевропейскую архитектуру на временном отрезке от X века и до наших дней — наиболее динамичном периоде развития мировой архитектуры. Для этого анализа нам необходимо, прежде всего, выделить параметр порядка в конструкции любого сооружения.

Строительство любого здания происходит в поле тяготения Земли, и потому степень его устойчивости подчиняется принципу минимума потенциальной энергии: наиболее устойчивому состоянию всякого сооружения отвечает наименьшее возможное значение потенциальной энергии (или наинизшее положение центра тяжести). Строительство зданий — это своеобразный вызов этому принципу, это борьба с неустойчивостями, возникающими вследствие вертикальной протяженности любого сооружения. Таким образом, первым параметром порядка естественно считать вертикальный размер сооружения. Любая вертикальная конструкция подвергается внешним возмущениям: ветровым воздействиям, температурным перепадам и т. д., и потому должна быть хорошо застabilизирована.

Другой параметр порядка возникает вследствие того, что сооружение имеет горизонтальную протяженность. У здания должна быть крыша, и чем просторнее помещение, тем больше должны быть размеры свода. Понятно, что состояние любого свода по своей природе неустойчиво: основная его масса всегда находится над пустым пространством здания, и необходима хорошо продуманная система стабилизации, чтобы свод был устойчивым. Подчеркнем, что именно со свода стала развиваться архитектура: основой всякой первобытной постройки была не стена, а крыша. Характер покрытия определяет толщину стен и опор, очертания плана. Таким образом, вторым параметром порядка необходимо считать длину пролета свода, то есть расстояние между опорами, поддерживающими свод.

На большей части рассматриваемого нами периода основным строительным материалом был природный камень. Главные строительные свойства камня заключаются в том, что он способен выдерживать значительные сжимающие нагрузки и очень хрупок под действием растягивающих сил. Эти свойства камня диктовали определенные ограничения на форму строительных сооружений. Так, форма каменного свода не может быть плоской или вогнутой, поскольку в этом случае в камне создались бы значительные растягивающие усилия. В выпуклом же своде создаются сжимающие нагрузки, которые камень хорошо выдерживает.

Между вертикальным и горизонтальным параметром порядка наблюдается сильное взаимодействие. Выпуклый свод вызывает боковой распор поддерживающих его вертикальных элементов, то есть оказывает на вертикальный параметр порядка

дестабилизирующее действие, и чем выше здание, тем сильнее это действие.

В европейской архитектуре X века большое распространение получил романский стиль. Для этого стиля характерны здания компактных размеров в виде системы простых геометрических тел: параллелепипед, цилиндр, призма. При этом соблюдается примерное равенство вертикальных и горизонтальных размеров. Тяжелые массивные своды опирались на еще более массивные стены, построенные с большим запасом прочности. Выпуклый каменный свод давал возможность перекрывать большие пространства, чем плоский свод с использовавшимися в строительстве деревянными балками. Наиболее простым по конструкции был свод в форме полуцилиндра, пригодный для перекрытия помещений с небольшим пролетом. В дальнейшем большое распространение получил прямой крестовый свод над квадратным в плане помещением, получаемый пересечением двух полуцилиндров.

Большим достижением романской архитектуры стало изобретение каркасного метода строительства, в котором элементами каркасного свода стали ребра, арки и нервюры, а стен — пилоны. В период расцвета романского стиля свод делался повышенным, в нем сначала выкладывались торцевые арки и ребра, а затем диагональные, имевшие стрельчатую, остроконечную форму. Эта конструкция получила название крестового ребристого свода, и она стала основой для последующего, готического стиля в архитектуре.

Основой готической архитектуры в XII–XV веков стало создание легкого и прочного ребристого свода, что позволило значительно увеличить высоту зданий и их общие горизонтальные размеры. Система несущих ребер в таком своде образовывала несущий каркас, который заполнялся легкой кладкой. Переход от романской архитектуры к готической очень наглядно показывает доминантную роль свода в сооружении: изобретение легкого и прочного свода позволило превратить массивные стены романских соборов в прозрачные узоры витражей.

Для очень высоких и больших по площади готических сооружений, чтобы погасить сильные боковые распоры, возникающие от давления свода на вертикальные несущие элементы, а также действия ветровых нагрузок, применялись висячие аркбутанты, переводившие давление со стен на пилоны, стоявшие снаружи здания (контфорсы). Таким образом, вся система

стабилизации неустойчивого состояния свода и стен оказалась вынесенной наружу здания, что создавало ощущение легкости внутреннего пространства и открывало большие возможности для оформления интерьера. Мы видим, что закономерности перехода от романской архитектуры к готической подтверждают общий принцип самоорганизующегося развития: переход системы в более неустойчивое, но опять-таки стабилизированное состояние. В готических каркасных конструкциях были исчерпаны прочностные свойства камня, а других, более прочных материалов, строительная техника того времени не знала. Поэтому дальнейшее развитие архитектурных форм пошло не по пути роста размеров сооружений (камень не выдержал бы новых дополнительных нагрузок), а по пути художественного оформления интерьера и экстерьера зданий, то есть наступил этап перехода от простоты к сложности, свойственный и онтогенетическому развитию в живой природе.

