

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ПСИХОЛОГИИ

Проблемы психологической безопасности

Ответственные редакторы:
А. Л. Журавлев, Н. В. Тарабрина



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ИНСТИТУТ ПСИХОЛОГИИ РАН»
МОСКВА – 2011

ВЛИЯНИЕ ОСТРОГО ВВЕДЕНИЯ АЛКОГОЛЯ НА СИСТЕМНУЮ ОРГАНИЗАЦИЮ МОЗГОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЫБОРА

Б. Н. Безденежных, Ю. И. Александров

Существует большое количество мнений по проблеме воздействия алкоголя на психические процессы. Разные авторы показывают, что алкоголь подавляет произвольное внимание (Jääskeläinen et al., 1999), пространственную память (Matthew, Silvers, 2004), процессы переработки информации (Tzambazis, Stough, 2000). При этом исследования заявленной проблемы часто дают противоречивые результаты. Так, традиционные поведенческие исследования влияния алкоголя на информационные процессы привели одних авторов к выводу, что алкоголь не влияет избирательно на какие-то определенные стадии переработки информации, а просто замедляет эти процессы, а другие авторы считают, что алкоголь нарушает только некоторые стадии информационных процессов (Tzambazis, Stough, 2000). Одни авторы полагают, что алкоголь повреждает центральные процессы, связанные с действием, но не влияет на процессы восприятия и выбора ответа (Huntley, 1974). По данным же других исследователей, алкоголь нарушает исполнительные процессы (Tachibana et al., 1991). Считается, что выявляемые в подобных экспериментах нарушения организации действий определяются *прямым* действием алкоголя на обменные процессы в нервных клетках (McGough et al., 2004). Однако такое заключение не устраняет вопрос о том, каковы механизмы *опосредованного* действия алкоголя на психические процессы.*

* Исследование выполнено при финансовой поддержке: РФНФ, гранты № 11-06-00082а, № 11-06-00917а; РФФИ, грант № 10-06-00259а; Совета по грантам Президента РФ ведущим научным школам Российской Федерации, грант «Системная психофизиология» №НШ-3752.2010.6; Фонда программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине».

Мы считаем, что эффективное решение проблемы возможно с позиций системно-эволюционного подхода, развивающего подход к решению психофизиологической проблемы в рамках теории функциональных систем П. К. Анохина и рассматривающего физиологические (в том числе нейронную активность) и психические закономерности как разные аспекты описания единой реальности – взаимодействующих функциональных систем, составляющих структуру индивидуального опыта. Согласно этому подходу, в течение всей жизни организма при формировании нового опыта некоторые нейроны, проходя при системогенезе процесс специализации в отношении вновь формируемой функциональной системы, объединяются в группы, которые составляют мозговой эквивалент системы – элемент индивидуального опыта. По-видимому, нейроны системоспецифичны, их специализация, сформированная при обучении, пожизненна (Швырков, 1995).

Следует отметить, что каждая функциональная система формируется для достижения конкретного результата, необходимого организму на определенном этапе развития и жизнедеятельности. Причем появляющиеся при научении системы не вытесняют, не заменяют ранее сформированные системы, а добавляются к ним, формируясь на основе и во взаимодействии с системами предшествующего опыта и проявляясь как вновь приобретенный опыт (Анохин, 1978; Пономарев, 1982; Швырков, 1988). Фактическим подтверждением сказанного, кроме многочисленных данных, полученных при регистрации нейронной активности в нашей и других лабораториях (Александров, 2009), является развитие антероградной амнезии, т. е. невозможности формирования нового опыта при нарушении прошлого опыта в связи с ретроградной амнезией (Squire, Alvarez, 1995), а также восстановление памяти при выходе из ретроградной амнезии в той последовательности, в которой она формировалась.

Реализация же индивидуального опыта в виде определенной формы поведения и сопутствующих ему психических (когнитивных) процессов обеспечивается активностью целого набора функциональных систем в их взаимодействии. Это соответствует выводу, к которому пришел на основании анализа результатов многочисленных психологических экспериментов У. Найссер: «<...> когнитивную активность человека более целесообразно рассматривать как совокупность приобретенных навыков, чем как функционирование единого постоянного в отношении своих возможностей механизма» (Найссер, 1981, с. 107).

Объединение систем обеспечивается, в частности, синаптическими связями между нейронами этих систем. Причем, как было показано, синаптические связи между нейронами внутри системы более устойчивы к внешним воздействиям, чем связи между нейронами разных систем, что позволяет системам «выходить» из одного набора систем и включаться в другие наборы систем (Безденежных, 2004). Ранее нами было показано, что алкоголь угнетающе влияет на межсистемные отношения (Alexandrov et al., 1993).

