

УДК 519.7 : 004.8

Ю. Т. Глазунов

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЧУВСТВА НАДЕЖДЫ

Построена математическая теория, определяющая состав и структуру человеческих чувств. Показано, что каждое чувство представимо в форме «венка» последовательно развивающихся эмоций. Получена и проанализирована математическая модель чувства надежды.

32

A mathematical model, which determines composition and structure of human feelings was created. It was shown that each feeling can be shown in the shape of a wreath from sequentially arising emotions. The mathematical model for feeling hope was built and analyzed.

Ключевые слова: эмоция, чувство, эмоциональный ряд, матрица эмоционального венка.

Key words: emotion, feeling, emotional concatenation, matrix of emotion wreath.

Создание искусственного интеллекта не может обходиться без математического анализа работы человеческой психики. Наиболее значимой в таких исследованиях является задача изучения человеческих чувств и эмоций. Рассмотрим подход к ее решению на примере моделирования чувства надежды.

Проблема человеческих надежд и связанных с ними переживаний всегда воспринималась людьми романтически и с состраданием. В словарях понятие *надежда* характеризуется как эмоциональное переживание или чувство, которое всегда сопровождает ожидание того, что нечто желанное рано или поздно свершится. Надежда создает определенное настроение человека, взгляд которого устремлен в положительно оцениваемое будущее. Но возникает она из образа ситуации, в исходе которой индивид сомневается.

В теории бихевиоральных систем (от англ. *behavior* – поведение) феномен надежды (лат. *esperancia*) обобщается в форме категории «эсперанция». Бихевиоральные системы – это объекты живой природы, включая человека, а также смешанные системы и сети, наподобие человеко-технических, наделенные способностью к поведению. Все бихевиоральные системы бренны. И тем не менее термин эсперанция обозначает нацеленность всего класса систем в будущее, определенную инертность жизни, выраженную в форме уверенности в том, что следующее мгновение существования не будет последним мигом бытия [1]. У человека эсперанция – это надежда.

Если обратиться к представлениям о надежде, касающимся глубокой системной сущности человека, мы увидим, что у него, как системы открытой, имеют место два фундаментальных феномена: стремление к сохранению собственной идентичности и достижение утилитаризма.



Первый из них означает ощущение тождественности самому себе в каждый последующий момент времени. Это отображается в сознании индивида как представление о том, что он все время остается тем же самым, а не становится кем-то иным. Второй — способность человека овладевать чем-то для удовлетворения потребностей.

Здесь мы замечаем, что корни эсперанции, а следовательно, и возникновения феномена надежды, необходимо искать у истоков самой жизни. Действительно надежда присуща не только человеку. Потребность существования, а также ощущение собственной идентичности, устойчивости жизни и отрицательная реакция на неуспех действий, предпринятых ради существования, свойственны всем бихевиоральным системам от простейших живых структур и организмов до человека. Перечисленные факторы — инварианты систем, которые у человека всегда выражаются в устремленности к какой-то ценности как к цели. Такое ощущение возникает в форме реакции на неизвестность у систем, для которых характерна обращенность в среду как к источнику ресурсов. Это же касается и надежды на восстановление полноты чего-то необходимого, или удержания гармонии существования.

Мы различаем эмоцию надежды и чувство надежды. Далее будет рассмотрена в основном последняя категория. Заметим, что вопрос о том, какой из элементов эмоциональной сферы относится к эмоциям, а какой — к чувствам решить зачастую сложно. Дело в том, что одно и то же психическое образование может выступать в роли эмоции (как кратковременное и острое переживание) и в роли чувства (как долговременная установка, определяющая отношение индивида к некоторому объекту). Эти психические образы имеют и иные особенности. Вот некоторые из них:

1. По причине сложности социальных и духовных явлений и в результате многообразия их взаимосвязей в одном чувстве объединяются и действуют различные эмоции. Этим объясняется модальность и амбивалентность чувств. Например, чувство любви заключает в себе нежность, радость, удовольствие, печаль, сочувствие, ревность и т. п. В зависимости от комбинации эмоций мы имеем различные формы этого всем знакомого чувства (от любви к особе противоположного пола до любви к своей профессии). Здесь же мы замечаем интересный факт: в одном и том же чувстве могут переплетаться как положительные, так и отрицательные эмоции.