В эпоху Ренессанса своды возводились с таким расчетом, чтобы была возможна большая площадь поверхности для их росписи. Все системы опор вновь были перенесены внутрь зданий. Впервые стала использоваться штукатурка для росписи стен и сводов зданий.

Переход от Ренессанса к барокко в архитектуре можно охарактеризовать как качественный скачок от неизобразительных, архитектурных приемов к изобразительным, живописным приемам. В отделке зданий стали применяться изысканные лепные украшения, скульптурные и живописные произведения. Архитектура как бы изменяет своей природе — она приближается к скульптуре. Исчезают линии и грани, появляется игра света и тени. На этом основано впечатление непрерывной изменчивости, которое удается произвести этому стилю.

Архитектуре барокко (конец XIV – середина XVIII века) свойственно увеличение пропорций зданий; сила впечатления достигается внушительностью, широкой, тяжелой массивностью. Появляются признаки подчинения законам мертвой материи — принципу минимума потенциальной энергии. Лестницы делаются столь широкими и пологими, что они не располагают к подъему, по их ступенькам как бы соскальзываешь вниз. Верхние этажи зданий тяжело надавливают на поставленные снизу колонны. Такие сооружения создают впечатление дерева, ветви которого провисли под тяжестью созревших плодов, и под эти ветви, чтобы они не сломались, поставлены подпорки.

Мы видим, что развитие архитектурных стилей, их переход друг в друга, можно сравнить с развитием некоторого растения: сначала интенсивный количественный рост вверх, затем — пышное цветение и, наконец, плодоношение. В этом смысле последовательность в чередовании архитектурных стилей в европейском искусстве можно считать устойчивой, то есть если бы можно было повторить развитие европейской культуры, эта последовательность сохранилась бы.

Классицизм, пришедший на смену барокко, стал самым значительным стилем XIX века. Важным архитектурным элементом классицизма становится портик, а стены снаружи и изнутри члениятся мелкими пилястрами и карнизами. В цветовом решении сооружений доминируют светлые, пастельные тона, а в композиции как целых зданий, так и отдельных деталей преобладает симметрия.

Периоду романтизма (неоготики) свойственно возрождение интереса к техническим и художественным достижениям готики, которые приспосабливают к современным задачам. Большое внимание уделяется культуре Востока.

Архитектурный неоренессанс, сменивший романтизм, демонстрирует обогащение архитектурных произведений изобразительными средствами. Используются ордерные и арочные системы, прослеживается определенная расчлененность целого и деталей.

Одновременно с неоренессансом во второй половине XIX века стали широко использовать все стили прошлого — от романского до барокко (необарокко). Этот период получил название эклектизма и, возможно, его следует соотносить с режимом обобщенной турбулентности (хаоса) в самоорганизующихся системах.

С появлением более прочных, чем камень, строительных материалов (железобетон, сталь, алюминий и т. д.) появилась возможность продолжать общие закономерности развития: стали резко расти как горизонтальные пролеты сооружений (у висячего моста в Сан-Франциско длина пролета 1280 метров), так и вертикальные размеры (небоскребы, телебашни). В то же время железобетон и другие строительные материалы позволяют создавать практически любые формы, и потому стали возводиться сооружения самых непривычных, иногда нарочито оригинальных, экзотических форм.

§ 2. Художественное развитие общества: прошлое, настоящее, будущее

Художественное развитие общественной системы имеет много сходного с биологическим развитием живого организма — онтогенезом. Подобно тому, как любой сложный организм вырастает из недифференцированной клетки, любая, даже самая развитая культура возникает из синкретических, недифференцированных художественных форм. Началу художественного развития общества, как и начальным фазам оттогенеза, была свойственна ритмическая организация продуктов творчества во времени и пространстве. Это подтверждают не только дошедшие до нас исторические документы, но и наблюдения за искусством тех современных нам народов, которые по тем или иным причинам «задержались» на ранних рубежах своего исторического развития. В искусстве этих народов ведущее место принадлежит танцу и орнаменту. Основу музыки составляет не мелодия, а ритм, нормирующий мелодию. Песни основаны главным образом на ритмике — фонетической и эмоциональной голосовой организации, смысловая же сторона текста никакой существенной роли не играет.

Для некоторых развивающихся систем социальной природы можно подобрать скалярный показатель, имеющий содержательный смысл, значение которого достаточно полно в интегрированной форме отражает достигнутый уровень развития. Для экономики — это уровень производительности труда. Уровень фундаментальных естественнонаучных исследований неплохо характеризует достигнутая точность измерения фундаментальных физических величин: массы, времени, длины, заряда и т. д. С развитием науки росла чувствительность измерительных приборов, повышалась точность измерений, и этот показатель отражает уровень как теоретических знаний, так и экспериментальных исследований.

