

Реакция на неопределенность при решении различных когнитивных задач.

Кувалдина М.Б.

Работа посвящена рассмотрению реакции сознания на неопределенность (вероятностность) в свете парадигмы Хика. Проверялась гипотеза о том, что индивидуальные различия, проявляющиеся в виде увеличения времени реакции на неожиданные и редкие стимулы при решении разных когнитивных задач, являются устойчивым индивидуальным показателем, который может быть назван степенью восприимчивости к неопределенности. Для проверки этой гипотезы рассматривалась реакция на неопределенность при изменении вида стимула (предъявлялись цветочные пятна, геометрические фигуры, цифры) и варьировании типа неопределенности (временная, альтернативная) и типа задачи (реакция выбора, задача на категоризацию).

Было проведено 4 эксперимента по модели реакции выбора с варьированием вероятностей появления стимула от 0,2 до 0,85. Пятый эксперимент – по модели задачи на категоризацию. Данные испытуемых аппроксимировались логарифмической кривой, а коэффициент наклона кривой, рассматривался как индивидуальный показатель чувствительности к изменению неопределенности.

Результаты проведенных экспериментов частично говорят в пользу выдвинутой гипотезы: на материале экспериментов на реакцию выбора были выделены группы испытуемых, которые достоверно отличались друг от друга степенью чувствительности к изменению вероятности или восприимчивостью к неопределенности.

Uncertainty reaction in different types of cognitive tasks.

In Allakhverdov's theory (Allakhverdov 2000, 2003) uncertainty reaction seems to be one of the main mechanisms of consciousness to defend its own hypothesis. In this connection, he formulated a generalized law: the more unexpected stimulus or response we have the more time consciousness devote to work with it. We set up the following hypothesis in our work:

1. Individual differences in reaction time on new or unexpected stimuli seem to be a stable characteristic (variable).

2. This individual characteristic is to be found in different types of cognitive tasks.

To verify this hypothesis the uncertainty reaction on dissimilar type of stimuli (color spots, geometric figures, and digits) & on different type of uncertainty (time, alternative) was observed.

The hypothesis under discussion was verified in 4 experiments in the task of choice reaction. The fifth experiment dealt with the task of categorization. Series varied in probability of stimulus appearance. The findings of each participant approximate to logarithmic curve quite well, & the factor of the slope was defined to be an individual sensitivity index of uncertainty changes. Results of experiments tend to verify the hypothesis partly: two groups that have a valid difference in degree of sensitivity index of uncertainty changes were marked on the basis of the first 4 experiments. Such results stay independently the type of stimulus & the type of uncertainty.

Введение

Работа сознания человека в ситуации неопределенности рассматривалась в разных контекстах. Одним из значительных направлений стало изучение поведения в задаче выбора в рамках исследований Хика, в которых описывается зависимость времени реакции от вероятностных характеристик стимула. В таком случае неопределенность трактуется как вероятность появления стимула. Попытки связать закономерность, выведенную Хиком, с теорией информации и максимально расширить контекст ее использования привели к неутешительным результатам.

Хик (Hick 1952 г.), а впоследствии Хаймен (Hуman 1953 г.) показали, что:

- зависимость времени реакции от количества стимулов в реакции выбора является логарифмической
- эта зависимость сохраняется при разных способах варьирования вероятностных характеристик стимула (изменении числа равновероятных альтернатив, вероятностей появления различных альтернатив, условных вероятностей появления определенных альтернатив).
- вид стимула видимо не влияет на зависимость, хотя почти все стимулы, используемые в экспериментах того времени были достаточно однородны (вспышки света, цифры, арабские и римские цифры, буквы).

Впоследствии было проведено большое количество экспериментальных работ в рамках этой парадигмы. Многие из них, по мнению Б. М. Величковского «...выявили чрезвычайно пеструю картину, совершенно не укладывающуюся в прокрустово ложе закона» (Величковский 1982 с.51). В работах Аллуиси (Alluisi 1965), Реган (Regan 1981), Лонгстрета (Longstreth and Nabil El-Zahhar 1985) и др. развивается идея о том, что так называемые отклонения от закона Хика обнаруживаются при условии ознакомления с материалом, натренированности испытуемого, хорошей совместимости стимула и реакции. При этом под совместимостью понимается «естественность», «хорошая связанность» сочетания стимула и реакции (визуальный ряд – голосовой ответ, вибрация – нажатие на ключ и т.д.). В графическом выражении зависимости в таком случае угол наклона кривой, демонстрирующей зависимость времени реакции от вероятности появления стимула, является минимальным. Эти данные большей частью и являются основанием для критики и иной формулировки закономерности, так как не находят объяснения в ее узкой трактовке. Лонгстрет посчитал вышеприведенные факты достаточным основанием для пересмотра закона Хика и получил линейную, а не логарифмическую зависимость. Подобная формула, по мнению автора, хорошо описывает данные экспериментов при высокой совместимости стимула – реакции, а также эксперименты самого автора, в которых тип ответа был постоянным для всех стимулов (нажатие на одну кнопку), но отличался по интервалу времени с момента предъявления стимула

