15 коп.

Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени М. И. КАЛИНИНА

А. А. ДЕНИСОВ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КИБЕРНЕТИКИ

(Информационное поле)

Ленинград
1975

Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени М. И. КАЛИНИНА

А. А. ДЕНИСОВ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КИБЕРНЕТИКИ

(Информационное поле)

Учебное пособие по курсу

Ленинград
1975

Учебное пособие предназначается для студентов специальностей «Автоматика и телемеханика» и «Вычислительная техника». В нем излагается развиваемая автором теория информационно-логического поля, позволяющая применить универсальный математический аппарат для анализа ситуаций, возникающих при управлении системами различной физической природы.

Пособие состоит из трех разделов. В первом излагаются основы теории информостатического поля (поля отражения) и приводится математический аппарат, пригодный для описания статических ситуаций. Во втором разделе излагаются основы теории целевого поля, приложимые к анализу человеческого поведения в стационарных условиях. В третьем — общая теория информационного поля, приложимая к анализу динамичных ситуаций.

ВВЕДЕНИЕ

В обыденной жизни мы на каждом шагу встречаемся с явлениями, анализ которых заставляет нас изменить привычные философские представления об абстрактном и конкретном, о смысле и содержании как о неизмеримых категориях, приписав им свойства, подобные свойствам физических категорий массы, энергии и т. п. На этом пути мы неминуемо приходим к признанию новой физической реальности — информационного, или смыслового, поля.

В виде примера рассмотрим несколько характерных ситуаций.

Ситуация 1. Прослышав о гастролях знаменитого артиста, поклонники его таланта устремляются в билетные кассы. С другой стороны, в подобных ситуациях нередко организуется распространение билетов в местах наибольшего скопления вероятных их покупателей, т. е. на станциях метро, на предприятиях и т. п. Здесь налицо взаимное встречное «тяготение», которое нельзя объяснить действием каких-либо известных нам сил. Его можно объяснить лишь стремлением к удовлетворению эстетических потребностей, являющимся следствием определенных *объективных* логических связей.

Ситуация 2. Обнаружив мирно пасущихся травоядных, хищник бросается на них, а те бросаются наутек. Вновь отметим, что не может быть речи о силовом взаимодействии между хищником и его жертвой, поскольку движение того и другого происходит в одном направлении, что не назовешь ни притяжением, ни отталкиванием. Здесь также действуют объективные законы природы, рождающие агрессивность хищника и страх жертвы.

Ситуация 3. Некоторые грибы (подберезовики, подосиновики) содержат в своем названии указание на то, что они «тяготеют» к определенным породам деревьев. Грибы, пока они растут, не обладают способностью перемещаться под действием внешних сил и не обладают ни желаниями, ни инстинктами, поэтому им также нельзя приписать действие чьей-то (или их собственной) субъективной воли.

Ситуация 4. Месторождениям алмазов обычно сопутствуют месторождения пиропов (полудрагоценных камней).

В этом случае не должно возникать никаких сомнений насчет объективного, внешнего характера логических связей между алмазами и пиропами, установленных природой.

Вместе с тем из рассмотренных ситуаций как будто следует, что действие логических связей не всегда обязательно. Автор хотел бы подчеркнуть, во-первых, что он склонен здесь толковать объективность связей именно как абсолютную обязательность во всех без исключения случаях. Иными словами, он думает, что у поклонников артиста в первой ситуации *всегда и у всех* должно появляться желание посетить концерт. Всегда и все голодные хищники *должны* бросаться на свои жертвы и т. д. Другое дело, что эти связи не всегда проявляются в конкретных действиях. Это объясняется случайными обстоятельствами, вызванными действием иных логических связей и сил.

По этому поводу можно также заметить, что конкретный объект исследования может своим поведением и не отразить действие изучаемой логической связи, если другие связи окажутся сильнее; абстрактный же объект, отражающий лишь сущность конкретного объекта с точки зрения изучаемой связи и лишенный иных связей, обязательно ведет себя в соответствии с изучаемой связью.

Во-вторых, автор видит проявление объективности и обязательности логических связей (законов природы) также и в том, что они действуют и в отсутствие объектов, которые они связывают. Так, человек, оказавшийся на необитаемом острове, испытывает потребность в удовлетворении своих эстетических запросов независимо от того, что это желание заведомо не может быть реализовано. Более того, утверждение, что люди вообще (абстрактный человек) нуждаются в эстетических наслаждениях, справедливо и применительно к Луне, где пока нет людей.

Аналогично можно утверждать, что отмеченная выше логическая связь между алмазами и пиропами действует и в СССР, где есть алмазы и пиропы, и в Чехословакии, где есть пиропы, но нет алмазов, и в Великобритании, где нет ни того ни другого.

Однако каким же образом объекты неживой и не обладающей сознанием живой природы, разбросанные по всей Вселенной, «узнают» и «подчиняются» этим объективным законам природы в тех случаях, когда эти законы не связаны ни с гравитационным, ни с электрическим полями?

Здесь мы подошли вплотную к той грани, которая разделяет материалистическое и идеалистическое мировоззрения. Либо надо признать, что эти функции взяла на себя «абсолютная идея» (бог), либо согласиться с существованием новой физической реальности, подобной гравитационному полю, — информационного, смыслового, или логического поля.

Это поле создается всей совокупностью окружающих нас предметов и явлений, которые выступают либо как источники поля, либо как источники его возмущения. Информационное поле носит вселенский характер, и все, что ни происходит во Вселенной, протекает в этом поле и под его формирующим воздействием. Именно вездесущностью информационного поля объясняется то обстоятельство, что в одинаковых условиях возникают и одинаковые формы живой и неживой природы. Разумеется, местные источники информационного поля, а также поля другой физической природы (гравитационное и электрическое) и окружающая среда искажают исходное поле, что приводит к возникновению местных особенностей. Более того, в живой природе, формирующейся под воздействием информационного поля, организм сам по мере своего роста искажает исходное поле до тех пор, пока напряженность поля в пределах организма станет равна нулю, что, по-видимому, лишает организм стимула к дальнейшему росту.

Эта ситуация совершенно подобна той, которая имеет место в электрическом поле, куда могут поступать подвижные электрические заряды. Процесс поступления и распределения зарядов происходит до тех пор, пока во всех точках суммарное поле станет равно нулю. Притом, как известно из электротехники, конечное распределение зарядов в электрическом поле *однозначно* определяется очертаниями исходного (в отсутствие зарядов) поля.

Если уподобить клетки живого организма электрическим зарядам, то станет ясно, почему они в одинаковых информационных полях всегда формируют одинаковые формы жизни. При этом, как и в электротехнике, в стационарном режиме должно иметь место уравнение Пуассона $\Delta П = R\rho$, где $П$ — потенциал информационного поля; ρ — объемная плотность количественной меры соответствующей сущности, являющейся источником поля; R — характеристическая константа, зависящая от окружающей среды.

Отметим в виде небольшого отступления, что из последних рассуждений прямо следует важный для биологии вывод, что живые клетки (подобно электрическим зарядам) не обязательно должны содержать информацию о будущем целом организме (скорее всего они ее не содержат), им достаточно лишь обладать способностью взаимодействия с информационным полем, которое содержит необходимую информацию. То обстоятельство, что клетки различных организмов по-разному реагируют на одни и те же информационные поля, только подтверждает аналогию с электрическим полем, где положи-

тельные и отрицательные заряды также по-разному относятся к полю.

Здесь вновь уместно подчеркнуть, что несмотря на внешнюю аналогию, существует принципиальная разница в физической сущности информационного и электрического (или гравитационного) полей. Если электромагнитное и гравитационное поля являются полями силовыми, т. е. перемещения зарядов и масс в этих полях могут осуществляться за счет энергии полей, то информационное поле не обладает никаким запасом энергии (оно обладает лишь смысловым содержанием) и все энергетические процессы в нем могут протекать только за счет посторонних источников.

В первых трех рассмотренных вначале ситуациях всякие движения совершались за счет биологической энергии и лишь управлялись информационным полем; в четвертой ситуации совмещение, или совместное образование, алмазов и пиропов происходило за счет тепловой и гравитационной энергии Земли в период ее геологической молодости, но тоже протекало под управлением информационного поля.

Итак, законы природы и их проявления диктуются существующим вне нас и независимо от нас информационно-логическим полем.

Целью дальнейшего изложения является ознакомление с соответствующим математическим аппаратом для формализации логических и смысловых взаимоотношений с точки зрения управления ими.

§ 1. Количественная мера сущности

Вполне очевидно, что любой объект или явление природы могут быть охарактеризованы той или иной количественной мерой. Так, мы говорим о массе объекта, его заряде, яркости и т. п., каждый раз отвлекаясь от его сущности, но подразумевая измеримость перечисленных свойств.

В теории информационного поля нам придется привыкнуть к восприятию и самой сущности объекта или явления как измеримой величины.

В качестве количественной меры сущности удобно принять информацию (количество сведений), содержащуюся в объекте или явлении. Речь здесь идет, конечно, не о той информации, которая воспринимается нами (информация для нас), а об информации, которая объективно содержится в объекте независимо от нашего восприятия (информация в себе). Разумеется, любой объект неисчерпаем для познания, поэтому вся содержащаяся в нем информация равна бесконечности. Вместе с тем, поскольку сущность объекта целиком определяется логическими связями, которые существуют у него

с другими объектами природы, то, рассматривая лишь ограниченную группу логических связей, мы имеем дело и с ограниченной (конечной) информацией, относящейся к этим связям.

Если рассматривать дискретные объекты, т. е. такие, логические связи в которых реализуются на уровне составляющих объекты элементов (деталей), например, молекулы в случае химических связей, детали в случае механических связей, боевые единицы в воинских формированиях, то, как известно из курса телемеханики (теории связи), информация выражается через энтропию однородных элементов следующим образом:

$$J = nH, \tag{1}$$

где J — информация; n — число однородных элементов в объекте; H — энтропия элемента.

В случае объекта, состоящего из n элементов с разной энтропией H_k, имеет место более общее соотношение

$$J = \sum_{k=1}^{n} H_k, \tag{2}$$

которое переходит в (1) при $H_k = H = \text{const}$.