Для эволюции искусства таким количественным критерием можно считать критерий самоорганизации художественных произведений, а саму эволюцию целесообразно отождествить с самоорганизацией. Как мы выяснили ранее, такой критерий, скорее всего, имеет информационную природу, и его изменение должно отражать тенденции насыщения искусства необычным (неожиданным, невероятным, невозможным), что ведет к росту плотности информации в произведении.

В самом деле, уже беглый качественный анализ общих тенденций эволюции различных видов искусства показывает, что происходит постепенное насыщение произведений искусства необычным, неожиданным, непривычным, а значит, информационная насыщенность таких произведений растёт.

Если задача искусства — вызывать у человека эмоциональные переживания, то уровень развития искусства можно соотнести с уровнем технических возможностей создания необычных ситуаций, в основном, зрительного происхождения (направленных по зрительному каналу). Для словесного творчества (проза и поэзия) создание необычного не определяется техническими возможностями, и лишь развитие музыкального искусства зависит от технического уровня в изготовлении инструментов, записывающей, передающей и воспроизводящей аппаратуры.

Сейчас технические возможности создания необычных зрительных эффектов неизмеримо выше, чем даже 30–40 лет назад. Доминирование кино над театром можно объяснить именно большими возможностями показа необычного в кино, хотя театральное искусство в этом смысле тоже не стоит на месте.

Для понимания общих закономерностей развития художественной культуры необходимо также принять во внимание, что воздействие искусства на человека происходит в основном по двум каналам: зрительному и слуховому (кулинарное искусство, воздействующее на обонятельные и вкусовые рецепторы, мы не рассматриваем). Соответственно, все виды искусства можно разделить на три больших класса: зрительный, слуховой и синтетический (когда используются одновременно оба канала). Эти два канала поступления информации воздействуют на существенно различные структуры психики человека. Слуховая информация служит основным источником интеллектуального развития человека. Это подтверждается тем, что слепые от рождения люди достигают в среднем значительно больших успехов в интеллектуальной деятельности, чем люди от рождения глухие. Так, среди слепых людей были выдающиеся писатели, музыканты, ученые, в то время как среди глухих от рождения подобных достижений не наблюдалось.

В то же время зрительная информация имеет более важное значение в эмоциональной деятельности, поскольку рассогласование со зрительным стереотипом вызывает, как правило, более сильную эмоциональную реакцию, чем рассогласование того же по содержанию сообщения, но со слуховым стереотипом. Дело

в том, что в эмоциональной оценке поступающей информации большое место принадлежит степени доверия человека к этой информации, и в этой оценке значительно больше доверяют зрению, чем слуху. «Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать» — основной, сознательный или неосознанный, принцип оценки достоверности поступающей информации.

Не случайно, что искусство иллюзионизма и манипуляции связано со зрительным, а не со слуховым воздействием. Чисто слуховых видов искусства всего два: музыка и литература (хотя читаем мы глазами, главное воздействие литературы на человека происходит за счет ритмической и звуковой организации текста, а также его смыслового содержания). Все остальные виды искусства, — либо зрительные, либо синтетические.

Развитие художественной литературы имеет ту особенность, что литература в обществе выполняет одновременно две функции: художественную (культурную) и научную. В самом деле, для многих произведений художественной литературы (особенно это относится к реалистическому направлению) свойственно стремление исследовать психологические проблемы личности и межличностных отношений, социологические и исторические закономерности развития общества. В то же время, очевидна и наглядна эмоционально-художественная направленность литературных произведений.

Для этой второй компоненты художественной литературы заметна тенденция все большего насыщения необычным. Особенно наглядно это проявляется в детективном и приключенческом жанрах: возникает своеобразный симбиоз и конвергенция ранее независимых жанров. Появились произведения, которые называют фантастическими детективами, детективными приключениями.

В будущем гносеологическая (познавательная) компонента в литературе и в искусстве будет все более уступать место эмоционально-художественной компоненте, а познавательные проблемы прочно займут место в общественных науках: социологии, этике, психологии, истории. Основанием для такого утверждения служит общая тенденция развития самой науки — смещение центра тяжести исследований в биологическую и социальную области. Получив от естественных наук надежный методологический базис, операциональные понятия и методы, общественные науки выйдут на новый уровень исследований, а гносеологическая компонента искусства будет сливаться с эмоционально-

художественной. На это указывает и обнаруженная эмпирически тенденция эволюции стилей многих видов искусств к правополушарным, синтетическим признакам.

Тенденция накопления, концентрации, насыщения искусства необычным является общей для всех видов искусства. Происходит даже выделение отдельных жанров, которые имеют дело исключительно с невероятным и необычным. Это наблюдается, например, с жанром иллюзионизма и манипуляции: происходит его отделение от цирка, показ в отдельных программах и представлениях.

