



УДК 159.9.018.4

Ю. Т. Глазунов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВНИМАНИЯ В ПРОЦЕССАХ ЦЕЛЕПОЛАГАНИЯ

Рассматривается роль и механизм распределения внимания в процессе формулирования человеком цели. Показана связь между развитием эмоционального переживания, остротой внимания и величиной зоны возбуждения, содержащей стимул. Разработана и исследована математическая модель изменения остроты внимания в зависимости от интенсивности эмоции и величины расстояния между стимулом и текущей точкой пространства психических образов. Модель опирается на функцию Гаусса и закон изменения интенсивности эмоционального переживания.

The role and mechanism of focusing attention in the process of formulating objectives by people are considered. A connection has been shown between the development of emotional experience, keenness of attention and the value containing the excitation zone stimulus. A mathematical model was devised and tested. The model determines changes in keenness of attention depending on the intensity of emotions and the distance between the stimulus and the current point in the space of mental images. The model is based on the application of the Gaussian function together with the law of emesis intensity changes.

Ключевые слова: внимание, стимул, эмоция, математическая модель.

Key words: attention, stimulus, emotion, mathematical model.

Каждое человеческое действие требует сосредоточенности и внимания. Вероятно, поэтому никакой другой психический процесс не упоминается нами так часто, как внимание. Создание в глубинах психики цели и мотива также не обходится без его участия. Именно оно способствует превращению первичной взаимосвязи «потребность — стимул» в наполненное энергией, имеющее разветвленную структуру и предсказуемый способ действия бинарное отношение «мотив — цель» [2]. В связи с целеполаганием мы и будем рассматривать феномен внимания.

Считается, что внимание — динамическая характеристика психики, обеспечивающая направленность и сосредоточенность сознания, выражающаяся в повышении уровня сенсорной, интеллектуальной и двигательной активности индивида. Оно проявляется в том, что некоторый объект, представление или ощущение, вытесняя в сознании другие образы, занимает господствующее положение. Благодаря этому обеспечивается четкость и ясность понимания ситуации, столь необходимые в каждом процессе целеполагания.

Несмотря на широкое использование понятия «внимание», за ним скрывается феномен, в отношении которого и до настоящего времени нет единого мнения. В одних случаях внимание рассматривается как самостоятельная психическая составляющая, в других утверждается,



что независимым феноменом оно не является. Последнее мнение подкрепляется тем фактом, что внимание не создает собственного продукта. И тем не менее его результатом становится улучшение всяких действий, к которым оно присоединяется. Внимание играет роль своеобразного катализатора деятельности.

Мы постараемся упорядочить сложившуюся вокруг феномена внимания ситуацию и на этой основе получить некоторые новые результаты в форме математических зависимостей, с помощью которых попробуем оценить роль и динамику внимания в процессах целеполагания. Обсуждая проблемы внимания, мы будем рассматривать такие разнообразные предметы его направленности, как явления, процессы и объекты. При ответах на вопросы, связанные со свойствами и механизмом внимания, различие этих понятий практически не играет роли. Обобщая их единым словом *объект* (лат. *objectum* – предмет), мы будем понимать объект как философскую категорию, выражающую нечто, существующее независимо от сознания: предмет, явление или процесс, на которые направлена практическая и познавательная деятельность субъекта.

Примем следующее рабочее определение: *внимание* – избирательная направленность восприятия на тот или иной объект. Изменение внимания выражается в трансформации ясности и отчетливости образа объекта в нашем сознании. Отражение объекта, на который направлено внимание, становится выразительным. Представления и мысли удерживаются в сознании продолжительное время.

Поскольку наша задача состоит в моделировании основных свойств внимания, рассмотрим важнейшие из них.

Концентрация внимания – удержание внимания на каком-либо объекте. Концентрация связана с повышением остроты сигнала при ограничении поля восприятия. Она предполагает не только сосредоточение внимания на конкретном объекте, но и отвлечение от всех иных воздействий, не имеющих значения в данный момент. Концентрации внимания отвечает повышенная интенсивность возбуждительных процессов тех участков коры головного мозга, которые связаны с данным объектом, при одновременном торможении процессов в остальных ее частях. Она характеризуется и внешними признаками: позой, мимикой, выразительным взглядом, быстрой реакцией, отсутствием ненужных движений.