Межсистемные отношения развиваются после того, как системы объединяются друг с другом. Это объединение систем для реализации действия происходит во время афферентного синтеза (АС) (Безденежных, 2004). На этой стадии развития поведения нейроны головного мозга получают самые разные афферентные влияния и на этой стадии «организм решает три важнейших вопроса: *что делать, как делать, когда делать?*» (Анохин, 1978, с. 267). Во время афферентного синтеза нейроны, принадлежащие разным системам текущего и будущего действия, вступают в связи через синаптические контакты, чему, по мнению некоторых авторов, способствует синхронная активность этих нейронов (Riehle et al., 1997; Desmurget et al., 1998; Averbek et al., 2002). На основании вышесказанного мы предполагаем, что алкоголь, изменяя активность нейронов, может опосредованно влиять на их способность объединяться во время АС.

Возникает вопрос: как можно контролировать АС в экспериментальном исследовании? Известно, что при выполнении сенсомоторных задач выбора в электроэнцефалограмме развивается связанный с ответом многокомпонентный потенциал, в котором наиболее выраженным является позитивный компонент (потенциал) – Р300. Этот потенциал манифестирует развитие АС (Безденежных, 2004). Дело в том, что Р300 чувствителен к целому ряду составляющих АС – прогнозированию будущих сигналов, проявляющемся в эффекте последовательности (Donchin, Coles, 1988; Munson et al., 1984; Verleger, 1991), уровню мотивации (Johnson, 1986), объему извлекаемого из памяти материала (Mecklinger et al., 1994), физиологическому состоянию организма (Geisler, Polich, 1990). Характеристики Р300 также коррелируют со степенью сложности принимаемого решения и выполняемой задачи (Coles, 1988; Ullsperger et al., 1988; Palmer et al., 1994). Более того, в диапазоне развития Р300 субъект проявляет максимальную чувствительность к внешним раздражителям, что характерно для стадии афферентного синтеза. Данный феномен был подтвержден многочисленными экспериментальными

данными, полученными методом «вторичного ответа». Суть этого метода заключается в том, что во время подготовки к ответу на основной сигнал, предъявляемый испытуемому в случайном порядке и с определенной частотой, предъявляют еще один сигнал, вторичный, в ответ на который нужно прервать текущее действие и совершить другой ответ (вторичный ответ). В одном из экспериментов вторичный сигнал предъявляли во время ответа на основной сигнал в интервале от 260 до 409 мс после его предъявления. Оказалось, что время «вторичного ответа» зависит от момента предъявления тестирующего сигнала в исследуемом интервале (Woodward, 1991, fig. 20). Эта зависимость проявляется в виде U-образной кривой, пик которой, т. е. минимальное время «вторичного ответа», имеет место при ответе на сигнал, предъявленный примерно через 300 мс после начала развития текущего ответа.

Все сказанное свидетельствует в пользу нашего предположения о том, что алкоголь оказывает опосредованное влияние на системные процессы на стадии афферентного синтеза, тем более что существуют также и экспериментальные данные о влиянии введения алкоголя на характеристики Р300 (Grillon et al., 1995; Polich, Bloom, 1999; Jääskeläinen et al., 1999).

Задача настоящей работы заключается в проверке предположения о том, что алкоголь оказывает влияние на межсистемные отношения на этапе АС.

Мы уже отмечали, что в АС входят многие составляющие, но в настоящей работе мы будем регистрировать Р300, а также оценивать точность прогнозирования субъектом предъявляемых ему с равной вероятностью двух альтернативных сигналов и эффект последовательности, указывающий на перестройку связей между системами.

Одной из составляющих АС является прогнозирование субъектом будущих внешних событий (сигнала). Прогнозирование особенно явно проявляется в задачах выбора отчетного действия в связи с предъявлением того или иного альтернативного сигнала. Для контроля над прогнозированием необходима экспериментальная процедура, в которой можно было бы манипулировать субъективной оценкой вероятностного распределения альтернативных сигналов. Обычно для такой манипуляции используют традиционную процедуру «случайного шара» (oddball paradigm), в которой один из сигналов предъявляется значительно реже, чем другой. Однако в такой процедуре имеет место эффект повторения. Он проявляется в том, что время ответа и его дисперсия на часто предъявляемый сигнал

сокращаются быстрее, чем на редкий сигнал, т. е. ответ на часто предъявляемый сигнал совершенствуется быстрее, чем на редкий альтернативный сигнал (LaBerge, Tweedy, 1964; Bertelson, Tisseyre, 1966). Соответственно, по-разному меняются и характеристики Р300, связанные с ответами на эти сигналы (Courchesne, 1978). Для исключения причины такого неравномерного совершенствования выполнения альтернативных ответов необходимо, чтобы оба сигнала предъявлялись с равной вероятностью. Следовательно, при решении такой задачи мы должны манипулировать только субъективной оценкой вероятности появления сигналов при сохранении их равновероятного предъявления.