Тенденция насыщения искусства необычным проявляется в таком общем для всего искусства явлении, как синтез различных видов искусства, и прежде всего зрительных и слуховых, с целью повышения силы эмоционального воздействия. В современной эстраде происходит синтез песенного жанра со всевозможными зрелищными эффектами: красочные костюмы, световые воздействия, элементы хореографии. Последнее изобретение в этой области — видеоклипы.

В киноискусстве синтез слухового и зрительного воздействия происходит при постоянном и явном доминировании зрительного воздействия. Хорошо известно, что на ранних этапах развития этого искусства эмоциональное воздействие основывалось на восприятии кино как движущейся фотографии. Сейчас воздействие кино все больше сводится к созданию иллюзии непосредственного присутствия за счет использования звука, цвета, в будущем и объемного изображения (стереоскопического или голографического).

В системах **виртуальной реальности** критические, аттракционные состояния создаются не для персонажей художественных произведений, как это имеет место в традиционном искусстве, а для зрителей. Для этого используются либо специальные костюмы, позволяющих имитировать действие различных ускорений, либо зритель помещается на специальной платформе со многими степенями свободы, на которой можно создавать сильные ускорения в различных направлениях. Объемная зрительная картина, синхронизированная с движениями платформы, создает иллюзию участия зрителя в каком-либо очень динамичном процессе (автогонки, полет на самолете и т. д.). Зрительная, слуховая и тактильная компоненты активируют различные структуры человеческой психики, благодаря чему эмоциональное переживание получается более насыщенным.

Свойственное для развития искусства постоянное обновление содержания и формы необычного объясняется важным свойством человеческой психики — ее привыканием, адаптацией к необычному, когда все необычное, много раз повторенное, становится обычным и перестает нас волновать. Поэтому, чтобы вызвать новые эмоциональные переживания, необходимы новые необычные ситуации, то есть необходимо развитие искусства.

Важное место в понимании закономерностей структурной организации будущих художественных произведений принадлежит нашему знанию других инвариантов художественной культуры. Нет никакого сомнения, что принцип подчинения в будущем будет играть такую же определяющую роль, как и сейчас. Разумеется, конкретные реализации, например, неустойчивых состояний будут иные, в них будут участвовать продукты общественного прогресса, которые сейчас просто не существуют. Но структурообразующая функция таких неустойчивых состояний останется неизменной. Точно так же закон пафосной композиции, каким его сформулировал С. М. Эйзенштейн, будет «работать» и в художественных произведениях будущего. Такой инвариантный подход к проблеме прогнозирования художественного развития общества заслуживает более глубокого изучения.

Заключение

Итак, основные универсальные закономерности самоорганизации, действующие в неживой и живой природе, имеют место и в искусстве: как в отдельных художественных произведениях, так и в эволюционном развитии различных его видов. Возникает закономерный вопрос: не является ли синергетический подход к изучению искусства лишь переформулировкой в новых терминах и понятиях хорошо известных фактов и закономерностей, не дающей ничего нового самому искусствознанию?

Ответ на этот вопрос не является простым и однозначным и, чтобы представить себе всю сложность возникающей здесь проблемы, целесообразно обратиться к истории науки. В критические моменты развития многих научных дисциплин не раз возникали ситуации, когда новая научная концепция (новая парадигма) объясняла, исходя из небольшого числа исходных принципов, огромное число ранее казавшихся независимыми фактов и эмпирических закономерностей. Достаточно вспомнить возникновение механики Ньютона и эволюционной теории Дарвина.

Представляется, что синергетика также способна выполнить такую интегрирующую функцию. Проведенный анализ показывает, что такие фундаментальные понятия синергетики, как неустойчивость, принцип подчинения, фазовый переход и т.д., позволяют с единых позиций подойти к изучению огромного числа разрозненных фактов и закономерностей из самых разных видов искусства: циркового, хореографического, литературы, кино и т.д.

Но та же история науки учит нас, что при этом дело не ограничивается систематизацией известных фактов. Всегда имеет место приращение знания: объяснение ранее непонятных явлений, предсказание новых фактов и закономерностей. Материалы этой книги также указывают, что искусствознание вправе ожидать от синергетического подхода новых знаний. Например, в искусствознании хорошо известно понятие доминанты как основного структурообразующего элемента произведений. Но именно синергетический метод вскрыл связь этого понятия

с неустойчивостью, позволил показать важную роль доминанты в заголовке художественного произведения, роль доминанты в художественном творчестве.

Наше исследование в основном строилось на аналогиях между универсальными формами поведения в самоорганизующихся системах и теми или иными феноменами в сфере искусства: каждому универсальному явлению или процессу в синергетике мы находили соответствие в художественной культуре. Но существует ли в искусстве нечто, специфическое только для искусства, что отличает его от свойств неживой и живой природы, и если существует, то можно ли его изучить методами естествознания?

В искусстве мы постоянно имеем дело с ситуациями, не совместимыми с фундаментальными законами природы, потому такие ситуации никогда не были и не могли быть объектами исследования естествознания. Такие явления, следовательно, одна из специфических особенностей искусства и, подчеркнем это особо, сущность (природа) этой особенности искусства выявлена, опираясь на естественнонаучные знания.