Велфорд считает, что закон Хика работает только при условии, что происходит «необходимый процесс решения», связанного с тем или иным моторным ответом или паттерном действий. В подобных экспериментах наиболее распространенным видом реакции является моторная реакция (нажатие на ключ или снятие пальца с ключа). В тех случаях, где не наблюдается увеличения времени реакции в соответствии с увеличением альтернатив выбора, в том числе и в данных Лонгстрета, максимальная совместимость стимула и реакции в результате их «связанности» или тренировки испытуемого не требует никакого промежуточного решения (Welford 1987).

В.М Аллахвердов рассматривает зависимость времени реакции от вероятностных характеристик стимула как одно из проявлений механизма сознания, защищающего однажды выдвинутые гипотезы. «Чем более неожиданны стимулы или реакции, тем дольше над ними работает сознание» (Аллахвердов 2000). Чем более совместимы стимул и реакции, тем менее они «неожиданны» друг для друга, а соответственно время реакции меньше. При таком понимании вопрос о совместимости стимула-реакции становится не исключением из общего правила закона Хика, а скорее вариантом его подтверждения.

Данная работа опирается на одно из положений теории В.М. Аллахвердова, согласно которому необходимым условием начала работы механизма сознания является ситуация неопределенности, неожиданности, выбора, несоответствия ожидаемого и действительного. Вслед за этим осуществляется принятие решения о выдвижении гипотезы и последующая ее проверка. Работа сознания, прежде всего, направлена на защиту осознанных гипотез, поэтому несоответствие последних действительности приводит к активизации защитного пояса сознания. Защитный пояс сознания «искажает»

противоречивую информацию, дольше проводит обработку информации и т.д. Таким образом, закон Хика, являясь общим законом защитного пояса сознания, распространяется на широкий круг реакций и задач.

Индивидуальные различия при выполнении задач такого рода могут объясняться существованием «восприимчивости к неопределенности», которая проявляется в способности проводить различия между двумя вероятностями. То есть предполагается, что большая восприимчивость ведет к увеличению различия во времени реакции на разные вероятности предъявления стимула. Данная величина, скорее всего, проявится в характеристиках наклона логарифмической кривой, описывающей реакцию выбора, а именно в коэффициенте угла наклона. Так как угол наклона - величина не постоянная, то многими исследователями именно угол рассматривается как мера индивидуальных различий. Правда, в большинстве таких работ показатели реакции выбора соотносятся с данными тестов на интеллект. В работах Ньюбауэра и Граз (Neubauer and Graz 1991), Линдли, Батурста, Смита и Вилсона (Lindley et al 1993) утверждается наличие отрицательной корреляции между значениями психометрического интеллекта и углом наклона кривой в задачах реакции выбора.

В нашей работе коэффициент угла наклона кривой рассматривается как показатель «восприимчивости к неопределенности». Являясь характеристикой активности работы сознания (Аллахвердов 2000) «восприимчивости к неопределенности», должна наблюдаться в большом спектре когнитивных задач. В таком случае можно ожидать выделения некоторого количества групп людей, отличающихся устойчивыми различиями в значении этого коэффициента при выполнении разных заданий.

Эксперимент 1.

Было проведено 4 больших серий эксперимента, построенных по схеме реакции выбора (В-реакция по классификации Ф. Дондерса: n стимулов – n ответов) с изменением вероятности предъявления стимула. Различие когнитивных задач в этих экспериментах было представлено изменением следующих параметров:

1. изменением вида стимулов (предъявлялись цветные пятна, геометрические фигуры, цифры),
2. количества стимулов (один стимул – несколько стимулов)
3. и типа неопределенности (временная, альтернативная). Подобное разделение основано на работах Е.П. Кринчик, А.Н. Леонтьева (Кринчик, Леонтьев 1962), в которых временная неопределенность определяется разной вероятностью появления одного ключевого стимула, а альтернативная - предъявлением разного количества равновероятных стимулов.