2. Составляющие чувство эмоции образуют конечное множество P -пространственных образов [5], в котором существует ведущий элемент — доминирующая эмоция, принявшая форму *эмоционального состояния*, выражающегося в длительном и устойчивом настроении. Эмоциональное состояние возникает при многократном повторении доминирующей эмоции и определяет тренд развития и время существования всего чувственного переживания. Остальные эмоции собираются и действуют вокруг преобладающего эмоционального состояния. Они могут возникать и затухать, накладываться на основную эмоцию и друг на друга, составлять последовательности, обусловленные характером ситуации и т. п. Они же поддерживают и эмоциональное состояние, не

давая ему угаснуть, и, в конечном счете, превращают его в соответствующее чувство. Вся группа П-пространственных образов создает динамический эмоциональный поток, состоящий из различных эмоций, сплетенных вокруг эмоционального состояния. Дадим этому психическому феномену несколько поэтическое (но, несомненно, подходящее) название, определив чувство как *венюк эмоций*.

3. Считается, что различных эмоций весьма много. Отдельные авторы насчитывают их свыше сотни. Однако при ближайшем рассмотрении можно убедиться, что число эмоций не так велико. Дело в том, что многие эмоции образуют своеобразные *эмоциональные семейства*. Внутри семейства они характеризуют одно и то же отношение к предмету, протекающее с разной интенсивностью переживания. Можно выделить, например, следующие:

- 1) раздражение, злость, гнев, ярость (семейство злости);
- 2) волнение, настороженность, тревога, испуг, страх, ужас (семейство страха);
- 3) любопытство, удивление, восхищение, благоговение, потрясение (семейство удивления) и т. п.

4. В составе чувства одна и та же эмоция в различное время может выступать с различной интенсивностью протекания (например, от раздражения до ярости). А поскольку чувства — долговременные П-пространственные образы, составляющие их эмоции, в различное время могут протекать с разной интенсивностью, что и придает одному и тому же чувству в разное время неодинаковую окраску.

Возвращаясь к основной проблеме исследования, раскроем содержание чувства надежды, обнаруживая элементы эмоционального венка. Для этого построим *эмоциональный ряд*.

В содержание чувства входит само *эмоциональное состояние надежды*. Присвоим этой эмоции номер 1. Проявляется она при ощущении *сомнения* (2), *беспокойства* (3), *интереса* (4); сопровождается *воодушевлением* (5); приводит к ощущению *безопасности* (6), *удовлетворения* (7) и *гордости* (8). Очевидно, что представленный список не полон. Мы, однако, не будем расширять его, поскольку для моделирования чувства надежды этого состава эмоций достаточно.

Запишем формулу развития эмоционального переживания человека во времени. Для этого воспользуемся результатами работы [5]. Изменение интенсивности отдельного эмоционального переживания во времени $J(\tau)$ определено там выражением вида:

$$J(\tau) = \begin{cases} 0 & \text{для } \tau < \tau_0, \\ C \exp \left\{ \frac{k_1}{k_2} P \left[k_2 I_p (\tau - \tau_0) + I_{S0} (1 - e^{k_2(\tau - \tau_0)}) \right] \right\} & \text{для } \tau \geq \tau_0. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь $C = P(I_p - I_{S0})$ — эмоциональный скачок, а P — напряженность потребностного возбуждения. Информация о всех необходимых для удовлетворения потребности средствах (прогностическая инфор-



мация) обозначена символом I_P ; символ I_S — информация о средствах, которыми субъект располагает в данный момент времени (прагматическая информация). Под информацией здесь понимается совокупность всех знаний, касающихся совершенства навыков и умений субъекта, физических, энергетических, интеллектуальных и психических ресурсов организма; возможности получения посторонней помощи; времени, требующегося для организации необходимых действий и т. п. Начальный уровень информации об имеющихся в распоряжении субъекта ресурсах обозначен как I_{S0} . Величина k_1 — представляет собой коэффициент стимулирования эмоционального переживания. Это системный коэффициент пропорциональности, отражающий всю совокупность факторов, влияющих на интенсивность протекания эмоции. Он характеризует чувствительность конкретного индивида к развивающемуся эмоциональному переживанию и играет в модели роль своеобразного катализатора эмоционального процесса. При малых значениях k_1 эмоциональное переживание тормозится, при больших — скорость его развития возрастает. Символом k_2 обозначен второй системный коэффициент. По отношению к изменению прагматической информации $I_S(\tau)$ он играет такую же роль, как и коэффициент k_1 по отношению к изменению интенсивности эмоции. Мы назовем его коэффициентом актуализации прагматической информации. Символом τ обозначено время; τ_0 — момент инициализации эмоции.