В свою очередь, из курса теории вероятностей известно, что энтропия каждого элемента вычисляется через его относительную частоту или вероятность p в рассматриваемой системе

$$H = -K \log p, \tag{3}$$

где K — константа, зависящая от выбора единиц измерения.

Если принять, как это обычно делается, за единицу энтропии такую, которая соответствует $p = 0{,}5$, то вместо (3) получим

$$H = -\log_2 p, \tag{4}$$

где логарифм берется при двоичном основании.

Из (2) и (4) следует также

$$J = -\sum_{k=1}^{n} \log_2 p_k = -\log_2 \prod_{k=1}^{n} p_k. \tag{5}$$

Часто для разнородных элементов вместо (5) по аналогии с (1) применяют приближенную формулу

$$J = nH_{\text{ср}}, \tag{6}$$

где

$$H_{\text{ср}} = -\sum_{k=1}^{n} p_k \log_2 p_k; \tag{7}$$

$H_{\text{ср}}$ — средняя энтропия элемента.

Формула (6) становится точной и совпадает с (1) при однородных элементах, когда $p_k = 1/n$; $H_{ср} = H$.

Приведенные соотношения позволяют вычислять информацию, содержащуюся в том или ином объекте или явлении, с точки зрения определенных логических связей через относительные частоты (вероятности) элементов, существенных для этих связей.

Поскольку объекты и явления природы локализуются в определенной области пространства, то всегда имеет место также интегральное соотношение

$$J = \int_V \rho_J dV, \tag{8}$$

где ρ_J — объемная плотность информации, а интеграл берется по объему, занятому изучаемым объектом.

Очевидно, что

$$\rho_J = H\rho_n, \tag{9}$$

где ρ_n — объемная плотность элементов.

В случае однородных элементов с двумя равновероятными состояниями $\rho_J = \rho_n$, а информация равна числу элементов, $J = n$.

В этом случае, разделив (8) на n, получим известную формулу теории вероятностей

$$1 = \iiint\limits_{-\infty}^{+\infty} f(xyz)\, dxdydz,$$

где $f(xyz)$ — совместная плотность вероятности.

§ 2. Информационное поле. Теорема Гаусса

Как уже отмечалось во введении, определенные логические связи, действующие между отдельными объектами и явлениями природы, носят объективный характер и могут существовать (но не проявляться) и в отсутствие тех или иных объектов. Можно считать, например, что хищник создает вокруг себя опасность вне зависимости от того, есть ли вблизи него объекты его вожделений, а осиновая роща является благоприятным местом для подосиновиков вне зависимости от наличия в ней грибов. Конечно, обнаружить опасность, исходящую от хищника по отношению к животному, служащему для него пищей, мы можем лишь при наличии этого животного, а судить о благоприятности осиновой рощи для роста подосиновиков мы можем лишь по скоплению этих грибов, однако их отсутствие вовсе не свидетельствует об обратном. Таким образом, если в пространстве существуют логические связи, обнаруживающиеся при наличии в нем соответствующих

объектов, то следует говорить о существовании в нем информационно-логического поля.

Встав на такую точку зрения, неизбежно приходим к выводу, что объекты и явления природы не только содержат определенную информацию, но и непрерывно извергают ее в окружающее пространство вне зависимости от того, есть ли в нем объекты, способные эту информацию воспринимать.

В таком случае должна иметь место теорема Гаусса, являющаяся математическим выражением философского положения о познаваемости мира,

$$J = \oint_S \mathbf{O} d\mathbf{S}, \tag{10}$$

где $\mathbf{O}$ — вектор интенсивности потока отражения, а интеграл берется по замкнутой поверхности, охватывающей изучаемое явление или объект. Между тем при прочих равных условиях различные объекты по-разному реагируют на один и тот же поток отражения. Так, заяц и волк, находясь на одинаковых расстояниях от лисы, реагируют на ее присутствие различным образом. Это значит, что несмотря на одинаковую для них интенсивность потока отражения, векторы напряженности информационно-логического поля для зайца (E_J') и волка (E_J'') неодинаковы. Иными словами, имеет место равенство

$$\mathbf{O} = \frac{\mathbf{E}_J'}{R_1} = \frac{\mathbf{E}_J''}{R_2} = \frac{\mathbf{E}_J}{R}, \tag{11}$$

где R — константа, отражающая специфику логических связей в данных условиях.

Из (10) с учетом (11) имеем

$$J = \oint_S \frac{\mathbf{E}_J}{R} d\mathbf{S}. \tag{12}$$

В случае точечного объекта, находящегося в изотропной среде,

$$E_J = \frac{RJ}{4\pi r^2}, \tag{13}$$

где r — расстояние от объекта до изучаемой точки пространства.

Если подобно электротехнике толковать напряженность информационно-логического поля как логическую связь, приходящуюся на единицу информации, то для вектора логической связи $\mathbf{Л}$ получим

$$\mathbf{Л} = J\mathbf{E}_J \tag{14}$$

В случае двух точечных объектов в изотропной среде из (14) с учетом (13) получаем для логической связи закон, по-

добный законам Ньютона и Кулона в силовых полях:

$$\text{Л} = R\frac{J_1 J_2}{4\pi r^2}\mathbf{r}, \quad \text{или} \quad Л = R\frac{J_1 J_2}{4\pi r^2}. \tag{15}$$

Закон (15) позволяет экспериментально убедиться в справедливости концепции информостатического поля. Действительно, рассматривая, например, помещенных в клетки лису и кролика на расстояниях, значительно превосходящих размеры этих животных, как точечные объекты и изменяя расстояния, можно убедиться, что частота пульса или дыхания их обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

В том же эксперименте вместо пульса можно фиксировать изменение плотности вероятности нахождения мечущихся по клеткам животных в конкретной области клетки или изменение коэффициента корреляции в их поведении. Точно так же можно, изменяя число животных в одной из клеток, убедиться в линейной зависимости логической связи от информации.

В заключение этого раздела отметим, что теорема Гаусса в дифференциальной форме приобретает вид

$$\operatorname{div}\mathbf{O} = \rho_J, \quad \text{или} \quad \operatorname{div}\mathbf{E}_J = R\rho_J. \tag{16}$$

§ 3. Смысловое содержание. Информационный потенциал

Любое распределение информации на фоне наложенных на нее логических связей должно обладать определенным смысловым содержанием. При анализе тех или иных ситуаций мы нередко говорим о том, что они имеют больший или меньший смысл с точки зрения определенных целей. Тем самым мы признаем измеримость смыслового содержания ситуации, хотя и не имели до сих пор способа для соответствующих измерений.

Концепция информационного поля позволяет найти количественную оценку смыслового содержания на основе прослеживания путей реализации логических связей.

Рассмотрим конкретный пример. При охоте лисы на пасущегося на одном месте и не замечающего ее кролика кажется вполне очевидным, что перемещение лисы по окружности с центром в месте расположения кролика при одинаковых со всех сторон условиях обзора и т. п. является бессмысленным. Очевидный смысл имеет лишь приближение лисы к кролику, причем при оговоренных выше условиях безразлично, с какой стороны. Напротив, удаление лисы от кролика явно уменьшает смысловой запас ситуации тем в большей степени, чем больше удаление. Разумеется, высказанные соображения справедливы лишь на фоне охотничьей логики голодной лисы. Для сытой лисы любые перемещения относительно кролика одинаково бессмысленны.

Итак, с учетом того, что направление приращения смыслового содержания противоположно направлению информационного поля, создаваемого кроликом, запишем

$$dC = -Л d\mathbf{r}, \tag{17}$$

где C — смысловое содержание ситуации; $\mathbf{r}$ — радиус-вектор.

Интегрируя (17), получим также

$$\Delta C = -\int_l Л d\mathbf{r}, \tag{18}$$

где l — путь интегрирования.

Поскольку, как выше было отмечено, ΔC не зависит от формы пути интегрирования, а зависит лишь от положения исходной a и конечной b точек пути, то (18) можно переписать в форме

$$\Delta C = -\int_a^b Л d\mathbf{r}. \tag{19}$$

Так взаимное смысловое содержание системы двух точечных источников, обусловленное только их логической связью, получится при интегрировании (15) в такой форме:

$$C = R\frac{J_1 J_2}{4\pi r}. \tag{20}$$

Из независимости изменения смыслового содержания ситуации от формы пути следует, что информостатическое поле является потенциальным и что вместо векторной величины — напряженности поля — мы можем характеризовать его в каждой точке скалярной функцией — потенциалом поля, который есть смысловое содержание, приходящееся на единицу информации.

Разделив обе части соотношения (19) на информацию, получим с учетом (14)

$$П_a - П_b = \frac{\Delta C}{J} = -\int_a^b \mathbf{E}_J d\mathbf{r}, \tag{21}$$

где $П_a$ и $П_b$ — потенциалы информационного поля в точках a и b.

В дифференциальной форме вместо (21) имеет место

$$\mathbf{E}_J = -\operatorname{grad} П. \tag{22}$$

Если, как это принято, положить потенциал бесконечно удаленной точки a равным нулю, то из (21) следует

$$П_b = \int_b^\infty \mathbf{E}_J d\mathbf{r}. \tag{23}$$

При этом информационный потенциал точечного источника информации получится при интегрировании (13):

$$\Pi = \frac{RJ}{4\pi r}. \tag{24}$$

Поскольку потенциал поля системы точечных источников, очевидно, равен сумме потенциалов каждого из источников, то для системы точечных источников имеем

$$\Pi = \sum_{k=1}^{n} \frac{R_k J_k}{4\pi r_k}. \tag{25}$$

В случае непрерывного распределения информации с плотностью ρ_J из (25) следует

$$\Pi = \int_V \frac{R\rho_J}{4\pi r} dV, \tag{26}$$

где интегрирование ведется по всему объему, в котором распределена информация.

Уравнения (16) и (22) в совокупности приводят к уравнению Пуассона применительно к информационному полю

$$\Delta\Pi = -R\rho_J, \tag{27}$$

где

$$\Delta \equiv \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}.$$

Уравнение Пуассона позволяет определить потенциал поля по заданному распределению информации в нем, причем решение его должно совпадать с (26).