Метод

Участники

Выборка представляла собой группу студентов-психологов в возрасте от 18 до 27 лет. Всего 21 человек.

Материалы

1. Первый эксперимент («цвет»). В качестве стимулов использовались прямоугольники различных цветов (красный, зеленый, желтый, сиреневый, синий).
2. Во втором эксперименте («фигуры») предъявлялись различные геометрические фигуры: круг, треугольник, прямоугольник, ромб и пятиугольник.
3. В третьем эксперименте («4 фигуры») произошло усложнение стимульного материала, и к задаче выбора добавилась задача различения. Предъявлялись

картинки из четырех геометрических фигур (2×2). Задачей испытуемого было найти на картинке одну из 5 фигур (звезда, круг, треугольник, квадрат и ромб) среди других геометрических фигур.

- Четвертый эксперимент («цифры») был повторением эксперимента Меркеля 1885 г. В качестве стимулов в нашем эксперименте использовались пять арабских цифр от 1 до 5 и пять римских цифр от I до V.

Процедура

Предъявление материала и регистрация времени реакции осуществлялась с помощью компьютерной программы. На экране последовательно предъявлялись стимулы, испытуемый должен был отвечать на них нажатием той или иной кнопки. Инструкцией для испытуемого во всех экспериментах было: «при появлении того или иного стимула как можно быстрее и точнее нажмите кнопку, соответствующую этому стимулу». Перед каждым экспериментом проводилась небольшая тренировочная серия.

- Эксперимент «цвет» состоял из 5 серий, каждая из которых отличалась изменением вероятности одного цвета (желтого) в диапазоне 0,2 - 0,3 - 0,5 - 0,7 - 0,85. Остальные цвета предъявлялись с равной вероятностью. Каждая серия состояла из 200 предъявлений.
- Эксперимент «фигуры» состоял из 5 серий, в каждой из которых изменялась вероятность предъявления треугольника. Остальные фигуры предъявлялись с равной вероятностью. Распределение вероятностей было аналогичным предыдущему эксперименту. Каждая серия состояла из 200 предъявлений.
- Эксперимент «4 фигуры» состоял из 5 серий, в каждой из которых изменялась вероятность предъявления круга, остальные фигуры предъявлялись с равной вероятностью. Распределение вероятностей было аналогичным описанному выше. Каждая серия состояла из 100 предъявлений.
- Эксперимент «цифры» состоял из 9 серий, в каждой из которых количество стимулов (арабских и латинских цифр) увеличивалось на один, от 2 до 10. В каждой серии было по 100 предъявлений.

Результаты

Результаты всех 4 экспериментов полностью соответствовали вышеупомянутому закону Хика: время реакции увеличивается в соответствии с уменьшением вероятности предъявления стимула в каждом эксперименте.

Среднее время реакции при различных вероятностях предъявления стимула

	Вероятность предъявления стимула								
эксперимент	0.85	0.7	0.5	0.3	0.2				
«цвет»	0,53	0,65	0,89	0,95	1,02				
«фигуры»	0,51	0,64	0,81	0,93	1,02				
«4фигуры»	0,82	0,97	1,17	1,46	1,79				
	Вероятность предъявления стимула								
эксперимент	0.5	0.33	0.25	0.2	0.17	0.14	0.125	0.11	0.1
«цифры»	0,61	0,69	0,78	0,89	1,01	1,09	1,14	1,23	1,25

Различие в выполнении серий с разными вероятностями каждым испытуемым во всех экспериментах статистически достоверно (по критерию Стьюдента $p < 0,01$). Результаты каждого испытуемого по каждой серии каждого эксперимента аппроксимировались логарифмической кривой, коэффициент угла наклона которой варьировался в диапазоне от 0,12 до 0,99. Ранжирование логарифмических коэффициентов угла наклона по каждому эксперименту показало то, что во всех опытах выделились две крайние группы с разным

уровнем коэффициента. Средний коэффициент угла наклона кривой в первой группе -0,23; во второй – 0,44. Эти группы значимо отличаются друг от друга по критерию Вилкоксона ($p < 0,01$). При этом состав групп во всех экспериментах является постоянным. Была проведена корреляция коэффициентов угла наклона кривой по всем 4 экспериментам. Результаты показывают наличие выраженной положительной связи между ними (от $r = 0,47$ до $r = 0,74$) Единственная связь, о наличии которой нельзя говорить с высокой достоверностью, - это связь между результатами экспериментов 2 и 4 («фигуры» и «цифры»).