Существует представление, что полное логическое, рациональное, естественнонаучное объяснение искусства невозможно, иначе это привело бы к подмене искусства наукой, и нужда в самом искусстве бы отпала. Сама формулировка такого утверждения содержит определенное противоречие: объяснение явления приравнивается к самому явлению. Разумеется, ни о какой подмене наукой искусства не может быть и речи, поскольку, как мы выяснили, спектр явлений искусства гораздо шире, чем спектр явлений науки. Наука имеет дело с возможным и вероятным, искусство — зачастую — с невозможным и невероятным. Наука всегда была и будет союзницей искусства в деле создания новых необычных форм и образов. Именно благодаря науке стали возможными такие виды искусства, как кино и телевидение. Наука и только наука способна ясно и четко осознать специфику искусства и помочь искусству целенаправленно и активно проявить эту специфику.

Литература

Введение

Доклад Б. В. Раушенбаха на международной конференции в г. Суздале можно прочитать в сборнике: Математика и искусство. Труды международной конференции. М., 1997.

О синергетике как новом научном мировоззрении

Пригожин И. Конец определенности. Ижевск, 1999.

Чернавский Д. С. Синергетика и информация. М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ"/URSS, 2009.

Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. М.: Наука, 1994.

Крюков В. И., Борисюк Г. Н., Борисюк Р. М., Кириллов А. Б., Коваленко Е. И. Метастабильные и неустойчивые состояния в мозге. Пушино, 1986.

Хакен Г. Синергетика. М., 1980. 404 с.

Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М., 1985. 419 с.

Хакен Г. Информация и самоорганизация. М.: КомКнига/URSS, 2005.

Хакен Г., Хакен-Поппель М. Тайна восприятия. М., 2002.

Глава 1

Соколов А. Н. Критические флуктуации и ренормализационная группа // Соросовский образовательный журнал. 2000. Т. 6. № 12. С. 99–103.

Пер Бак, Кан Чен. Самоорганизационная критичность // В мире науки. 1991. № 3. С. 16–24.

Хакен Г. Принципы функционирования мозга. М., 2001.

Евин И. А. Синергетика мозга и синергетика искусства. М.: РХД, 2005.

- Cabrera J. L., Milton J. G.* On-Off Intermittency in a Human Balancing Task // *Phys. Rev. Lett.* 2002. 89. 158702.
- Евин И. А.* Синергетика мозга. М.; Ижевск: РХД, 2005.
- Евин И. А.* Синергетика сознания. М.; Ижевск: РХД, 2008.
- Turing M.* Computer mashines and intelligence // *Mind.* 1957. 59. 236.
- Bak Per.* How Nature Works. N. Y.: Copernicus, 1996.
- Крюков В. И., Борисюк Г. Н., Борисюк Р. М., Кириллов А. Б., Коваленко Е. И.* Метастабильные и неустойчивые состояния в мозге. Пушкино, 1986.
- Chialvo D.* Critical Brain networks // *arXiv: cond-mat/0402538.* V. 1. 21 Feb 2004.
- Eguiluz V., Cialvo D., at al.* Scale-free brain functional networks // *Phys. Rev. Let.* 2005. 94. 018102.
- Chialvo D.* Are our senses critical? // *Nature physics.* 2006. May. V. 2. P. 301–303.

О степенном законе распределения

- Шредер М.* Фракталы, хаос, степенной закон. М., 2001.

О синестезии

- Галеев Б.* Искусство космической эры. Казань: ФЭн, 2003.
- Рамачандран В., Хаббард Э.* Эвучающие краски и вкусные прикосновения // *В мире науки.* 2003. № 8. С. 47–53.

О сетях

- Albert R., Barabasi A.* Statistical Mechanics of Complex Network // *Rev. Mod. Phys.* 2002. 74. 47.
- Boccatti S., Latora V., Moreno Y., Chavez M., Hwang D.-U.* Complex Networks: Structure and Dynamics // *Physics Reports.* 2006. 424. P. 175–308.
- Duncan Watts.* Six degrees. N. Y.: W. W. Norton & Company, 2004.
- Barabasi A.-L.* LINKED: the new science of networks. Perseus, Cambridge, MA, 2002.

О синхронизации

- Пиковский А., Розенблюм М., Куртс Ю.* Синхронизация. Фундаментальное нелинейное явление. М.: Техносфера, 2003.

Strogatz S. SYNC. N. Y.: Theia, 2003.

Борисюк Г. И., Борисюк Р. М., Казанович Я. Б., Лузянина Т. Б., Турова Т. С., Цымбалюк Г. С. Осцилляторные нейронные сети. Математические результаты и приложения // Математическое моделирование. 1992. 4 (1). С. 3–43.

Борисюк Г. И., Борисюк Р. М., Казанович Я. Б., Иваницкий Г. Р. Модели динамики нейронной активности при обработке информации мозгом — итоги «десятилетия» // Успехи Физических Наук. 2002. Т. 172. № 10. С. 1189–1214.