В тех участках поля, где отсутствует информация, имеет место уравнение Лапласа

$$\Delta\Pi = 0. \tag{28}$$

§ 4. Емкость носителей информации. Условная энтропия

Читатели, знакомые с цифровой вычислительной техникой, хорошо себе представляют, что информационная емкость однородных структур типа запоминающих устройств определяется просто числом содержащихся в них ячеек, которое мы обозначаем символом n.

С другой стороны, по аналогии с электрическим полем информационная емкость может быть определена как коэффициент пропорциональности между информацией и потенциалом уединенного носителя информации:

$$J = n\Pi. \tag{29}$$

Сравнивая (29) с (1), приходим к выводу, что в качестве потенциала уединенного носителя информации выступает энтропия составляющих его элементов:

$$\Pi = H. \tag{30}$$

Разумеется, все сказанное справедливо лишь в случае равноэнтропийных элементов. В противном случае понятие емкости, строго говоря, теряет смысл. Однако, как можно говорить об усредненной энтропии элементов (7), точно так же можно прибегнуть и к приближенной оценке эквивалентной емкости уединенного носителя информации в случае разноэнтропийных элементов, входящих в его состав:

$$n \simeq \frac{J}{H_{\text{ср}}}. \tag{31}$$

Такой подход соответствует приближенному методу Хоу (метод средних потенциалов), который используется в электротехнике для вычисления электрических емкостей.

Соотношение (30) позволяет сделать очень важный вывод о том, что в качестве потенциала информационного поля выступает энтропия системы.

Как известно из электротехники, потенциал, создаваемый системой двух заряженных тел, равен сумме потенциала, создаваемого одним телом в отсутствие другого, и потенциала, создаваемого другим телом, когда первое заземлено, т. е. его потенциал равен нулю. Соответственно, если наши построения верны, энтропия системы двух информаций также должна слагаться из энтропии, создаваемой одной информацией в отсутствие другой, и энтропии, создаваемой другой информацией, когда энтропия первой равна нулю (т. е. $p_1 = 1$).

Последнее слагаемое, как нетрудно заметить, есть не что иное как условная энтропия, что приводит к известной из теории вероятностей [1] теореме об энтропии сложной системы

$$H_c = H_1 + H(^2/_1) = H_2 + H(^1/_2), \tag{32}$$

или что то же самое, к теореме о произведении вероятностей

$$p_c = p_1 p(^2/_1) = p_2 p(^1/_2). \tag{33}$$

Все это довольно убедительно свидетельствует в пользу информационного поля и энтропии как его потенциала.

Но в таком случае энтропия должна выступать в роли потенциала в уравнениях Пуассона (27) и Лапласа (28), причем с учетом (4) уравнение Лапласа запишется также в форме

$$p\Delta p = \left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial p}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial p}{\partial z}\right)^2, \tag{34}$$

а уравнение Пуассона в форме

$$p\Delta p - \left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)^2 - \left(\frac{\partial p}{\partial y}\right)^2 - \left(\frac{\partial p}{\partial z}\right)^2 = p^2 R \rho_J \ln 2. \qquad (35)$$

Точно так же может быть преобразовано соотношение (21)

$$\mathbf{E}_J = \frac{1}{p \ln 2} \operatorname{grad} p. \qquad (36)$$

Уравнения (34, 35, 36) позволяют вычислять вероятности тех или иных событий в различных точках пространства по соответствующим характеристикам информационного поля и, наоборот, отыскивать эти характеристики по известным условным вероятностям.

§ 5. Смысловое содержание и плотность логических связей информационно-логического поля

Не отвлекаясь на формальный вывод, который можно найти в любом курсе теоретических основ электротехники, запишем по аналогии с выражением для энергии электрического поля выражение для смыслового содержания полного информационного поля, т. е. как собственного смыслового содержания информаций, так и взаимного их смыслового содержания:

$$C = \frac{1}{2}\int_V \rho_J H dV + \frac{1}{2}\int_S \sigma_J H ds = \frac{1}{2R}\int_V E_J^2 dV, \qquad (37)$$

где σ_J — поверхностная плотность информации.

Соответственно объемная плотность смыслового содержания информационного поля запишется в виде

$$c = \frac{E_J^2}{2R} = \frac{OE_J}{2} = \frac{RO^2}{2}. \qquad (38)$$

Выражение (38) описывает смысловое содержание единицы объема информационного поля, в том числе и в отсутствие внутри него какой-либо информации. Но поскольку абсолютно пустое пространство не может обладать никаким смысловым содержанием, то это означает, что носитель смыслового содержания — информационное поле — есть особая форма материи, заполняющая пространство подобно электрическому или гравитационному полям.

Точно так же можно говорить и об объемной плотности вектора логических связей поля:

$$\mathbf{Л} = \rho_J \mathbf{E}_J. \qquad (39)$$

Формула (39), так же как и (38), имеет смысл только при условии признания существования специализированной материи информационно-логического поля, несущей в себе логические связи.

Рассмотрим полное смысловое содержание системы двух носителей J_1 и J_2. Каждая информация создает поле напряженностью $\mathbf{E}_J'$ и $\mathbf{E}_J''$.

Результирующее информационное поле равно $\mathbf{E}_J = \mathbf{E}_J' + \mathbf{E}_J''$.

Полное смысловое содержание поля равно согласно (37)

$$C = \frac{1}{2R}\int E_J^2 dV = \frac{1}{2R}\int E_J'^2 dV + \frac{1}{2R}\int E_J''^2 dV + \frac{1}{2R}\int 2\mathbf{E}_J'\mathbf{E}_J'' dV.$$

Здесь $C_1 = \frac{1}{2R}\int E_J'^2 dV$ и $C_2 = \frac{1}{2R}\int E_J''^2 dV$ — собственные смысловые содержания информаций J_1 и J_2, а $C_{12} = \frac{1}{2R}\int 2\mathbf{E}_J'\mathbf{E}_J'' dV$ — взаимное смысловое содержание. При этом

$$C = C_1 + C_2 + C_{12}. \qquad (40)$$

Несмотря на то, что энтропия существенно положительна, ее градиент E_J может быть любого знака. Следовательно, если собственные смысловые содержания всегда положительны, то взаимное смысловое содержание C_{12} также может быть любого знака. Вместе с тем, поскольку $(\mathbf{E}_J' - \mathbf{E}_J'')^2 \geqslant 0$, т. е. $E_J'^2 + E_J''^2 > 2\mathbf{E}_J'\mathbf{E}_J''$, то в соотношении (40) $C_1 + C_2 \geqslant C_{12}$. Иными словами, при всех обстоятельствах смысловое содержание системы информаций неотрицательно. Этот результат можно еще уточнить.

Действительно, из определения потенциала следует

$$C = JH, \qquad (41)$$

где C — смысловое содержание информации; H — энтропия системы.

Но для системы двух информаций J_1 и J_2, как известно из теории вероятностей, $J = J_1 + J_2$ и $H = H_1 + H_2 + H_{12}$, где H_{12} — взаимная энтропия.

В этом случае из (41) следует

$$C = J_1H_1 + J_2H_2 + J_1H_2 + J_2H_1 + (J_1 + J_2)H_{12}. \qquad (42)$$

Первые два слагаемых (42) есть согласно (40) собственные смысловые содержания информаций J_1 и J_2; последующие слагаемые выражают взаимное смысловое содержание информаций, причем среди них только $(J_1 + J_2)H_{12}$ может быть любого знака. Это значит, что по крайней мере для так называемых независимых событий, для которых $H_{12} = 0$, смысловое содержание системы всегда больше суммы смысловых содержаний составляющих ее информаций на величину $J_1H_2 + J_2H_1$.

Полученный результат заставляет усомниться в действительной независимости событий, которые независимы в статистическом смысле, т. е. условные вероятности которых равны априорным вероятностям. Ведь раз смысловое содержание системы статистически независимых событий больше суммы собственных смысловых содержаний этих событий, значит события все-таки взаимозависимы. Этот парадокс следует, по-видимому, отнести на счет философского положения о всеобщей взаимосвязи и взаимозависимости явлений природы, которая всегда имеет место, но не носит конкретного характера и не находит отражения в изменении вероятностей событий, определяя лишь априорные вероятности. Напротив, статистически зависимые события помимо этой всеобщей взаимосвязи связаны еще какой-либо конкретной зависимостью, которая действует лишь в заданных определенных условиях и отражается в изменении условных вероятностей по сравнению с априорными. В последнем случае с учетом (4) и (5) из (41) следует

$$C = \log p_{ca} \log p_c, \tag{43}$$

где p_{ca} — априорная совместная вероятность, равная произведению априорных вероятностей событий; p_c — истинная совместная вероятность событий.

Из (43) можно заключить, что $C \geqslant 0$, причем равенство смыслового содержания нулю имеет место лишь для полностью связанных событий ($p_c = 1$), а максимальное значение достигается в случае несовместных событий ($p_c = 0$). С учетом этого из (42) следует, что $H_{12} \geqslant -(H_1 + H_2)$. Из (43) следует также, что в случае одного события ($p_c = p_{ca} = p$) его смысловое содержание

$$C = \log^2 p.$$

§ 6. Информационная проницаемость среды

Кажется очевидным, что условия окружающей среды должны оказывать значительное, подчас определяющее, влияние на логические связи между носителями информации. Действительно, если хищник и его жертва, воспринимаемые как абстрактные понятия, всегда связаны охотничьей логикой, то конкретные хищник и потенциальная жертва в конкретных условиях могут этой логики и не проявить. Например, в условиях лесного пожара полностью подавляются все агрессивные инстинкты животных и те спасаются от огня, совершенно не обращая внимания друг на друга. Или в засушливый неурожайный на грибы год вблизи берез можно вообще не встретить подберезовики в то время, как они могут появиться в непересохшем болоте, где не встречаются березы.

В обычных «средних» условиях логические связи, всегда существующие между абстракциями, проявляются лишь в среднем как корреляция в поведении или расположении конкретных носителей информации. Из этого следует сделать вывод, что всякая реальная среда изменяет действие логических связей по сравнению с абстрактными «идеальными» условиями.