Острота внимания означает ясность, конкретность и однозначность внутреннего видения находящегося в сознании или за его пределами объекта. При различных видах деятельности внимание может достигать различной остроты. Во время работы периоды обостренного внимания чередуются с моментами внимания ослабленного. В состоянии утомления человек к обостренному вниманию не способен. Усталость мешает ему сосредоточиться, что сопровождается усилением тормозных процессов в коре головного мозга. Физиологически острота внимания объясняется повышенной возбудимостью задействованных в решении задачи участков мозговой коры при одновременном торможении других ее участков.

В психологии сформулировано множество подходов, пытающихся объяснить феномен внимания. Не углубляясь в их сущность, отметим



только, что нашим целям в наибольшей степени отвечает так называемая ресурсная теория Д. Канемана [4]. Одно из главных положений этой теории заключается в том, что общее количество внимания, которое человек может выделить для решения ментальных задач в каждый момент времени, ограничено. При этом предполагается, что с каждым видом ментальной деятельности в памяти связана некая когнитивная структура. Она может находиться в активном или пассивном состоянии. Выделение ресурса внимания активизирует эту структуру. Поэтому для осознанной ментальной деятельности необходимо, чтобы соответствующая структура получила не только информацию, но и ресурс внимания. Различные ментальные задачи требуют разного количества ресурса внимания.

В том случае, когда требования о выделении ресурса отсутствуют, некоторое количество внимания все же зарезервировано. Этот ресурс используется для непрерывного мониторинга окружающей среды.

Дальнейшее развитие этого подхода было осуществлено А. В. Гласко [3]. Ссылаясь на аналогию между распределением внимания и физических субстанций типа тепла и вещества, он выдвинул гипотезу о сохранении количества внимания. В первом приближении и на коротком временном промежутке целеполагания этот тезис можно принять.

Моделируя избирательность внимания, невозможно обойтись без использования формул, содержащих кроме времени некую гипотетическую пространственную координату (внимание же распределяется!). Примем, что все бескрайнее пространство психических образов человека проецируется во множество вещественных чисел R , а каждый психический образ, независимо от его внутренней сложности, отображается единственной точкой x числовой прямой. Пусть важные для человека психические образы сосредоточены в некоторой окрестности нуля. *Сфера значимого для человека мира* располагается внутри δ – окрестности нуля, подчиненной условию $-\delta < x < \delta$. Образы наиболее значимых объектов размещаются в лежащей внутри δ -окрестности малой ε -окрестности, подчиненной условию $-\varepsilon < x < \varepsilon$ (рис. 1). Они составляют *круг интересов индивида*.

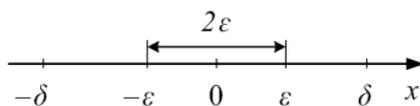


Рис. 1. Распределение элементов пространства психических образов согласно их значимости

Из этих образов выявляется стимул. Малозначимые образы попадают за границы δ -окрестности. Иначе говоря, чем далее от нуля располагается психический образ, тем менее он значим для субъекта, выдвигающего цель. В этих координатах значимость образа определяется его расстоянием от нуля, т. е. величиной $|x|$. Чем она меньше, тем более значим рассматриваемый нами объект. Положение объекта справа или слева от нуля роли не играет. С точки зрения значимости важно только его расстояние до этой точки.



Будем считать, что в состоянии бодрствования в пространстве психических образов всегда имеется некоторое «дежурное» количество внимания, благодаря которому потребность способна локализовать свой стимул в ε -окрестности. В этот момент он приобретает наивысшую значимость, перемещаясь в точку $x = 0$.

Для описания остроты внимания используем функцию Гаусса, которая отображает так называемый нормальный закон распределения случайной величины. Чем интересна эта функция? Дело в том, что практически все происходящее в мире явления и их результаты укладывается в схему этого распределения. Именно потому его и называют нормальным. Оно описывает норму жизни: то, что должно произойти, чаще всего и происходит, и практически любое явление нашей жизни подчиняется закону нормального распределения. Феномен внимания также не может далеко отклоняться от этого закона.