Механизм синхронизации при сложных типах поведения

Varela F., Lachaux J.-P., Rodriguez E., and Martinerie J. The Brainweb: Phase Synchronization and Large-Scale Integration // Nature Reviews: Neuroscience. 2001. April. V. 2. P. 22–239.

Глава 2

Выготский Л. С. Психология искусства. М., 1986. 573 с.

Евин И. А. Синергетика мозга и синергетика искусства. М.: РХД, 2005.

Эйзенштейн С. М. Нравнодушная природа // Собр. соч.: В 6 т. Т. 2. 1964.

О неоднозначности

Кальоти Дж. От восприятия к мысли. М.: Мир, 1998.

Хакен Г. Принципы функционирования мозга. М., 2001.

Евин И. А. Синергетика сознания. М.; Ижевск: РХД, 2008.

Искусство и фракталы

Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2002.

Пайтген Х.-О., Рихтер П. Х. Красота фракталов. М.: Мир, 1993.

Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы. Миниатюры из бесконечного рая. М.; Ижевск: РХД, 2001.

Voss R., Wyatt J. Multifractals and the Local Connected Fractal Dimension: Classification of Early Chinese Landscape Paintings.

- In: *Crilly A. J., Earnshaw R. A., Jones H.*, eds., *Applications of Fractals and Chaos*. Berlin: Springer, 1993.
- Nyikos L., Balász L., Schiller R.* Fractal Analysis of Artistic Images from Cubism to Fractalism // *Fractals*. 1994. 2. P. 143.
- Taylor R.* Fractal Analysis of Pollock's Drip Paintings // *Nature*. 1999. 399. P. 422.
- Bigerelle M. and Iost A.* Fractal Dimension and Classification of Music // *Chaos, Solitons & Fractals*. 2000. 11. P. 2179–2192.
- Eglash R.* *African Fractals: modern computing and indigenous design*. New Brunswick: Rutgers University Press, 1999.
- Schenkel A., Zhang J., Yi-Cheng Zhang* Long-Range Correlation in Human Writings // *Symmetry: Culture and Science*. 1993. 4 (3). P. 229–241.

**Безмасштабные сети и явление
«тесного мира» в искусстве**

- Milgram S.* The small world problem // *Psychology Today*. 1967. 2. P. 60–67.
- Guare Jhon.* *Six Degrees of Separation*. N. Y.: Vintage Books, 1990.
- Duncan Watts.* *Six degrees*. N. Y.: W. W. Norton & Company, 2004.
- Barabasi A-L.* *LINKED: the new science of networks*. Perseus, Cambridge, MA, 2002.
- Grant M. and Hazel J.* *Gods and Mortals in Classical Mythology: A Dictionary*. Dorset Press, 1985.
- Yeon-Mu Choi and Hyun-Joo Kim.* A Directed Network of Greek and Roman Mythology // *ArXiv:physics/0506142*. 2005. 16 Jun. V. 1.
- Motter A., de Moura A., Lai Y., Dasgupta P.* Topology of conceptual network of language // *Physical Review E*. 2002. 65. 065102.
- Ferrer-i-Cancho R., Sole R., Kohler R.* Patterns in Syntactic Dependency Networks // *Physical Review E*. 2004. 69. 05915.
- James Stiller, Daniel Nettle u Robin Dunbar.* The Small World of Shakespeare's Plays // *Human Nature*. 2003. Vol. 14. № 4. P. 379–408.
- Newman M., and Girvan M.* Finding and Evaluating Community Structure in Networks // *Physical Review E*. 2004. 69. 026113.
- Masucci A. P. and Rodgers G. J.* Network properties of written human language // *Physical Review E*. 2006. 74. 026102.
- Liu, X.C. K. Tse, and Small M.* Composing Music with Complex Networks // *Proceedings of the First International Conference*

on Complex Sciences: Theory and Applications. 2009. February 23–25. Shanghai, China.

Глава 3

Исследования по синхронизации аплодисментов в зрительном зале

Neda Z., Ravasz E., Brechet Y., Vicsek T., Barabysi. A.-L. The Sound Of Many Hands Clapping // *Nature*. V. 403. № 6772.

Глава 4

Евин И. А. Синергетика мозга и синергетика искусства. М.: РХД, 2005.

Выготский Л. С. Психология искусства. М., 1986. 573 с.

Эйзенштейн С. М. Нравнодушная природа // Собр. соч.: В 6 т. Т. 2. 1964.

Евин И. А. Синергетика сознания. М.; Ижевск: РХД, 2008.

Глава 5

Лифшиц И. М. О невероятном и невозможном // *Художественное и научное творчество* / Ред. Б. С. Мейлах. Л., 1972. С. 91–95.

Ranganath C., Rainer G. Neural Mechanisms for Detecting and Remembering Novel Events // *Nature Reviews: Neuroscience*. 2003. March. Vol. 4. P. 193–202.