В ранее рассмотренных формулах в качестве числовой характеристики степени логической связи, отражавшей особенности среды, выступал коэффициент R, который в дальнейшем мы станем именовать информационной проницаемостью среды.

Конкретное численное значение и размерность R зависят только от выбора единиц измерения вектора логической связи или смыслового содержания. Мы пока воздержимся от такого выбора, ограничившись лишь тем, что обозначим через R_0 значение информационной проницаемости в таких условиях, в которых связь между поведением или расположением носителей информации не носит конкретного характера и соответствует отмеченному в предыдущем параграфе факту всеобщей взаимосвязи явлений природы, понимаемой не как скопление случайных событий, а как единое целое, где все подчинено действию общих законов для всех явлений.

В этих условиях влияние среды будет отражать безразмерная относительная информационная проницаемость R_k, так что в общем случае $R = R_0 R_k$, причем для статистически независимых явлений $R_k = 1$. Иными словами, R_0 относится к статистически независимым явлениям и характеризует естественные энтропические тенденции, а R_k характеризует степень изменения этих тенденций для статистически зависимых явлений.

Что касается размерности R, то приходится принять здесь единицы длины, поскольку только в этом случае энтропия точечных носителей информации безразмерна.

Для суждения о природе относительной информационной проницаемости R_k обратимся к формуле (24) для энтропии точечной информации. Эта формула позволяет вычислить логарифм вероятности того, что некое событие произойдет в тонком сферическом слое, находящемся на расстоянии r от центра, при условии, что все слои вместе содержат информацию J. Иными словами, в общем случае в формуле (24) $\Pi = H_r$, т. е.

$$H_r = \frac{RJ}{4\pi r}.$$

В случае статистически независимых слоев эта энтропия равна априорной энтропии, т. е. информации J_r, а $R=R_0$, таким образом,

$$J_r = \frac{R_0 J}{4\pi r}.$$

Разделив эти формулы друг на друга, получим

$$\frac{H_r}{J_r} = \frac{R}{R_0} = R_k. \qquad (44)$$

И вообще, относительная информационная проницаемость есть отношение совместной энтропии событий к их информации и может быть непосредственно подсчитана как отношение логарифма совместной вероятности событий в заданной области к логарифму априорной совместной вероятности событий в той же области. При этом, конечно, все равно, какими логарифмами воспользоваться, — двоичными, десятичными или натуральными. Из изложенного, естественно, вытекает также, что

$$p_1 p\,({}^2/_1) = (p_1 p_2)^{R_k} = p_2 p\,({}^1/^2). \qquad (45)$$

Это означает, что в зависимости от того, больше или меньше условная вероятность по отношению к априорной, относительная информационная проницаемость может быть соответственно меньше или больше единицы, но всегда положительна. В предельном случае несовместных событий, когда $p_{усл}$ равно нулю, R_k равно бесконечности. В случае статистической независимости событий, когда $p_{усл}=p$, имеем $R_k=1$. Наконец, для неслучайных событий $R_k=0$.

Можно указать на простую связь между относительной информационной проницаемостью и избыточностью информации U. По определению имеем для последней $U=1-H/J$, откуда с учетом (44) получим $U=1-R_k$, или

$$R_k = 1 - U. \qquad (46)$$

Обсудим теперь роль абсолютной информационной проницаемости R_0 в теории информационного поля. Термином «информационная проницаемость» мы воспользовались, желая подчеркнуть полевой характер информационных процессов и охарактеризовать степень проникновения информационного поля в данную среду. Однако поскольку R, как уже отмечалось, характеризует энтропические тенденции в природе, уместно применительно к R прибегнуть также к термину «постоянная энтропии». В этом случае R_0 пришлось бы назвать «абсолютной постоянной энтропии», а R_k — «относительной постоянной энтропии».

Каждый из этих терминов имеет свои достоинства, и будущее должно показать, какой из них более целесообразен. Пока же в дальнейшем изложении мы будем пользоваться только термином «информационная проницаемость».

Рассмотрим более подробно механизм формирования информационной проницаемости на примере сферически симметричной задачи.

С этой целью запишем по аналогии с электрическим потенциалом формулу для энтропии сферической поверхности, охватывающей информацию $J=-\log_2 p$, равномерно распределенную внутри сферы радиусом r_0,

$$H_{r_0} = \frac{RJ}{4\pi r_0}.$$

Поскольку равномерное распределение носителей указывает на их статистическую независимость, то для рассматриваемой системы $H_r=J_r$ и $R=R_0$, а плотность информации $\rho_J = \dfrac{J}{\frac{4}{3}\pi r_0^3}$. Если в этих условиях обозначить толщину тонкой сферической поверхности через Δr, то внутри слоя такой толщины окажется $4\pi r_0^2 \Delta r \rho_J$ информации.

Иными словами, энтропия интересующей нас поверхности сферы будет равна

$$H_{r_0} = 2\pi r_0^2 \Delta r \rho_J = \frac{12\pi \Delta r J}{4\pi r_0},$$

откуда с учетом исходной формулы для энтропии сферы получим

$$R_0 = 12\pi \Delta r.$$

Таким образом, абсолютная информационная проницаемость полностью определяется выбором толщины поверхности, для которой вычисляется энтропия. Этот выбор определяет количество бит энтропии в слое Δr, отстоящем на 1 м от центра сферы, содержащей 1 бит информации. Если принять толщину слоя равной 1 м, то в этих условиях слой займет весь объем сферы, т. е. получится, что $H=J=1$ бит, а $R_0=4\pi$. В дальнейшем будем придерживаться этой системы единиц. С учетом полученного значения R_0 из формулы для взаимного смыслового содержания точечных носителей информации $C=\dfrac{RJ_1J_2}{4\pi r}$ следует, что единица смыслового содержания равна 1 бит². Пользуясь правом первооткрывателей, назовем эту единицу Шеннoном (Ш) в честь одного из основателей теории информации. Тогда 1 Ш=1 бит². Отсюда согласно (15), естественно, получается, что единица логической свя-

эи равна 1 Ш/м. Эту единицу уместно назвать Винером (Вн) в честь основателя кибернетики.

Тогда 1 Вн = 1 Ш/м = 1 бит²/м.

Конечно, предложенная система единиц не является единственно возможной, но она вытекает из общепринятого пока способа измерять энтропию и информацию в одних и тех же единицах.

Между тем, мы могли бы воспользоваться вместо (4) принятым в физике термодинамическим определением энтропии, где последняя измеряется в Дж/град. При этом 1 бит = $=10^{-23}$ Дж/град, а в состав R_0 вошла бы постоянная Больцмана $k=1{,}38\cdot10^{-23}$ Дж/град.

Разумеется, такой подход, пропагандируемый, например, французским ученым Бриллюэном, также вполне оправдан, тем более, что тогда пришлось бы принять Δr (и это весьма логично!) близким к минимальному пределу линейных размеров, при которых законы физики еще сохраняют силу.

Но вернемся к информации, сосредоточенной внутри сферической поверхности, и попытаемся установить связь между значением R_0 и параметрами нормального распределения вероятностей.

Как мы видели, информация в пределах тонкого сферического слоя, расположенного на расстоянии r от центра сферы, равна

$$H=-\log_2 p_k=\frac{4\pi r^2\Delta r J}{\frac{4}{3}\pi r_0^3}=4\pi r^2\Delta r\rho_J,$$

т. е.

$$p_k=\exp(-4\pi r^2\Delta r\rho_J\ln 2)=\exp\left(-\frac{\ln 2}{3}\rho_J R_0 r^2\right).$$

Иначе говоря, вероятность того, что событие произойдет в тонком сферическом слое Δr, распределена по r по нормальному закону со среднеквадратическим отклонением

$$\sigma=\sqrt{\frac{3}{2\ln 2\rho_J R_0}}.$$

Итак, абсолютная информационная проницаемость определяет связь между дисперсией радиуса и плотностью информации при ее равномерном распределении.

Зная информационную проницаемость, можем определить информационные емкости в тех или иных ситуациях, воспользовавшись готовыми формулами для электрических емкостей, в которых нужно лишь заменить ε величиной $1/R$. Знание же информационных емкостей n позволяет в свою очередь определить информацию не только как сумму энтропий отдельных элементов (2), но и через энтропию эквиэнтропийной

поверхности, охватывающей все носители информации: $J=$ $=nH_k$. Иными словами, информационная емкость позволяет определить априорную вероятность события внутри замкнутой поверхности по вероятности p_k события на самой поверхности: $p=p_k^n$.

§ 7. Обмен информацией. Информационный ток

Любые процессы, доступные нашему наблюдению, сопровождаются обменом информацией между участвующими в них системами и окружающей средой. Да и само наблюдение за этими процессами подразумевает восприятие наблюдателем соответствующих потоков информации. Очевидно, что одни потоки приносят за ограниченный отрезок времени много информации, другие — мало. Удобной для сопоставления информационных потоков мерой служит информационный ток I_J, который естественно определить как информацию, приносимую потоком в каждую секунду времени:

$$I_J=\frac{dJ}{dt}. \tag{47}$$

В дальнейшем нам еще потребуется вектор плотности информационного тока $\mathbf{j}_J$, который мы определим здесь как ток, протекающий через единицу площади поперечного сечения информационного потока:

$$\mathbf{j}_J=\frac{dI_J}{dS}. \tag{48}$$

Рассмотрим подробнее, из чего же слагается информационный ток, т. е. как обеспечивается перенос информации. Довольно легко придти к выводу, что один из самых распространенных способов передачи информации — это перенос ее вместе с самими носителями информации. Здесь, однако, можно усмотреть два различных рода информационных токов, различающихся источниками энергии, расходуемой на перенос носителей. Так, распространение запахов, несущих сведения о пище, опасности и т. п., осуществляется за счет тепловой диффузии молекул в воздухе, а также за счет энергии потоков воздуха, которые не зависят от адресата или корреспондента. При этом направление передачи сообщений не обязательно согласуется с вектором логических связей информационного поля, подобно тому как в электрических полях ток переноса (конвекции) не обязательно согласуется с вектором напряженности поля и может течь даже навстречу полю. Это дает основание именовать в дальнейшем такого рода информационные токи токами переноса.