Эмоциональная цепочка, состоящая из n различных эмоций, возникающих в последовательные моменты $\tau_{0,i}$ ($i = 1, 2, \dots, n$), представляется в виде ($i = 1, 2, \dots, n$)

$$J_i(\tau) = \begin{cases} 0 & \text{для } \tau < \tau_{0,i}, \\ C_i \exp \left\{ \frac{k_{1,i}}{k_{2,i}} P_i \left[k_{2,i} I_{P,i} (\tau - \tau_{0,i}) + I_{S0,i} \left(1 - e^{-k_{2,i}(\tau - \tau_{0,i})} \right) \right] \right\} & \text{для } \tau \geq \tau_{0,i} \end{cases} \quad (2)$$

где индексом i обозначены номера поочередно возникающих эмоций. Предполагается, что $\tau_{0,1} < \tau_{0,2} < \dots < \tau_{0,n}$. Выражение (2) построено с учетом того, что вся эмоциональная цепочка состоит из различных эмоций и каждая из них возникает единственный раз.

Отвечающий понятию чувства эмоциональный венок имеет вид

$$J_{ij}(\tau) = \begin{cases} 0 & \text{для } \tau < \tau_{0,ij}, \\ C_{ij} \exp \left\{ \frac{k_{1,ij}}{k_{2,ij}} P_{ij} \left[k_{2,ij} I_{P,ij} (\tau - \tau_{0,ij}) + I_{S0,ij} \left(1 - e^{-k_{2,ij}(\tau - \tau_{0,ij})} \right) \right] \right\} & \text{для } \tau \geq \tau_{0,ij}. \end{cases} \quad (3)$$

($i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m_i$).

Одна и та же эмоция может возникать здесь неоднократно и с разной интенсивностью.

Символ m_j обозначает количество повторений эмоции с номером i . Принимается, что $\tau_{0,i1} < \tau_{0,i2} < \dots < \tau_{0,im_i}$ для $(i = 1, 2, \dots, n)$, то есть эмоции одного семейства не пересекаются.

Выражения (3) можно представить функциональной матрицей, порождаемой таблицей, состоящей из n строк и m столбцов вида

$$\mathbf{J} = \begin{bmatrix} J_{11} & 0 & \dots & 0 \\ J_{21} & J_{22} & \dots & J_{2m} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ J_{n1} & J_{n2} & \dots & J_{nm} \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Назовем ее *матрицей эмоционального венка*. В выражении (4) $m = \max_i \{m_i\}$. Каждая матричная строка содержит эмоции только одного семейства.

В различных столбцах, относящихся к строке, одна и та же эмоция может возникать несколько раз. Первая строка символизирует ведущий элемент — эмоциональное состояние. Он здесь единственный и выражен символом J_{11} .

Занятые нулями позиции в этой и остальных строках матрицы означают отсутствие соответствующих повторений эмоции, расположенной в данной строке. Выражения (3), (4) описывают венок эмоций в общем виде (то есть произвольное чувство).

Для описания чувства надежды в выражении (3) следует принять $n = 8$ и соотнести величину j с установленными выше номерами эмоций внутри эмоционального ряда, наполняющего это чувство.

В качестве примера построения венка рассмотрим ситуацию, связанную с эмоциональным состоянием индивида, потерпевшего кораблекрушение и оказавшегося на плоту. Ограничимся четырьмя эмоциями, две из которых будут повторяться (табл.).

Состав эмоционального венка чувства надежды

Эмоция	Место в эмоциональном венке	Элемент матрицы
Надежда увидеть землю	1	J_{11}
Беспокойство, вызванное повторно надвигающейся бурей	3	J_{21}
Воодушевление, связанное с тем, что эта буря прошла стороной	5	J_{31}
Беспокойство, вызванное недостатком питьевой воды	3	J_{22}
Воодушевление, вызванное видом показавшегося на горизонте корабля	5	J_{32}
Удовлетворение от прошедшего дождя	7	J_{41}



Матрицу эмоционального венка удобно записать в следующей форме:

$$J = \begin{bmatrix} J_{11} & 0 \\ J_{21} & J_{22} \\ J_{31} & J_{32} \\ J_{41} & 0 \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Ее элементы примем в следующем виде:

$$J_{11}(\tau) = 0,42 \exp \left\{ \frac{0,1}{0,025} 0,70 \left[0,025\tau + 0,4 \left(1 - e^{0,025\tau} \right) \right] \right\},$$

здесь $\tau \geq 0$, $P_{11} = 0,70$, $k_{1,11} = 0,1$, $k_{2,11} = 0,025$;

$$J_{21}(\tau) = 0,60 \exp \left\{ \frac{1}{0,2} \left[0,2(\tau - 5) + 0,4 \left(1 - e^{0,2(\tau - 5)} \right) \right] \right\},$$