Корреляция коэффициентов углов наклона логарифмической кривой

Spearman correlation		
Эксперименты	Spearman	p-level
«цвет» и «фигуры»	0,50	0,02
«цвет» и «4фигуры»	0,48	0,03
«цвет» и «цифры»	0,48	0,03
«фигуры» и «4 фигуры»	0,74	0,00
«фигуры» и «цифры»	0,35	0,13
«4 фигуры и «цифры»	0,65	0,00

Выводы.

Данный эксперимент еще раз подтвердил, что правило Хика работает при различных условиях (многообразии стимулов, типах задач и т.д.). При этом сохраняется общая закономерность: при увеличении неожиданности стимула сознание работает над ним дольше. Также, в целом, результаты говорят в пользу выдвинутой гипотезы. Было выделено 2 группы испытуемых, достоверно отличающихся по степени «восприимчивости к неопределенности». Первая группа во всех экспериментах характеризуется минимальным различием времени реакции на разные вероятности, малыми значениями коэффициента угла наклона логарифмической кривой, а, следовательно, и малой степенью восприимчивости к неопределенности. Во второй группе, наоборот различие между временем реакции при выполнении задач с разными вероятностями гораздо сильнее. Она характеризуется большим значением коэффициента угла наклона, а, следовательно, и большей степенью восприимчивости к неопределенности. Рассмотренные группы остаются неизменными во всех 4 экспериментах, что свидетельствует об устойчивости выделенной характеристики.

Эксперимент 2.

Поскольку результаты первого эксперимента оказались в общем положительными, было решено расширить спектр когнитивных задач и рассмотреть индивидуальные различия в реакции на неопределенность на примере задач на категоризацию. Задача на категоризацию предполагает возможность отнесения любой лексической единицы к какому-либо классу. В экспериментах А.А. Борисовой (Борисова 2004) было показана возможность использования подобной задачи в аспекте теории информации, то есть варьирования вероятностными характеристиками стимула. В ее экспериментах испытуемым предъявлялась категория, и несколько признаков объекта. Задачей было опознать объект. Количество признаков объекта в разных сериях изменялось (от 2 до 6), что определяло, по мнению автора, различное количество информации, обрабатываемое

испытуемым и, в конечном счете, скорость реакции ответа. В нашем эксперименте вероятностные характеристики стимула определялись количеством категорий, предъявляемых испытуемому (от 1 до 6). Гипотезы эксперимента:

1. Скорость отнесения слова к той или иной категории зависит от количества предъявленных категорий и подчиняется обобщенному закону Хика.
2. Данные эксперимента на категоризацию должны соотноситься с предыдущим. То есть «восприимчивость к неопределенности», выявленная раньше на задачах реакции выбора, должна проявиться и здесь.

Метод

Участники

Выборка представляла собой группу тех же студентов-психологов, которые участвовали в первом эксперименте. Возраст от 18 до 27 лет. Всего 21 человек.

Материал.

Стимулами являлись слова, которые разделялись на два типа: категории и слова, подлежащие категоризации. Всего категорий было 22, слов для категоризации 72. Примеры категорий: архитектура, часть тела, одежда, пища, природное явление, животное, инструмент и т.д.

Примеры слов, подлежащих категоризации: купальник, стул, река, кефир, кресло, вулкан, мундир и т.д.



рис. 1 Пример предъявления стимульного материала

Процедура.

Предъявление материала и регистрация времени реакции осуществлялась с помощью компьютерной программы. Эксперимент состоял из 4 серий, отличающихся количеством предъявляемых категорий: от 1 до 6. Категории и слова для категоризации предъявлялись попарно. Перед испытуемым на экране в течение 3-6 секунд (в зависимости от серии) предъявлялось слово-категория (или несколько слов-категорий), которое нужно было запомнить. Вслед за этим шло другое слово. Испытуемому нужно было определить, принадлежит ли это слово к одной из предъявленных ранее категорий и нажать на кнопку 1 –если ответ «да» и 2 – если ответ «нет». От серии к серии менялась вероятность отнесения слова к той или иной категории (1; 0,5; 0,25; 0,17). Всего парных предъявлений категорий – слов в каждой серии было 24.

Результаты.

Результаты эксперимента подчиняются закономерности: чем больше категорий, подлежащих запоминая, тем больше время реакции, затраченное на отнесение слова к той или иной категории.