Мы запишем функцию Гаусса в такой форме, чтобы максимум кривой располагался непосредственно над положением стимула, т.е. в точке $x = 0$. Обозначим через $V = V(x, \tau)$ остроту внимания или количество внимания, уделяемое объекту, находящемуся в области психического пространства с координатой x в момент времени τ . Тогда справедлива следующая формула, которая характеризует остроту внимания, уделяемого объекту в зависимости от его места x в пространстве психических образов и времени:

$$V(x, \tau) = \frac{v}{\sqrt{2\pi D(\tau)}} \exp\left(-\frac{x^2}{2D(\tau)}\right). \quad (1)$$

Здесь $v = \text{const}$ – коэффициент интенсивности внимания (коэффициент внимательности).

Будем считать, что $D = D(\tau)$ – зависящая от времени функция, которую мы назовем дисперсией внимания (лат. *dispersio* – рассеяние). Последняя величина определяет форму кривой Гаусса: с уменьшением D кривая вытягивается вверх по оси ординат и сжимается (внимание концентрируется); с увеличением – кривая растягивается вдоль оси абсцисс и становится все более плоской (внимание рассеивается). Это объясняется тем, что площадь под кривой всегда остается равной величине V , несмотря на изменение ее формы и максимума.

Анализируя кривую остроты внимания, мы замечаем, что ее форма полностью определяется переменной величиной $D(\tau)$: чем больше дисперсия внимания, тем меньшее его количество уделяется интересующему нас объекту (т.е. стимулу). В целях концентрации внимания на стимуле необходимо, насколько возможно, минимизировать дисперсию $D(\tau)$. Преодоление дисперсии внимания связано с расходом энергии. Откуда она берется и по какому закону производится?

Напомним, что процесс концентрации внимания протекает в условиях действия сопровождающей целеполагание эмоции. А интенсивность эмоции, как мы неоднократно это подчеркивали [2], характеризует мощность внутренних источников энергии: чем выше интенсив-



ность эмоционального переживания, тем больше эндокринная система выделяет необходимой для обеспечения психического процесса энергии.

Осуществленное нами ранее исследование динамики эмоционального переживания [1] показало, что производительность $q = q(\tau)$ источников психофизической энергии, выделяющейся в процессе эмоционального переживания, связана с интенсивностью этого переживания $J = J(\tau)$ выражением вида

$$q(\tau) = eJ(\tau), \quad (2)$$

где e – коэффициент согласования. Общий вид кривой производства энергии в процессе эмоционального переживания с точностью до масштаба повторяет характер функции $J = J(\tau)$. Интенсивность же эмоционального переживания изменяется согласно закону

$$J(\tau) = \begin{cases} 0 & \text{для } \tau < \tau_0; \\ C \exp \left\{ \frac{k_1}{k_2} P [k_2 I_p (\tau - \tau_0) + I_{S0} (1 - e^{k_2(\tau - \tau_0)})] \right\} & \text{для } \tau \geq \tau_0, \end{cases} \quad (3)$$

где τ – время; τ_0 – момент начала эмоционального переживания; $C = P(I_p - I_{S0})$ – высота эмоционального скачка; P – сила актуальной потребности; I_p – информация о всех средствах, необходимых для удовлетворения потребности (прогностическая информация); I_{S0} – начальный уровень информации об имеющихся в распоряжении субъекта средствах (прагматической информации); k_1 – коэффициент эмоциональности; k_2 – коэффициент интеллектуальности.

Принимая в (3) $\tau_0 = 0$, приходим к следующей форме зависимости для $q(\tau)$, справедливой для $\tau \geq 0$:

$$q(\tau) = e_P C \exp \left\{ \frac{k_1}{k_2} P [k_2 I_p \tau + I_{S0} (1 - e^{k_2 \tau})] \right\}. \quad (4)$$

Между дисперсией внимания D и производством энергии q , согласно сказанному выше, существует обратная зависимость вида

$$D = (e_q q)^{-1}, \quad (5)$$

где e_q – коэффициент концентрации внимания: чем больше величина e_q , тем большими концентрационными способностями обладает субъект (тем быстрее в пространстве его психических образов внимание «стягивается» вокруг стимула).