Очевидно, вектор плотности информационного тока переноса $\mathbf{j}_п$ равен произведению плотности переносимой информации на скорость переноса: $\mathbf{j}_п = \rho_J \mathbf{U}$.

Помимо информационных токов переноса, можно усмотреть также токи, возникающие под управляющим воздействием информационного поля и согласные с ним. Примером могут служить три первые ситуации, рассмотренные во введении, когда люди, животные и растения, чувственно воспринимая информационное поле, следовали его управляющим воздействиям, используя для перемещений свою внутреннюю биологическую энергию. Эти способные перемещаться в информационном поле биологические носители информации совершенно подобны свободным зарядам в электрическом поле, образующим там ток проводимости. Назовем этот всегда согласованный с информационным полем ток информации, образованный носителями, способными чувственно воспринимать поле и обладающими запасом энергии для перемещений, чувственным током.

Подобно тому как свободные заряды в электрическом поле характеризуются подвижностью, биологическим объектам в информационном поле также свойственна подвижность b, которую мы опишем как скорость движения, приходящуюся на единицу напряженности информационного поля,

$$b = \frac{v}{E_J}, \tag{49}$$

имеющую размерность м²/с·бит. Например, подвижность лошади больше подвижности овцы, так как при одинаковой опасности со стороны стаи волков лошади развивают значительно большую скорость, чем овцы.

Формально вектор плотности чувственного тока $\mathbf{j}_r$ описывается так же, как и ток переноса $\mathbf{j}_п$, с той лишь разницей, что вместо скорости переноса должна фигурировать скорость собственного движения, определяемая из (49):

$$\mathbf{j}_r = \rho_J b \mathbf{E}_J. \tag{50}$$

Соотношение (50) является, по существу, дифференциальной формой информационного закона Ома, в котором $\rho_J b = \gamma_J$ — удельная информационная проводимость. Соответственно в интегральной форме

$$H = I_J \tau, \tag{51}$$

причем информационное сопротивление $\tau = l/\gamma S$ имеет размерность времени и может измеряться непосредственно как время передачи одного носителя информации. В случае, если, как это бывает в искусственных системах связи, имеется m параллельных каналов, в каждом из которых информация

передается импульсами с частотой f или периодом T, то $\tau = 1/mf = T/m$.

Применяя формулу к участку чувственной передачи информации, получим с учетом (51)

$$C = I_J H t = I_J^2 \tau t = \frac{H^2}{\tau} t. \tag{52}$$

Соотношение (53) позволяет определить смысловое содержание информации, переданной за время t.

Тогда смысловая мощь информационного тока

$$N = \frac{dC}{dt} = I_J H = I_J^2 \tau = \frac{H^2}{\tau}. \tag{53}$$

На первый взгляд может показаться, что рассмотренными процессами исчерпываются все способы передачи сообщений. Между тем мы хорошо знаем, что люди и животные часто действуют, руководствуясь не полученными сведениями, а интуитивно. Интуиция играет важнейшую роль в биологических системах, снабжая их сведениями в тех случаях, когда эти сведения невозможно заполучить посредством переноса носителей информации.

Можно сказать, что интуиция есть акт непосредственного восприятия информационно-логического поля специализированной нервной тканью. Применительно к человеку это подразумевает обладание шестым чувством, органом которого является, вероятно, мозг.

Итак, в мозг каким-то образом без видимых носителей проникает информация. Следовательно, должен существовать соответствующий информационный ток, который мы назовем током интуиции.

Поскольку этот ток передается без носителей информации, напрашивается аналогия с током смещения в электрическом поле, который также течет сквозь пространство, не содержащее носителей заряда. В таком случае по аналогии с током смещения для вектора плотности тока интуиции $\mathbf{j}_и$ пригодно описание

$$\mathbf{j}_и = \frac{\partial \mathbf{O}}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\mathbf{E}_J}{R}\right). \tag{54}$$

Выражение (54) может быть получено и формально. Ведь согласно (48) интеграл по произвольной замкнутой поверхности должен быть равен сумме токов носителей информации сквозь эту поверхность, т. е. информации, проникающей сквозь нее за одну секунду и изменяющей общее количество информации внутри замкнутой поверхности,

$$\oint_S \mathbf{j}_J d\mathbf{S} = -\frac{\partial J}{\partial t}. \tag{55}$$

Это — уравнение непрерывности, имеющее в дифференциальной форме вид

$$\operatorname{div} \mathbf{j}_J = -\frac{\partial \rho_J}{\partial t}, \tag{56}$$

где $\mathbf{j}_J = \mathbf{j}_r + \mathbf{j}_\text{и}$.

Однако согласно теореме Гаусса (16)

$$\operatorname{div} \mathbf{j}_J = -\frac{\partial}{\partial t} \operatorname{div} \mathbf{O} = \operatorname{div}\left(-\frac{\partial \mathbf{O}}{\partial t}\right),$$

откуда следует

$$\mathbf{j}_J = -\frac{\partial \mathbf{O}}{\partial t}. \tag{57}$$

Из (57) следует, что токам переноса и чувственному, направленным внутрь замкнутой поверхности, соответствует ток интуиции, направленный изнутри наружу, так что полный ток равен нулю:

$$\operatorname{div} \mathbf{j}_J = 0, \tag{58}$$

где $\mathbf{j}_J = \mathbf{j}_r + \mathbf{j}_\text{и} + \mathbf{j}_\text{ч}$.

Можно заметить, что в неживой природе носители информации передаются лишь током переноса, в животном мире — преимущественно чувственным током, а для растений характерно в слабой степени то и другое. Поэтому неживая природа формально аналогична диэлектрику в электротехнике, живая природа — проводнику, а растительный мир — полупроводнику.

§ 8. Логические связи движущихся носителей информации

Как мы видели в предыдущем разделе, логические связи между статическими информациями носят довольно однообразный характер. Они выражаются лишь в том, что те или иные носители информации либо сопутствуют друг другу, либо избегают друг друга, что определяет величину R в законе (15).

Естественно, что взаимодействуют между собой и движущиеся носители информации, причем их взаимодействие гораздо более разнообразно, нежели в случае статических информаций. Рассмотрим несколько примеров. Хорошо известно, что люди и животные, имеющие одинаковые пространственные цели, тяготеют друг к другу, объединяясь в группы и стаи при движении в одном направлении. Напротив, движения во встречных направлениях всегда разделяются по высоте, по разным сторонам улиц и дорог и т. д. Этот пример «тяготения» и антагонизма согласных и встречных информационных токов соответствует притяжению и отталкиванию электрических токов и наводит на мысль о существовании разновидности информационно-логического поля, подобной магнитному полю токов в электротехнике.

Поскольку эта разновидность поля связана с фиксацией целей движения, назовем ее целевым полем.

Формальная аналогия между силовым взаимодействием электрических токов и логическим взаимодействием информационных токов особенно ярко проявляется в случаях, когда взаимодействующие токи текут под углом друг к другу. Так, на нерегулируемом перекрестке трамвайных линий выехавший первым и занявший перекресток своим трамваем вожатый уже не обращает никакого внимания на подъезжающий справа и слева под прямым углом к его трамваю транспорт, в то время как вожатый, ведущий трамвай в поперечном направлении и подъезжающий к уже занятому первым трамваем перекрестку, должен отреагировать торможением.

Эта ситуация в точности соответствует взаимодействию аналогичным образом расположенных элементов электрических токов, когда сила действует лишь на элемент, продолжение которого упирается в другой элемент, и не действует на последний.

Легко, однако, натолкнуться на примеры, когда имеет место логическое взаимодействие, внешне схожее с рассмотренным, но при отсутствии видимого движения носителей информации. Так, люди объединяются в политические партии или клубы, а животные в стада и в тех случаях, когда это не связано с механическим перемещением в пространстве, т. е. когда объединяющая их цель может быть достигнута путем неких структурных изменений системы. Эти случаи формально сводятся к аналогии с взаимодействием постоянных магнитов и хорошо объясняются циркуляцией информации по замкнутым контурам внутри мозга (едино- или инакомыслие), т. е. в конечном итоге речь опять идет о взаимодействии информационных токов, которые, хотя и недоступны прямому наблюдению, создают тем не менее целевые поля, вступающие в обычные логические взаимодействия. Это позволяет заключить, что излагаемая теория может оказаться эффективным средством математического описания и анализа общественных процессов и социальных явлений. Пока же отметим, что логика движения транспорта на улицах и перекрестках как будто специально существует для иллюстрации правильности концепции целевого поля и удобства соответствующего математического аппарата.

Итак, по аналогии с магнитным полем определим вектор логической связи между двумя линейными элементами dl_1 и dl_2 информационных токов I_J' и I_J'' в форме

$$\text{Л}_{12} = \frac{I_J' I_J''}{4\pi a r_{12}^2} [\mathbf{dl}_2 \times (\mathbf{dl}_1 \times \mathbf{r}_{12})], \qquad (59)$$

где $\times$ — знак векторного произведения.

Поскольку, как отмечалось, в целевом поле не соблюдается принцип взаимности, т. е. $\text{Л}_{12} \neq -\text{Л}_{21}$, то (59) описывает лишь влияние первого элемента на второй. Для встречного влияния справедлива формула

$$\text{Л}_{21} = \frac{I_J' I_J''}{4\pi a r_{21}^2} [\mathbf{dl}_1 \times (\mathbf{dl}_2 \times \mathbf{r}_{21})],$$

причем $\mathbf{r}_{21} = -\mathbf{r}_{12}$, a — характеристическая константа, имеющая размерность ускорения, которую мы в дальнейшем будем называть целевой проницаемостью.