Борисюк Р. М., Виноградова О. С., Денэм М., Казанович Я. Б., Хопеништедт Ф. Модель детекции новизны на основе осцилляторной нейронной сети с разреженной памятью // Сборник научных трудов «НЕЙРОИНФОРМАТИКА-2001», часть 1. М., 2001. С. 183–190.

Липков А. И. Проблема художественного воздействия: принцип аттракциона. М.: Наука, 1990. 240 с.

Голицын Г. А. Информация—Логика—Поэзия // *Число и мысль*. Вып. 7. М., 1984.

Якобсон Р. О. Работы по поэтике. М., 1987. С. 145.

Глава 6

Описание модели ассоциативной памяти и ее свойства

- Hopfield J. J.* Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 1982. V. 79. P. 2554–2559.
- Хакен Г.* Принципы функционирования мозга. М., 2001.
- Bar-Yam Ya.* Dynamics of Complex Systems. Reading, Massachusetts: Addison-Wiley, 1997.
- Веденов А. А.* Моделирование элементов мышления. М., 1988. 159 с.
- Чернавский Д. С.* Синергетика и информация. М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ"/URSS, 2009.
- Евин И. А.* Синергетика мозга. М.; Ижевск: РХД, 2005.
- Евин И. А.* Синергетика сознания. М.; Ижевск: РХД, 2008.

О музыкальном ладе

- Красинская Л., Уткин В.* Элементарная теория музыки. М.: Музыка, 1998.

Влияние музыки на степень синхронизации электрической активности мозга

- Birbaumer N., Lutzenberger W., Rau H., Mayer-Kress G., and Braun C.* Perception of Music and Dimensional Complexity of Brain Activity // International Journal of Bifurcations and Chaos. 1996. 6 (2). P. 267–278.
- Patel, A., and Balaban E.* Temporal Patterns Of Human Cortical Activity Reflect Tone Sequence Structure // Nature. 2000. 403. 6773.
- Birbaumer N., Lutzenberger W., Rau H., Mayer-Kress G. and Braun C.* Perception of music and dimensional complexity of brain activity // International Journal of Bifurcations and Chaos. 1996. № 6. V. 2. P. 267–278.
- Bhattacharya J and Petsche H.* Phase synchrony analysis of EEG during music perception reveals changes in functional connectivity due music expertise // Signal Processing. 2005. 8. P. 2161–2177.
- Bomdarenko V. E.* Analog Neural Network Model Produced Chaos Similar to the Human EEG // International Journal on Bifurcation and Chaos. 1997. V. 7. № 5. P. 1133–1140.

- Bondarenko V. E.* High-Dimensional Chaotic Neural Network under External Sinusoidal Force // *Physics Letters A*. 236. P. 413–419.
- Sapozhnikova K., Taymanov R., Elkin V.* The Procedure of measurements for discovering regularities of relationships between music and color // 2nd International Symposium on Measurements, Analysis and Modelling of Human Functions. 2004. June 14–16. Proc. Genova, Italy, 2004. P. 391–395.
- Тарханов И. Р.* О влиянии музыки на человеческий организм // Северный вестник. № 1. 1893.
- Fukui Hajime* Music and Testosterone. In: *The Biological Foundations of Music* / Editor Robert Zatorre. 2000. P. 448–451.
- Догель И. М.* Влияние музыки на человека и животных. Казань: типография Императорского университета, 1897.
- Евин И. А.* Синергетика мозга. М.; Ижевск: РХД, 2005.
- Whaling C.* What's Behind a Song? The Neural Basis of Song Learning. In: *N. L. Wallin, B. Merker and S. Brown (Eds) The Origins of Music*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2001.
- Blood A. and Zatorre R.* Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion // *PNAS*. 2001. Sept 25. V. 98. № 20. P. 11818–11823.
- Bondarenko V., Yevin I., Koblyakov A.* Symmetry in interaction of music and the brain // *Symmetry: Culture and Science*. 2003–2004. Vols. 14–15. P. 599–608.
- Bondarenko V. and Yevin I.* Tonal Structure of Music. In: *Chaos and Complexity in Arts and Architecture* / Editor: Nicoletta Sala. N. Y.: Nova Science Incorporated, 2007. P. 109–115.
- Yevin I. and Apenova S.* Attractor Network model and structure of musical tonality // *Abstracts of the 9 Conference Society in Psychology and Life Sciences*. Berkeley, CA, USA, July, 1999.
- Yevin I. and Koblyakov A.* Attractor Network Model of Music Tonality // *Proceedings of International Workshop «Artificial Life Models for Musical Applications»*. Prague. September, 2001.

Глава 7

- Симонов П. В.* Лекции о работе головного мозга. М.: Наука, 2001.
- Lowenfeld U., Britten W. L.* *Creative and Mental Growth*. N. Y., 1975.

Чернавский Д. С. Синергетика и информация. М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ"/URSS, 2009.