Среднее время реакции в сериях с различным количеством категорий

Количество категорий	1 категория	2 категории	4 категории	6 категорий
Среднее время реакции (сек.)	1,25	1,62	2,16	2,45

Данные каждого испытуемого очень хорошо описываются логарифмической кривой, коэффициент угла наклона варьируется в диапазоне от 0,5 до 1,46.

При этом ранжирование коэффициентов наклона кривой не дало никаких результатов, Группы, выделенные по одной серии, не сохраняли стабильность в других сериях. Данные корреляции между экспериментом 1 и экспериментом 2 являются статистически не значимыми.

Обсуждение/Выводы.

Результаты второго эксперимента показали, что, несмотря на общее подчинение обобщенному закону Хика, не выделилось ожидаемых групп, которые бы свидетельствовали об устойчивости и универсальности «восприимчивости к неопределенности». В рамках теории В.М. Аллахвердова, «восприимчивость к неопределенности» может пониматься как индивидуальный баланс между уровнем неопределенности необходимым для работы механизма сознания и уровнем, на котором включается защитный механизм защиты гипотез. В таком случае выявление этой характеристик не должно зависеть от типа, сложности или каких-либо других характеристик выполняемых сознанием задач. Пока что это не находит подтверждения.

Отличие в среднем значении коэффициента угла наклона кривой между первым и вторым экспериментом (эксперимент 1 – 0,56, эксперимент 2 – 0,98) может говорить о том, что задача категоризации более сложна и специфична, что и выражается в большем различии во времени реакции в сериях. В этой связи можно привести пример исследования Линдли, Батурста, Смита и Вилсона (Lindley et al 1993). Они показали, что в случае задачи кодирования буквенно-цифрового и образного материала малые значения скорости реакции выбора положительно коррелировали со значениями IQ при выполнении легких задач (с малым количеством информации) и отрицательно коррелировали с IQ при выполнении сложных информационно нагруженных задач. В данном случае нас волнует не столько корреляция с тестами на интеллект, сколько выделение двух групп задач (сложные и легкие), и выделение группы, характеризующейся малым значением реакции выбора и малым значением коэффициента угла наклона кривой. Это в целом соответствует нашему результату.

На данный момент, говоря об общей гипотезе существования «восприимчивости к неопределенности», можно утверждать об устойчивости этого показателя только в рамках задач на реакцию выбора. Это подтверждается и данными нашего пилотажного эксперимента на запоминание слов естественного языка, различающихся по частоте встречаемости. Данные корреляции этого эксперимента со всеми вышеописанными также не оказались статистически значимыми.

Другим вариантом объяснения несоответствия результатов может являться не достаточно точный выбор показателя для регистрации «восприимчивости к неопределенности». Это является предпосылкой для продолжения работы в этом направлении.

Литература:

1. Аллахвердов В.М. Сознание как парадокс. СПб., 2000
2. Борисова А.А. Изучение механизмов умственной деятельности в аспекте теории информации // Психология высших когнитивных процессов М.,2004 с.189-203
3. Величковский Б.М. Современная когнитивная психология. М.,1982
4. Леонтьев А.Н., Кринчик Е.П. О некоторых особенностях процесса переработки информации человеком.// Вопросы психологии 1962 № 6
5. Alluisi E. Interaction of S-T compatibility & the rate of gain of information // Perceptual & motor skills 1965, vol. 20 (3)
6. Longstreth L., Nabil El-Zahhar M. Exceptions to Hick's Law: Explorations With a Response Duration Measure //Journal of Experimental Psychology: General. 1985, Vol. 114 (4)
7. Hick, W. E. On the rate of gain of information. // Quarterly Journal of Experimental Psychology 1952, 4, 11-26
8. Hyman, R. Stimulus information as a determinant of reaction time. // Journal of Experimental Psychology 1953, 45, 188-196.
9. Regan J. Atomicity & learning: Effects of familiarity on naming letters // Journal of Experimental Psychology: Human perception & performance 1981, vol. 7(1)
10. Welford A Comment on "Exceptions to Hick's Law: Explorations with a Response Duration Measure" (Longstreth, El-Zahhar, & Alcorn, 1985) // Journal of Experimental Psychology: General. 1987, Vol. 116 (3)
11. Neubauer A., Graz U. Intelligence & RT: A modified Hick Paradigm & a new RT paradigm //Intelligence 1991 vol. 15 (2)
12. Lindley R., Bathurst K., Smith W., Wilson S. Hick's law, IQ & singularity or specificity of mind: A psychometric analysis // Personality & Individual Differences 1993 vol. 15(2)