Соответственно вектор напряженности целевого поля **Ц** равен

$$\text{Ц}_{12} = \frac{I_J'}{4\pi a r_{12}^2} (\mathbf{dl}_1 \times \mathbf{r}_{12}). \qquad (60)$$

Таким образом, вместо (60) с учетом (61) имеем

$$\text{Л}_{12} = I_J'' (\mathbf{dl}_2 \times \text{Ц}_{12}), \quad \text{или} \quad \text{Л} = I_J (\mathbf{dl} \times \text{Ц}). \qquad (61)$$

Если перейти от элементов тока к токам конечной длины, то (61) придется интегрировать по длине. В частности, для замкнутых контуров тока

$$\text{Л} = I_J \oint_l (\mathbf{dl} \times \text{Ц}). \qquad (62)$$

Необычная последовательность сомножителей под интегралом связана с тем, что векторное произведение не безразлично к этой последовательности, т. к. отсчет направления поворота для определения вектора **Л** ведется от первого сомножителя ко второму. Если элемент тока создается движением одного носителя информации, т. е. $I_J \mathbf{dl} = I\mathbf{v}$, то вместо (61) имеем

$$\text{Л} = I (\mathbf{v} \times \text{Ц}). \qquad (63)$$

Нужно иметь в виду, что понятия «линейные элементы тока» и «линейные токи», которыми мы оперировали выше, имеют смысл для реальных токов только в том случае, если размеры их сечений достаточно малы по сравнению с расстояниями между элементами. Так, формулы (60, 61, 62) при $r \to 0$ устремляют к бесконечности значения соответствующих величин, т. е. теряют смысл.

Однако, переходя в этих формулах к дифференциалам и учитывая, что по определению плотности тока $dI_J = \mathbf{j}_J dS$, получим

$$d\text{Ц} = \frac{dI_J}{4\pi a r^3} (\mathbf{dl} \times \mathbf{r}) = \frac{\mathbf{j}_J ds}{4\pi a r^3} (\mathbf{dl} \times \mathbf{r}) = \frac{dV}{4\pi a r^3} (\mathbf{j}_J \times \mathbf{r}),$$

$$d\text{Л} = dI_J (\mathbf{dl} \times \text{Ц}) = \mathbf{j}_J ds (\mathbf{dl} \times \text{Ц})\, dV. \qquad (64)$$

Из второго уравнения (64) следует выражение для объемной плотности логических связей в целевом поле

$$\text{л} = \frac{d\text{Л}}{dV} = \mathbf{j}_J \times \text{Ц}. \qquad (65)$$

Интегрируя первое уравнение (65) по объему, занятому током, получим выражение для **Ц**, справедливое во всех случаях,

$$\text{Ц} = \frac{1}{4\pi a} \int_V \frac{\mathbf{j}_J \times \mathbf{r}}{r^3} dV. \qquad (66)$$

Вернемся к соотношению (63). Это соотношение характеризует только логику движения носителя информации J в целевом поле (целевую логику). Между тем ничто не мешает носителю информации находиться также в логической связи информостатического типа с полем E_J, создаваемым, например, другими неподвижными носителями. В таком случае для вектора логической связи должно быть справедливо соотношение, подобное соотношению для лоренцовой силы в электротехнике,

$$\text{Л} = J (\mathbf{E}_J + \mathbf{v} \times \text{Ц}). \qquad (67)$$

Последнее соотношение полностью описывает сколь угодно сложные логические связи одиночного носителя информации в произвольной ситуации, где $\mathbf{v}$ — скорость движения исследуемого носителя информации относительно условно неподвижных носителей, причем все носители создают в месте нахождения исследуемого носителя статическое поле напряженностью $\mathbf{E}_J$; **Ц** — напряженность целевого поля в той же точке, создаваемого только движением других носителей относительно носителей, принятых за неподвижные. Эта несколько громоздкая тирада должна, по мысли автора, продемонстрировать читателям относительность понятий «информостатическое» и «целевое поле» и навести их на мысль о том, что реально существует лишь единое информационное поле, а его разновидности проявляют себя только в зависимости от произвольного выбора системы координат.

Действительно, ввиду относительности движения всегда можно считать, что не исследуемый носитель информации движется относительно других носителей, а, напротив, те движутся относительно него, и в этом случае речь может идти о взаимодействии исследуемого носителя лишь с соответственным образом пересчитанным статическим полем, хотя **Л** должен остаться тем же самым.

В заключение отметим, что по аналогии с формулами магнитного поля вместо (66) можно пользоваться дифференциальным соотношением

$$a \operatorname{rot} \mathbf{Ц} = \mathbf{j}_J, \tag{68}$$

Последнее может быть переписано также в форме

$$\operatorname{rot} \mathbf{И} = \mathbf{j}_J, \tag{69}$$

где $\mathbf{И} = a\mathbf{Ц}$ — вектор интуиции, который нужно интерпретировать как плотность потока интуиции, создаваемого тем или иным явлением вне зависимости от логических связей с окружающим миром. Это, если так выразиться, интуиция в себе, недоступная непосредственному восприятию. Напротив, напряженность целевого поля есть проявление знания через логические связи с окружающим миром, т. е. интуиция для нас.

Из (69) с учетом (58) следует также

$$\operatorname{div} \mathbf{И} = 0, \tag{70}$$

что означает замкнутость потока интуиции, не имеющего источников.

Положив $\mathbf{Ц} = \operatorname{rot} \mathbf{A}_J$, придем к понятию векторного потенциала $\mathbf{A}_J$, смысл которого пока не ясен, но который с помощью (70) позволяет в этом случае придти к уравнениям типа Пуассона *:

$$\Delta \mathbf{A}_J = -\frac{\mathbf{j}_J}{a}, \tag{71}$$

то есть

$$\Delta A_x = -\frac{j_x}{a},$$

$$\Delta A_y = -\frac{j_y}{a},$$

$$\Delta A_z = -\frac{j_z}{a}.$$

---

* Использована формула векторного анализа.

$$\operatorname{rot} \operatorname{rot} \mathbf{A} = \operatorname{grad} \operatorname{div} \mathbf{A} - \Delta \mathbf{A},$$

где $\Delta \equiv \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \equiv \nabla^2$.

§ 9. Логические взаимодействия линейных токов с контурами и замкнутых контуров между собой

Из формулы (60) следует, что логическое взаимодействие элементов линейных информационных токов обратно пропорционально целевой проницаемости среды. Вполне естественно, что условия взаимодействия токов могут быть как благоприятными, так и неблагоприятными. Например, перемещение военнослужащих освободительной армии на освобожденной территории с дружественным населением в принципе возможно в индивидуальном порядке, т. е. поодиночке. Напротив, перемещение военнослужащих оккупационной армии в условиях развитого движения сопротивления на оккупированной территории возможно лишь более или менее значительными группами. Если в первом случае вектор логической связи между движущимися носителями информации приближается к нулю, то во втором случае логическая связь весьма ощутима.

Представляется целесообразным ввести в рассмотрение логическую связь между токами в абстрактной «нейтральной» среде, которая соответствует логической связи «по идее», в теории. Такая связь должна характеризоваться исходной (абсолютной) целевой проницаемостью a_0. Помещение взаимодействующих токов в реальную среду изменит модуль **Л** в a_k раз, где a_k — относительная целевая проницаемость, так что $a = a_0 a_k$. При этом a_k — величина безразмерная и равная отношению модуля **Л** в нейтральной среде (теоретическое значение **Л**) к модулю его в реальных условиях.

В тех случаях, когда имеет место логическое взаимодействие тока или одиночного движущегося носителя информации с неподвижным объектом, целевое поле которого создается недоступной прямому наблюдению внутренней циркуляцией информации (или согласным вращением носителей), то, как это следует из (61) и (63), такое взаимодействие в явном виде не зависит от целевой проницаемости. Это вполне понятно, поскольку согласно (57) такая зависимость просто укрылась за напряженностью целевого поля, которая в этом случае одна только и доступна наблюдению, а не создающий ее информационный ток. И если при изменении условий (среды) логическое взаимодействие остается прежним, то отсюда следует, что соответственно меняются создающие **Ц** токи, которые мы не в состоянии фиксировать. Если же, наоборот, мы станем определять внутренние информационные токи по напряженности их поля для разных условий с помощью (61), то зависимость этих токов от целевой проницаемости сразу станет явной.

Наконец, если логически посредством целевого поля взаимодействуют между собой внешне неподвижные объекты, или, что то же самое, замкнутые контуры информационных токов, то такое взаимодействие должно быть прямопропорционально целевой проницаемости среды. Действительно, выразив в (62) ток через создаваемое им поле с помощью (60), получим линейную зависимость **Л** от a.

Интересно отметить, что из приведенных замечаний следует, во-первых, ослабление логических связей при ухудшении внешних условий (возрастание a) для токов информации, носители которой не способны приспосабливаться к этим изменениям.

Во-вторых, если логически взаимодействуют неизменный ток информации и объект, наделенный способностью к адаптации, т. е. изменяющий свои внутренние информационные токи при изменении условий (например, интенсифицируя свою умственную деятельность), то это взаимодействие, естественно, не зависит от внешних условий, по крайней мере в известных пределах.

И, в-третьих, при логическом взаимодействии адаптирующихся объектов (например, людей) ухудшение условий, вызывая обоюдную интенсификацию токов информации, приводит даже к усилению логического взаимодействия. Этот вывод качественно хорошо соответствует житейской практике, которая подтверждает, что именно в условиях кризисов и материальных невзгод возрастает стремление людей к объединениям по классовому признаку (в профсоюзы и предпринимательские патронаты) и наблюдается существенный рост классового самосознания. С другой стороны, в таких условиях можно отметить соответствующее обострение классовых антагонизмов между людьми, социальное мышление которых противоположно, что в грубом приближении соответствует встречной циркуляции в их нервных системах одинаковой, по существу, информации.

Напротив, периоды относительного материального благополучия (случай уменьшения a) характеризуются снижением политической активности и ростом индивидуализма, создающими подчас иллюзию «классового мира». Если придерживаться представления о том, что целевое поле каждого индивидуума подобно магнитному полю создается циркуляцией информационных токов внутри его нервных комплексов (в мозге), то многие явления общественной жизни качественно хорошо описываются как результат взаимодействия индивидуальных целевых полей. Помимо вышеприведенных примеров сошлемся в этой связи еще на такой феномен, как диктат общественного мнения, когда некое согласованное целевое поле множества индивидуумов (коллектива) диктует в

известной степени образ мыслей каждому из них, требуя очевидно ориентации индивидуальных контуров информационного тока в согласии с суммарным целевым полем, что совершенно аналогично ориентации контуров электрического тока в магнитном поле.