Выражение (1), характеризующее интенсивность и концентрацию внимания в процессе целеполагания, переписывается теперь как

$$V(x, \tau) = \frac{\sqrt{e_q q(\tau)}}{\sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{x^2}{2} e_q q(\tau) \right), \quad (6)$$

где функция $q(\tau)$ определяется выражением (4).



В каждый конкретный момент времени кривая (6) имеет две точки перегиба с координатами $x_{1,2} = \mp D$. Это означает, что в промежутке $x_1 \leq x \leq x_2$ функция $V(x, \tau)$ принимает существенно бóльшие значения по сравнению с периферийной частью значений аргумента. Поэтому психические образы, расположенные в этом промежутке, находятся в зоне повышенного внимания. Ширина зоны повышенного внимания в процессе целеполагания изменяется и составляет, согласно сказанному, величину $\Delta = 2(e_q q(\tau_1))^{-1}$.

52

Для иллюстрации приведенной теории рассмотрим ряд числовых примеров. Процесс концентрации внимания и изменения его остроты по отношению к объектам сферы значимого мира и круга интересов будем рассматривать в течение времени активного развития эмоционального переживания, вызванного «встречей» потребности со своим стимулом. Изменяя значения коэффициентов k_1 и k_2 , мы попытаемся одновременно проследить влияние на динамику развития феномена внимания таких индивидуальных качеств субъекта, как его эмоциональность и интеллектуальные способности. Примем следующие значения представленных в формуле (6) величин: $\nu = 1$, $e_q = 1$, $e_\nu = 1$, $P = 1,5$, $I_p = 1,8$, $I_{s0} = 0,4$.

1. Пусть вначале $k_1 = k_2 = 1$. Используя выражения (4) и (6), получаем представленные на рисунках 2 и 3 кривые, характеризующие интенсивность внимания V в различные моменты времени τ .

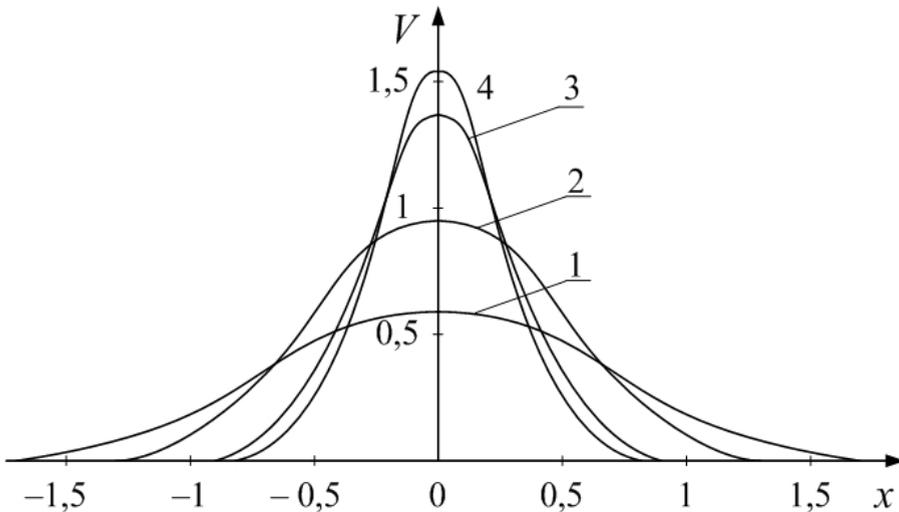


Рис. 2. Изменение остроты внимания в фазе концентрации:
1 – при $\tau = 0,0$; 2 – при $\tau = 0,5$; 3 – при $\tau = 1,0$; 4 – при $\tau = 1,5$