Евин И. А. Синергетика сознания. М.; Ижевск: РХД, 2008.

О моделировании любовных историй

Rinaldi S. Laura and Petrarch: an Intriguing Case of Cyclic Love Dynamics // SIAM Journal of Applied Mathematics. 1998. Vol. 58. № 4. P. 1205–1221.

Глава 8

Симонов П. В. Потребностно-информационная теория эмоций // Вопросы психологии. № 6. 1982. С. 44–48.

Волькенштейн В. Опыт современной эстетики. М.;Л., 1931. 188 с.
Красота и мозг. Биологические аспекты эстетики. М.: Мир, 1995. 335 с.

Глава 9

Станькова Я., Пехар И. Тысячелетнее развитие архитектуры. М., 1984. 293 с.

Martindale C. The Clockwork Muse. Basic Book. 1990.

Общие вопросы теории искусства

Выготский Л. С. Психология искусства. М., 1986. 573 с.

Эйзенштейн С. М. Нравнодушная природа // Собр. соч.: В 6 т. Т. 2. 1964.

Гомбрих Эрнст. История искусства. М.: АСТ, 1998.

Лотман Ю. М. Об искусстве. СПб.: Искусство-СПб, 1998.

Другие книги нашего издательства:



URSS

Архитектура

Хан-Магомедов С. О. 100 шедевров советского архитектурного авангарда.

Анисимов А. В. Венеция. Архитектурный путеводитель.

Иконников А. В. Пространство и форма в архитектуре и градостроительстве.

А. В. Иконников. Полвека служения архитектуре. Ред.-сост. *Кудрявцева А. Д.*

Бодэ А. Б. Поэзия Русского Севера.

Бодэ А. Б. Архитектурная сокровищница Поонежья.

Семенов Вл. Благоустройство городов.

Новиков Ф. А. Зодчие и зодчество.

Архитектурное наследство. Вып. 43–51.

Бондаренко И. А. (ред.) История градостроительного искусства: Новые материалы и исследования. Памяти Т. Ф. Саваренской.

Бондаренко И. А. (ред.) Христианское зодчество.

Бондаренко И. А. (ред.) Архитектура в истории русской культуры.

Вып. 2: Столичный город; Вып. 3: Желаемое и действительное;

Вып. 5: Стиль ампира; Вып. 6: Переломы эпох;

Вып. 7: Санкт-Петербург и архитектура России.

Бондаренко И. А. Древнерусское градостроительство: традиции и идеалы.

Воронов А. А. (ред.) Вопросы всеобщей истории архитектуры.

Лола А. М. Основы градостроения и теории города.

Российская академия архитектуры и строительных наук. Дела и люди. Т. 1, 2.

Под ред. *Кудрявцева А. П.* и др.

Кудрявцев А. П., Метленков Н. Ф. и др. Архитектурное образование.

Этенко В. П. Менеджмент в архитектуре. В 4 кн.

Савченко М. Р. Основания архитектуры.

Савченко М. Р. Архитектура как наука: методология прикладного исследования.

Савченко М. Р. Зал и зрелище: Условия видимости.

Николаева М. В. (ред.) Иконостас петровского времени: «столярство и резьба», золочение, иконописные работы. Москва и Подмоскowie: Подрядные записи.

Попадюк С. С. Неизвестная провинция. Историко-архитектурные исследования.

Попадюк С. С. Теория неклассических архитектурных форм.

Кириллов В. В. Архитектура «северного модерна».

Кириллов В. В. Архитектура Москвы на путях европеизации.

Серия «Из истории архитектурной мысли»

Михаловский И. Б. Теория классических архитектурных форм.

Рончевский К. И. Римские триумфальные арки.

Серия «Теоретические основы градостроительства»

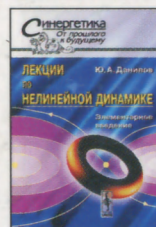
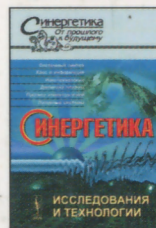
Саваренская Т. Ф., Швидковский Д. О., Кирюшина Л. Н. Градостроительная культура Франции XVII–XVIII веков.

Саваренская Т. Ф., Швидковский Д. О. Градостроительство Англии XVII–XVIII веков.

Саваренская Т. Ф. и др. Градостроительное искусство Нового времени и градостроительная мысль Италии, Австрии, Германии.

Лазарева И. В. URBI ET ORBI: Пятое измерение города.

Представляем другие книги нашего издательства:



4706 ID 49006

НАУЧНАЯ И УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА



Тел./факс: 7 (499) 135-42-16
Тел./факс: 7 (499) 135-42-46



E-mail:
URSS@URSS.ru
Каталог изданий
в Интернете:
<http://URSS.ru>

Любые отзывы о настоящем издании, а также обнаруженные опечатки присылайте по адресу URSS@URSS.ru. Ваши замечания и предложения будут учтены и отражены на веб-странице этой книги в нашем интернет-магазине <http://URSS.ru>