Такой подход в принципе допускает внушение определенного образа мыслей, а следовательно, и действий одним человеком другому без непосредственного их общения путем только умственных усилий при обязательном условии, что они уже располагают одинаковой, но циркулирующей вначале по взаимно несогласованным контурам информацией. В этом случае акт внушения эквивалентен простому согласованию контуров, причем внушающий должен обладать большой стойкостью к внешнему целевому полю (сильной волей), а внушаемый, напротив, должен быть расположен к действию поля. Отметим еще раз, что информационное поле не располагает запасом энергии для всякого рода механических эволюций и что поэтому все описываемые явления реализуются за счет собственной биологической энергии каждого индивидуума и по его доброй воле. Это значит, что, например, классовая солидарность или внушение определенного образа мыслей не могут быть навязаны индивидууму без его согласия или без воздействия иных внешних обстоятельств вроде экономического принуждения.

Сказанное выше, с одной стороны, заставляет признать, что в повсеместно гонимой парапсихологии, по крайней мере в отношении внушения в соответствующих условиях, возможно, есть некое рациональное зерно, разумеется, если его отделить от плевел мистики и иллюзионизма; а с другой стороны, заставляет решительно опровергнуть возможность какого бы то ни было телекинеза, т. е. перемещения и деформации неодушевленных предметов за счет умственных усилий, которые, как мы знаем, соответствующего запаса энергии не имеют. Чтобы исключить недоразумения, подчеркнем, что внушение посредством стационарного целевого поля не сообщает знания, а лишь ориентирует умственную деятельность в направлении определенных целей.

Определим теперь смысловое содержание целевого поля, воспользовавшись аналогией его с энергией магнитного поля и не повторяя соответствующих выкладок, известных из курса теоретических основ электротехники. Согласно этой аналогии

$$C = \frac{1}{2}\int_V \text{ИЦ}\,dV, \tag{72}$$

или в дифференциальной форме

$$c = \frac{\text{ИЦ}}{2} = \frac{a\text{Ц}^2}{2} = \frac{\text{И}^2}{2a}. \tag{73}$$

Отсюда для объемной плотности логики целевого поля имеем

$$\text{Л} = -\operatorname{grad} c = -a\text{Ц} \operatorname{grad} \text{Ц} = -\frac{\text{И}}{a} \operatorname{grad} \text{И}, \qquad (74)$$

причем (74) не зависит от направления векторов напряженности и интуиции.

Выражения (72, 73, 74) исходят из концепции целевого поля, согласно которой поле пронизывает все пространство вне зависимости от наличия в нем информационных токов. Между тем, смысловое содержание целевого взаимодействия токов может быть описано и непосредственно, исходя из принципа дальнодействия:

$$C_{12} = \int_{V_1}\int_{V_2} \frac{\mathbf{j}_1\mathbf{j}_2 dV_1 dV_2}{4\pi a r} = M I_1 I_2;$$

$$C = \iint_V \frac{\mathbf{j}_j\mathbf{j}_j' dV dV'}{4\pi a r} = L I_j^2, \qquad (75)$$

где C_{12} — взаимное смысловое содержание целевого взаимодействия разных токов; C — собственное смысловое содержание тока; V_1 и V_2 — объемы, занятые токами I_1 и I_2; dV и dV' — элементы объема, занятого током I_j; r — расстояние между элементами объемов.

$$M = \frac{1}{4\pi a I_1 I_2} \int_{V_1}\int_{V_2} \frac{\mathbf{j}_1\mathbf{j}_2 dV_1 dV_2}{r},$$

$$L = \frac{1}{4\pi a I_j^2} \iint_V \frac{\mathbf{j}_j\mathbf{j}_j' dV dV'}{r}. \qquad (76)$$

Коэффициенты пропорциональности в формулах (75) M и L, зависящие только от формы и расположения токопроводов, а также от целевой проницаемости среды и не зависящие от самих токов, по аналогии с индуктивностями в электротехнике уместно назвать соответственно взаимной и собственной интуитивностями. Эти коэффициенты имеют размерность квадрата времени и характеризуют степень интуитивной связи между системами или отдельными элементами внутри каждой системы вне зависимости от циркулирующей в них информации. Применительно к человеку они характеризуют способность к интуитивному познанию (M) и самовнушению (L), а применительно к коллективам людей M характеризуют степень взаимопонимания в них.

Для линейных замкнутых контуров информационных токов справедлива также формула

$$M = \frac{1}{4\pi a} \oint_{l_1}\oint_{l_2} \frac{dl_1 dl_2}{r}. \qquad (77)$$

Теперь с учетом (75) вектор логической связи информационных токов можно записать в форме

$$\text{Л} = -I_1 I_2 \operatorname{grad} M, \qquad (78)$$

а вектор логической связи элементов одного и того же тока — в форме

$$\text{Л} = -I_j^2 \operatorname{grad} L. \qquad (79)$$

Отметим в заключение этого раздела, что выражения для взаимных и собственных интуитивностей должны совпадать с соответствующими выражениями для индуктивностей в электротехнике, если в последних сделать замену $\mu = 1/a$.

§ 10. Информационная интуиция. Информационные цепи

Выше мы рассматривали целевое взаимодействие стационарных информационных полей и токов, имея впрочем в виду, что этот подход справедлив также и в случае медленно меняющихся ситуаций. Теперь же обратимся к ситуациям, в которых информационные поля или токи претерпевают сравнительно быстрые изменения. Поскольку до сих пор в явлениях и законах природы мы все время встречали качественное подтверждение формальной аналогии между электрическим и информационным полями, воспользуемся ею для описания быстроменяющихся ситуаций.

Согласно этой аналогии к изменяющимся целевым полям должен быть применим закон, подобный закону электромагнитной индукции,

$$H_и = -\frac{d}{dt} \int_S \text{Ц} d\mathbf{S}, \qquad (80)$$

где $H_и$ — энтропия интуиции, соответствующая ЭДС в электротехнике.

Закон информационной интуиции (80), формально выводимый из (67), утверждает, что в случае изменения целевого потока сквозь поверхность, ограниченную замкнутым контуром, в последнем возбуждается интуитивная энтропия, способная при наличии очувствленных носителей вызвать чувственный ток. При этом согласно принципу относительности безразлично, происходит изменение целевого потока во времени или в пространстве за счет перемещения контура. В качестве иллюстрации правдоподобия закона (80) рассмотрим

движение транспорта в районе сооружаемого на пути наступающего противника оборонительного рубежа. Схематично представив движение транспорта в виде замкнутого контура, соединяющего строительство с тыловыми базами снабжения, в котором ввиду интенсивности организовано одностороннее движение, легко убедиться, что интенсивность движения всякий раз возрастает по мере ускорения наступления противника и снижается при замедлении наступления вплоть до консервации и демонтажа в случае отступления. При быстром отступлении противника и демонтаже оборонительных сооружений направление информационного тока в оговоренном транспортном контуре, естественно, изменится на противоположное. При этом имеется в виду не движение транспортных средств (которое может и не менять направления), а движение строительных материалов, вооружения и другого оснащения, несущего информацию в данном случае.

Рассматривая этот и подобные примеры, всегда следует помнить, что наблюдению доступны лишь информационные токи, вызываемые интуитивной энтропией, но не сама энтропия, которая может быть лишь вычислена, если известно информационное сопротивление:

$$H_и = I_J \tau - \sum H_k, \qquad (81)$$

где ΣH_k — сумма энтропий неинтуитивного происхождения.

В дифференциальной форме закон информационной интуиции принимает вид

$$\operatorname{rot} \mathbf{E}_J = -\frac{\partial \mathbf{Ц}}{\partial t}. \qquad (82)$$

Из (83) следует, что вихри информостатического поля возникают во всех точках пространства, в которых эволюционирует целевое поле. Однако возбужденное таким способом информационное поле в отличие от поля неподвижных носителей информации не является потенциальным и поэтому в нем интеграл по замкнутому контуру от напряженности поля не равен нулю.

Действительно, по теореме Стокса

$$\oint_l \mathbf{E}_J d\mathbf{l} = \int_S \operatorname{rot} \mathbf{E}_J d\mathbf{S} = -\frac{d}{dt} \int_S \mathbf{Ц} d\mathbf{S} = H_и. \qquad (83)$$

Отметим, что из уравнения (82) следует также

$$\operatorname{div} \mathbf{Ц} = 0. \qquad (84)$$

В заключение преобразуем уравнения (54) и (69) к виду, подобному (82). В отсутствие свободных носителей информации получим

$$\operatorname{rot} \mathbf{И} = \frac{\partial \mathbf{O}}{\partial t}. \qquad (85)$$

Из (82) и (85) следует, что не только эволюция целевого поля приводит к появлению вихрей информостатического поля, но и эволюция информостатического поля (поля отражения) приводит к появлению вихрей целевого поля. Это значит, что если один человек внезапно получил определенную информацию, то его поле отражения резко изменилось во времени и согласно (85) возбудило вихрь целевого поля. Однако ввиду кратковременности этого акта появившееся целевое поле быстро исчезает, возбуждая согласно (82) вихрь информостатического поля. Если последний вихрь охватывает нервную систему другого близкорасположенного человека, то согласно (83) ее контурам сообщается интуитивная энтропия $H_и$. При наличии некоторой емкости контура, которая соответствует числу n носителей информации в нем, другому человеку сообщится информация $nH_и$.

На первый взгляд может показаться, будто это подтверждает возможность сообщения *конкретной* информации одним лицом другому посредством умственных усилий, однако приведенные соотношения не дают для этого оснований. В самом деле, из них следует, что вектор интуиции пропорционален не информации, обретенной первым человеком, а скорости ее эволюции, а интуитивная информация, возникшая у второго человека, зависит от емкости его нервных образований, так что между этими информациями нет даже пропорциональной зависимости, не говоря уж о равенстве. Но с другой стороны, как мы увидим в дальнейшем, эти информации связаны системой дифференциальных уравнений, решая которые, в принципе можно по одной восстановить другую, что, однако, представляется почти непреодолимым препятствием для невооруженного комплексом ЭВМ человеческого мозга.