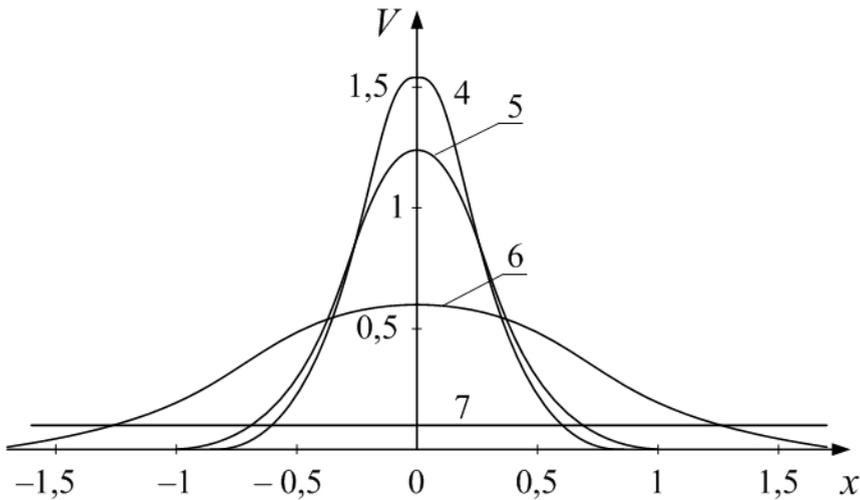


Рис. 3. Изменение остроты внимания в фазе рассеяния:
4 – при $\tau = 1,5$; 5 – при $\tau = 2,0$; 6 – при $\tau = 2,5$; 7 – при $\tau = 3,0$

Легко заметить, что зона повышенного внимания вначале стягивается вокруг стимула, расположенного в точке $x = 0$ (чем ближе к центру, тем более отчетливо осознается объект), а затем вновь постепенно расширяется. Кривая 1 (рис. 2) характеризует распределение внимания в момент обнаружения стимула. Поскольку в этот момент происходит эмоциональный скачок, внимание также скачкообразно концентрируется вокруг объектов сферы значимого для человека мира. Наибольшей остроты оно достигает в районе круга интересов. Кривые 2, 3, 4 (рис. 2), отвечающие фазе концентрации внимания, иллюстрируют возрастание остроты внимания, направленного на объекты этой части пространства психических образов. Максимальный острота внимания становится в районе расположения самого стимула ($V_{\max} = 1,51$), когда в момент $\tau = 1,5$ интенсивность эмоционального возбуждения достигает наибольшей величины ($J_{\max} = 14,9$), а ширина зоны повышенного внимания — своего наименьшего значения ($\Delta = 0,13$).

Характер изменения остроты внимания в фазе его рассеяния представлен кривыми 4, 5, 6 и 7 (рис. 3). Выразительно видно снижение остроты и «размытие» зоны повышенного внимания. Кривая 7, по-видимому, характеризует рассеянное в пространстве психических образов «дежурное» количество внимания.

Согласно таблице, при $k_1 = k_2 = 1$ зона повышенного внимания вначале сужается вокруг объектов круга интересов и стимула, но достигнув величины 0,13, сразу же расширяется со скоростью, превышающей скорость стягивания.

Ширина зоны повышенного внимания Δ в зависимости от времени, эмоциональности и интеллектуальных способностей индивида

Время (τ), условные единицы	Ширина зоны активного внимания		
	При $k_1 = k_2 = 1$	При $k_1 = 2, k_2 = 1$	При $k_1 = 1, k_2 = 0,5$
0,0	0,95	0,95	0,95
0,5	0,36	0,14	0,35
1,0	0,18	0,03	0,14
1,5	0,13	0,02	0,06
2,0	0,20	0,04	0,03
2,5	0,91	0,90	0,02
3,0	28,6	769	0,02
3,5	—	—	0,02
4,0	—	—	0,04
4,5	—	—	0,13
5,0	—	—	0,88
5,5	—	—	14,3

2. Сохраняя остальные параметры прежними, увеличим коэффициент эмоциональности в два раза, т.е. примем $k_1 = 2, k_2 = 1$. Это означает, что обладая в момент обнаружения стимула тем же количеством прагматической и прогностической информации, что и ранее, индивид становится в два раза эмоциональнее, но сохраняет прежние интеллектуальные способности ($k_2 = 1$). Расчет показывает, что эмоциональное переживание, не изменяя периода активного влияния на индивида, резко интенсифицируется. В момент $\tau = 1,5$ интенсивность эмоции достигает уже величины $J_{\max} = 106$. Под действием такой эмоции внимание выразительно обостряется (рис. 4). Кривые остроты внимания, относящиеся к тем же значениям времени, что и в предыдущем случае, быстро вытягиваются вверх (здесь представлены зависимости только для фазы концентрации). В момент наивысшей концентрации острота внимания достигает величины $V_{\max} = 4,09$.