здесь $\tau \geq 5$, $P_{21} = 1$, $k_{1,21} = 1$, $k_{2,21} = 0,2$;

$$J_{22}(\tau) = 0,72 \exp \left\{ \frac{1}{0,2} 1,2 \left[0,2(\tau - 30) + 0,4 \left(1 - e^{0,2(\tau - 30)} \right) \right] \right\},$$

здесь $\tau \geq 30$, $P_{22} = 1,2$, $k_{1,22} = 1$, $k_{2,22} = 0,2$;

$$J_{31}(\tau) = 0,66 \exp \left\{ \frac{0,5}{0,1} 1,1 \left[0,1(\tau - 13) + 0,4 \left(1 - e^{0,1(\tau - 13)} \right) \right] \right\},$$

здесь $\tau \geq 13$, $P_{31} = 1,1$, $k_{1,31} = 0,5$, $k_{2,31} = 0,1$;

$$J_{32}(\tau) = 0,48 \exp \left\{ \frac{0,5}{0,1} 0,80 \left[0,1(\tau - 37) + 0,4 \left(1 - e^{0,1(\tau - 37)} \right) \right] \right\},$$

здесь $\tau \geq 37$, $P = 0,8$, $k_{1,32} = 0,5$, $k_{2,32} = 0,1$;

$$J_{41}(\tau) = 1,2 \exp \left\{ \frac{0,1}{0,06} 2,0 \left[0,06(\tau - 30) + 0,4 \left(1 - e^{0,06(\tau - 30)} \right) \right] \right\},$$

здесь $\tau \geq 32$, $P = 2,0$, $k_{1,41} = 0,1$, $k_{2,41} = 0,06$.

Для ненулевых элементов принимаем параметры $I_{p,ij} = 1$, $I_{s_0,ij} = 0,4$.

Элементы J_{21} и J_{22} представляют эмоцию семейства беспокойства. Активизируется она в различное время (для $\tau \geq 5$ и $\tau \geq 30$) и в разных условиях. В первом случае эмоциональный скачок $C_{21} = 0,60$, во втором — $C_{22} = 0,72$, что означает, что во втором случае беспокойство обусловлено более вескими причинами, чем в первом, и будет протекать с большей интенсивностью. Для эмоции воодушевления, определенной

элементами J_{31} и J_{32} , мы наблюдаем обратную ситуацию. Воодушевление от показавшегося на горизонте корабля (J_{32}) наступает в условиях утомленной жажды, поэтому интенсивность эмоции сравнительно невелика.

Состав и структура эмоционального венка чувства надежды, определенного перечисленными эмоциями, представлены на рисунке 1.

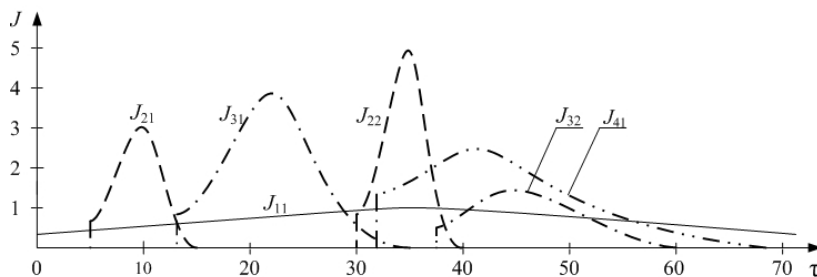


Рис. 1. Примерный состав эмоционального венка чувства надежды (единицы условные)

Анализируя структуру эмоционального венка, можно заметить, что проявившееся в момент $\tau = 0$ эмоциональное состояние чувства надежды (J_{11}) до $\tau = 5$ развивается без участия других эмоций.

В указанное время к нему добавляется беспокойство (J_{21}), которое нарастает до момента $\tau \approx 9$, после чего постепенно затухает.

При $\tau = 13$ к этим эмоциям добавляется воодушевление (J_{31}), в основном и окрашивающее эмоциональное состояние до момента $\tau = 30$.

В этот момент вновь возвращается беспокойство (J_{22}), а затем (при $\tau = 32$) возникает растянутое во времени удовлетворение (J_{41}).

При $\tau \geq 37$ появляется воодушевление. Очевидно, что последние компоненты вносят в венок наиболее яркую окраску.

Для значений $\tau \geq 55$ эмоциональное состояние надежды сопровождается практически одной эмоцией удовлетворения.