Некоторые искусственно упрощенные случаи разгадывания мыслей объясняются, вероятно, тем, что у обоих участвующих в опыте людей уже циркулирует определенная исходная информация и им обоим уже известен весь ограниченный набор возможных информаций и скорости их поступления, так что им, по существу, достаточно фиксировать лишь момент поступления информации и относительный уровень вызванного этим актом возмущения поля, что, конечно, возможно, если принять концепцию информационного поля и справедливость его уравнений.

В этой связи развернем уравнение информационной цепи по аналогии с уравнением электрической цепи, содержащей сопротивление, емкость и индуктивность. В общем случае получим

$$H = H_\tau + H_и + H_n = I_J \tau + \left(L \frac{dI_J}{dt} + M \frac{dI_J'}{dt}\right) + \frac{1}{n} \int I_J dt. \qquad (86)$$

Здесь $H_т$ — составляющая энтропии цепи, связанная с ее информационным сопротивлением; $H_и$ — составляющая, связанная с собственной и взаимной интуитивностями; $H_п$ — составляющая, связанная с емкостью; I_J' — информационный ток соседней цепи, интуитивно связанной с рассматриваемой цепью.

Если известны все параметры цепи, а также сторонняя энтропия H неинформационного происхождения (или она равна нулю), то по известному изменению тока I_J' с помощью (86) можно определить информационный ток I_J.

Интересно отметить, что поскольку уравнение (86) имеет второй порядок, при внезапном изменении H или I_J' в цепи должны в общем случае возникать колебания информационного тока, частота которых и время затухания зависят от соотношения параметров цепи τ, L, n. Это прямо указывает на неизбежность колебаний при внезапно возникшей необходимости принятия решений, что свойственно людям в критических ситуациях, и позволяет численно через параметры τ, L, n характеризовать решительность того или иного человека, или, напротив, вычислять эти параметры его нервной системы по числу и времени колебаний при принятии решений в экспериментальных условиях.

Сказанное справедливо, конечно, только при условии линейности (86), т. е. независимости τ, L, n от I_J, что применительно к человеку кажется сомнительным, однако оно почти всегда верно при малых возмущениях. В этих условиях, как известно, частота ω и затухание δ колебаний вычисляются по формулам

$$\omega = \omega_0 \sqrt{1 - \delta^2}, \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{Ln}}, \quad \delta = \frac{\tau}{2}\sqrt{\frac{n}{L}}. \qquad (87)$$

Эксперименты такого рода могли бы дать интересный материал для попыток формализации творческой деятельности, каковой, в частности, является процесс принятия решений.

§ 11. Система уравнений информационного поля. Распространение информационных волн

Подводя итоги всему сказанному, выпишем полную систему дифференциальных уравнений информационного поля

$$\operatorname{div} \mathbf{O} = \rho_J \quad \operatorname{rot} \mathbf{И} = \mathbf{j}_J \quad \operatorname{rot} \mathbf{E}_J = -\frac{\partial \mathbf{Ц}}{\partial t} \quad R\mathbf{O} = \mathbf{E}_J \quad \mathbf{И} = a\mathbf{Ц}$$

$$\mathbf{j}_J = \gamma_J \mathbf{E}_J + \rho_J \mathbf{v} + \frac{\partial \mathbf{O}}{\partial t} \quad \operatorname{div} \mathbf{Ц} = 0. \qquad (88)$$

Первый столбец полной системы относится к информостатическому полю отражения, т. е. полю в отсутствие информационных токов и какой-либо эволюции. Второй столбец описывает стационарное целевое поле неподвижных постоянных информационных токов.

Вся совокупность уравнений (88) описывает любого рода пространственно-временные эволюции информационных систем. Подобно тому как в стационарных полях отражения и целевых полях мы путем введения скалярного и векторного потенциалов переходили к уравнениям Пуассона, перейдем в системе (88) к уравнению Даламбера, приняв условие Лоренца

$$\operatorname{div} \mathbf{A}_J = -\frac{1}{Ra}\frac{\partial H}{\partial t};$$

$$\Box H = -R\rho_J; \quad \Box \mathbf{A}_J = -\frac{\mathbf{j}_J}{a}, \qquad (89)$$

где оператор Даламбера $\Box = \Delta - \frac{\partial^2}{Ra\partial t^2}$, а $\mathbf{j}_J$ — плотность токов только переноса и чувственного.

В отсутствие носителей информации и упомянутых токов уравнения (89) переходят в волновые уравнения

$$\Delta H = \frac{1}{Ra}\frac{\partial^2 H}{\partial t^2}, \quad \Delta \mathbf{A}_J = \frac{1}{Ra}\frac{\partial^2 \mathbf{A}_J}{\partial t^2}. \qquad (90)$$

Частное решение первого из этих уравнений в сферических координатах, как известно, например, из курса теоретических основ электротехники, имеет вид

$$H = \frac{R}{4\pi}\int_V \frac{\rho_J\left(t - \frac{r}{\sqrt{Ra}}\right)}{r}\, dV. \qquad (91)$$

В случае точечного носителя информации из (91) следует

$$H = \frac{RJ\left(t - \frac{r}{v}\right)}{4\pi r}, \quad v = \sqrt{Ra}. \qquad (92)$$

Уравнения (91) и (92) можно истолковывать в том духе, что если где-либо точечная информация внезапно аннигилирует, то поле в точке, отстоящей от этого места на расстояние r, исчезнет не в тот же миг, а с запозданием на r/v, где v — скорость распространения поля в данной среде. При этом скорость распространения информационного поля $v_0 = \sqrt{R_0 a_0}$, что позволит определять R_0 через a_0 и, наоборот, когда константа v_0 станет известной.

К сожалению, мы пока не располагаем достоверными данными на этот счет и можем лишь предполагать (без особой, впрочем, уверенности), что по аналогии с электрическим и гравитационным полями эта скорость может быть равна скорости света.

По аналогии с вектором Пойнтинга в электротехнике введем вектор удельной смысловой мощи **п** потока смыслового содержания, численно равный смысловому содержанию, передаваемому в единицу времени через единицу поверхности, перпендикулярной к направлению распространения волны:

$$\mathbf{п} = \mathbf{E}_J \times \mathbf{И}, \tag{93}$$

чему соответствует объемная плотность смыслового содержания

$$c = \frac{|\mathbf{п}|}{|\mathbf{v}|} = \frac{E_J^2}{2R} + \frac{\mathbf{И}^2}{2a} = \frac{R\mathbf{O}^2}{2} + \frac{a\mathbf{Ц}^2}{2}, \tag{94}$$

где $\mathbf{И} = \sqrt{\frac{a}{R}} E_J$.

Из (94) следует, что в информационной волне одновременно существуют как поле отражения, так и целевое поле. Отсюда можно заключить, что при прохождении такой волны сквозь нервную ткань в последней поочередно текут вначале процессы познания (отражения) окружающей действительности, а затем планирования целенаправленного ее изменения. После этого вновь идет процесс познания (анализа) планов и составление усовершенствованных планов и т. д., что хорошо соответствует наблюдаемой житейской практике и свидетельствует в пользу излагаемой теории информационного поля. Ввиду того, что излагаемая теория только родилась и ее основные положения нуждаются в экспериментальном подтверждении, мы ограничимся изложенным, не рассматривая более тонких эффектов вроде интерференции и дифракции волн, отражения и преломления, описание которых можно при необходимости заимствовать в курсах электротехники и физики, как мы это делали выше.

В заключение отметим, что поскольку теория информационного поля и ее математический аппарат качественно поразительно хорошо соответствуют многим информационным явлениям, это позволяет широко пользоваться ею в таких гуманитарных областях человеческих знаний, как философия, психология, социология и т. п., для количественного сопоставления соответствующих, до сих пор не измерявшихся категорий и для обнаружения новых, до сих пор не наблюдавшихся явлений. При этом в чисто прикладном плане теория информационного поля может рассматриваться только как удобный

способ количественного описания явлений вне зависимости от реальности информационного поля, которое тогда должно трактоваться как удобная абстракция, термин, искуственно введенный в теорию информационных систем.

В философском же плане вопрос о реальности информационного поля остается весьма острым и трудноразрешимым, поскольку мы пока не создали приборов, способных непосредственно фиксировать это поле. Такой способностью, возможно, обладает лишь наша нервная система.

Убедительным доказательством реальности информационного поля могут служить лишь тщательно продуманные, вполне достоверные опыты по передаче нервных импульсов от одного человека к другому при полном исключении обычного обмена информацией между ними и с учетом тех оговорок, которые выше были сделаны по поводу возможностей телепатии.

Что касается автора, то он убежден в реальности информационного поля и надеется, что его точка зрения со временем станет преобладающей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. «Наука», 1964.
2. Нейман Л. Р., Демирчан К. С. Теоретические основы электротехники. «Энергия», 1966.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
§ 1. Количественная мера сущности 6
§ 2. Информационное поле. Теорема Гаусса 8
§ 3. Смысловое содержание. Информационный потенциал 10
§ 4. Емкость носителей информации. Условная энтропия 12
§ 5. Смысловое содержание и плотность логических связей информационно-логического поля 14
§ 6. Информационная проницаемость среды 16
§ 7. Обмен информацией. Информационный ток 21
§ 8. Логические связи движущихся носителей информации 24
§ 9. Логические взаимодействия линейных токов с контурами и замкнутых контуров между собой 29
§ 10. Информационная интуиция. Информационные цепи 33
§ 11. Система уравнений информационного поля. Распространение информационных волн 36

Денисов Анатолий Алексеевич
Теоретические основы кибернетики (информационное поле)
Учебное пособие

Редактор *С. В. Смирнова*

Корректоры *С. Д. Рутковская, Н. Н. Тарасова*

М-20159. Подписано к печати 6/III 1975 г. Формат бум. л. 60×90 1/16.
Объем 2,5 печ. л. Заказ 1390. Тираж 1000. Цена 15 коп.

Лаборатория полиграфических машин Ленинградского ордена Ленина политехнического института имени М. И. Калинина
195251, Ленинград, Политехническая ул., 29.