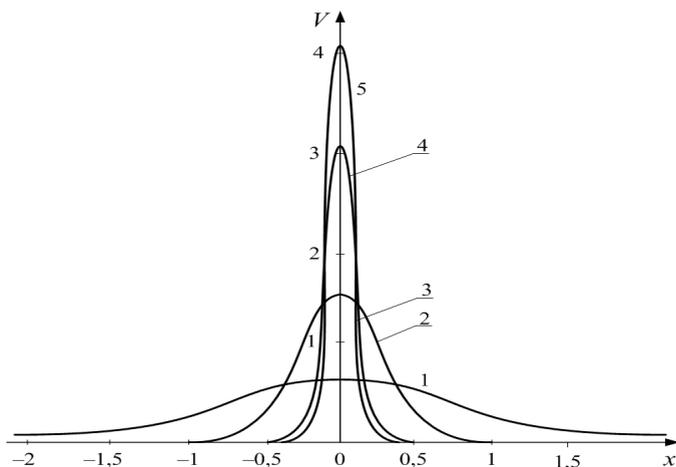


Рис. 4. Изменение остроты внимания в зависимости от времени τ :

1 – при $\tau = 0,0$; 2 – при $\tau = 0,5$; 3 – при $\tau = 1,0$; 4 – при $\tau = 1,5$

Зона повышенного внимания быстро стягивается вокруг стимула (см. табл.). При этом она становится существенно уже, достигая в мо-



мент наивысшей остроты внимания величины $\Delta = 0,02$, и удерживается на стимуле дольше, чем в предыдущем случае. Это приводит к тому, что расположенные в ней психические образы приобретают большую отчетливость и на более длительный период.

3. Оставляя коэффициент эмоциональности индивида на прежнем уровне, уменьшим в два раза коэффициент его интеллектуальности, т.е. примем $k_1 = 1$, $k_2 = 0,5$. Способности индивида воспринимать и перерабатывать информацию по сравнению с первым случаем уменьшились в два раза при сохранении эмоциональности на стандартном уровне. К чему это приводит? Максимальное значение интенсивности эмоционального переживания и остроты внимания остались таким же, как и в предыдущем примере: $J_{\max} = 106$, $V_{\max} = 4,09$. Однако время протекания эмоционального переживания увеличилось. Острота внимания в период его концентрации по-прежнему описывается кривыми, представленными на рисунке 4, но относятся они уже к другим значениям временной переменной: 1 – $\tau = 0,0$; 2 – $\tau = 1,0$; 3 – $\tau = 2,0$; 4 – $\tau = 3,0$. Снижение интеллектуальных способностей индивида привело к уменьшению скорости формирования зоны активного внимания (см. табл.). Остается она по-прежнему узкой ($\Delta = 0,02$), но сохраняется значительно дольше. Это можно объяснить тем, что для успешного решения задачи слабые интеллектуальные возможности субъекта компенсировались остротой внимания и более продолжительной его концентрацией.

Итак, одним из факторов успешного принятия решения в любой сфере деятельности является количество внимания, которое выделяется решаемой задаче. Различные ментальные задачи требуют разного количества внимания, различной его остроты и разного распределения на рассматриваемых в задаче объектах. Среди исследователей феномена внимания возникло мнение, что все эти параметры определяет сама подлежащая решению задача. Результаты моделирования не только свидетельствуют о справедливости высказанного предположения, но и показывают, как и благодаря чему это реализуется на практике.

Список литературы

1. Глазунов Ю. Т. Эмоциональное переживание в системе целеполагания человека // Вестник Мурманского государственного технического университета. Мурманск. 2011. Т. 14, вып. 1. С. 126 – 140.
2. Глазунов Ю. Т. Целеполагание и мотивация // Там же. 2012. Т. 16, вып. 1 (в печати).
3. Гласко А. В. Модель динамики внимания в процессе восприятия // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. 2008. Т. 58, №6. С. 738 – 754.
4. Kanheman D. Attention and Effort. New Jersey, 1973.

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 autor

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