Ранее мы связали интенсивность эмоционального переживания с производством внутренней энергии q , используемой организмом для реализации необходимых действий [5]. Для отдельно взятой эмоции эта величина определяется формулой

$$q(\tau) = eJ(\tau), \quad (6)$$

где e — коэффициент согласования. В случае эмоционального венка, отвечающего некоторому чувству, эта формула принимает вид

$$q(\tau) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m e_{ij} J_{ij}. \quad (7)$$

Выделившаяся в процессе чувственного переживания энергия

$$E(\tau_k) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m e_{ij} \int_0^{\tau_k} J_{ij} d\tau, \quad \text{или} \quad (8)$$



$$E(\tau_k) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m e_{ij} C_{ij} \int_0^{\tau_k} \exp \left\{ \frac{k_{1,ij}}{k_{2,ij}} P_{ij} \left[k_{2,ij} I_{P,ij} (\tau - \tau_{0,ij}) + I_{S0,ij} \left(1 - e^{k_{2,ij}(\tau - \tau_{0,ij})} \right) \right] \right\} d\tau. \quad (9)$$

Здесь τ_k — момент завершения эмоционального состояния (момент перехода через порог чувствительности).

Вернемся к рассматриваемому примеру. В нашем случае $n = 4$, $m = 2$. Формулы (7) и (9) принимают соответственно вид:

$$q(\tau) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^2 e_{ij} J_{ij}, \quad (10)$$

$$E(\tau_k) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^2 e_{ij} C_{ij} \int_0^{\tau_k} \exp \left\{ \frac{k_{1,ij}}{k_{2,ij}} P_{ij} \left[k_{2,ij} I_{P,ij} (\tau - \tau_{0,ij}) + I_{S0,ij} \left(1 - e^{k_{2,ij}(\tau - \tau_{0,ij})} \right) \right] \right\} d\tau.$$

Кривая производства внутренней энергии q , предназначенной для обеспечения динамики чувства надежды, описываемого формулой (10), представлена на рисунке 2.

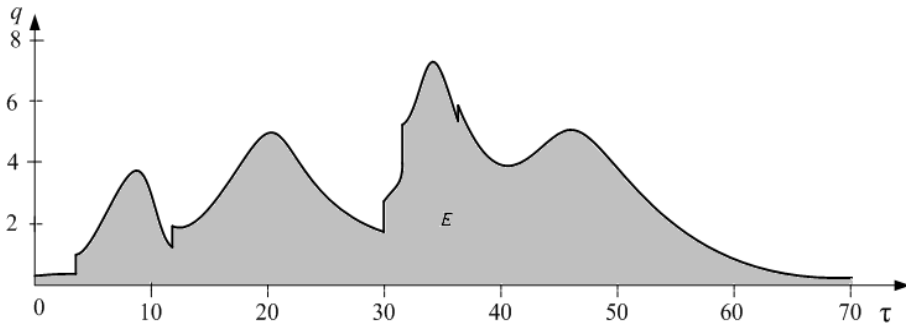


Рис. 2. Кривая производства внутренней энергии $q(\tau)$, предназначенной для обеспечения чувственного переживания как результат совместного действия составляющих эмоционального венка надежды (единицы условные)

Мы замечаем, что производство внутренней энергии неоднородно. Вначале оно возрастает, затем к моменту $\tau = 30$ затухает и достигает локального минимума. Такое поведение кривой свидетельствует о уменьшении надежды в окрестности $\tau = 30$, когда проходит воодушевление. Возвратившееся беспокойство вновь оживляет чувство надежды, что положительно сказывается на производстве внутренней энергии, которое в районе $\tau \approx 35$ достигает абсолютного максимума. В дальнейшем постепенно затухающее чувство поддерживается удовлетворением и возвратившимся воодушевлением.

Итак, даже такое сложное психическое образование, как чувство надежды, поддается математическому исследованию.

Список литературы

1. *Разумовский О. С.* Бихевиоральные системы. Новосибирск, 1993.
2. *Анохин П. К.* Избранные труды. Философские аспекты теории функциональной системы М., 1978.
3. *Bloch E.* Das Prinzip Hoffnung. Berlin, 1954. Bd. 1–3.
4. *Менегетти А.* Учебник по онтопсихологии М., 1997.
5. *Глазунов Ю. Т.* Моделирование целеполагания. Москва ; Ижевск, 2012.

Об авторе

Юрий Трофимович Глазунов – д-р техн. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.
E-mail: glazunow@mif.pg.gda.pl

About the author

Prof. Yury Glazunov – I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.
E-mail: glazunow@mif.pg.gda.pl