При многократных выполнениях задачи выбора имеет место совершенствование выполнения ответов, что проявляется в эффекте последовательности, т. е. влиянии нескольких предшествующих сигналов на время текущего ответа, сокращении времени ответа на предъявление сигналов и снижении числа ошибочных отчетных действий (Безденежных, 2004). Несомненно, что это связано с изменением формирования связей между системами во время АС. В таком случае, если алкоголь влияет на процессы АС, то он будет влиять и на совершенствование навыка выполнения задачи. Поэтому в эксперименте мы контролировали субъективную вероятность предъявления того или иного альтернативного сигнала и совершенствование навыка выполнения ответов на эти сигналы.

Методика исследования

Экспериментальная процедура состояла из двух этапов. На первом, контрольном, этапе участвовало 70 трезвых испытуемых (32 – женского и 38 – мужского пола) в возрасте от 18 до 37 лет. Этот этап состоял из шести экспериментальных серий моторных ответов на предъявление зрительного сигнала. Испытуемый сидел перед монитором, средний и указательный пальцы его доминантной руки находились соответственно на клавишах «1» и «2» клавиатуры. В первой серии ему предъявляли один и тот же сигнал, в ответ на который он должен был нажимать одну и ту же клавишу отчета (КО) – простой ответ. Во второй серии ему предъявляли другой сигнал, и он в ответ нажимал другую КО – простой ответ. В 3–6-й сериях – в задачах сенсомоторного выбора – эти сигналы предъявлялись в случайном порядке и с равной вероятностью. Испытуемый должен был отвечать

нажатием одной из двух КО в зависимости от того, какой из двух альтернативных сигналов был предъявлен. В каждой серии испытуемым предъявлялось примерно по 30 альтернативных сигналов. Во всех сериях испытуемый должен был нажимать КО как можно быстрее после предъявления сигнала.

В экспериментах была применена определенная структура альтернативных сигналов (назовем их сигналы «А» и «Б»). Каждый сигнал состоял из: (1) предупреждающего сигнала (ПрС) – появление вертикальной светлой полоски в центре экрана, которая через (2) определенный интервал времени (Инт) заменялась (3) пусковым сигналом (ПуС) – уменьшением или увеличением высоты этой полоски. Продолжительность ПуС составляла 50 мс. ПрС являлся общим для обоих сигналов. Интервал (Инт) для сигнала «А» составлял 700 мс, а для сигнала «Б» – 950 мс. Разница между этими интервалами в 250 мс превышает на 100 мс средний порог различения длительности временных интервалов (Скотникова, 1999). В эксперименте испытуемые оценивали сигналы «А» и «Б» по физическим характеристикам их пусковых сигналов и как можно быстрее нажимали клавишу отчета, соответствующую предъявленному пусковому сигналу (рисунок 1). Время от момента предъявления пускового сигнала до нажатия соответствующей клавиши отчета мы рассмат-

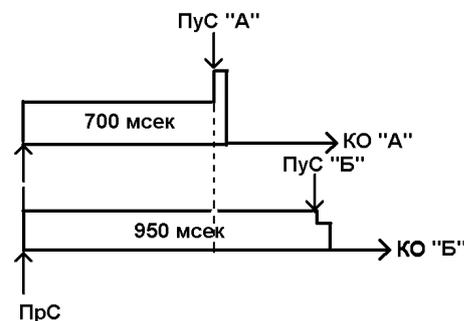


Рис. 1. Схема альтернативных сигналов «А» и «Б»

Вертикальные стрелки, указывающие вверх, – начало предъявления предупреждающего сигнала (ПрС). Вертикальные стрелки, указывающие вниз – начало предъявления пускового сигнала (ПуС «А» и ПуС «Б»). Горизонтальные стрелки – ответы нажатием клавиш отчета (КО «А» и КО «Б»). Для одной половины испытуемых высота полоски ПуС для «А» и «Б» показана на рисунке, для другой половины испытуемых высота этой полоски для сигнала «Б» была больше, чем для сигнала «А».

ривали как время ответа. Каждый следующий предупреждающий сигнал предъявлялся через 1,5 секунды после нажатия клавиши отчета в предшествующем ответе. Разница между интервалами в 250 мс в альтернативных сигналах может служить скрытой подсказкой о появлении пускового сигнала «Б» и тем самым увеличивать вероятность прогнозирования сигнала «Б», по сравнению с сигналом «А».

У испытуемых во время эксперимента регистрировали: а) монополярно электроэнцефалограмму (ЭЭГ) хлорсеребряными электродами с областей черепа F3, F4, Cz, P3, P4 по международной системе 10/20 с частотой опроса 250 Гц, в диапазоне частот от 0.1 до 70 Гц; в качестве индифферентных электродов служили объединенные электроды, прикрепленные к мочкам ушей; сопротивление контактов череп – электроды не превышало 5 кОм; б) вертикальную составляющую электроокулограммы для контроля над артефактами от движений глаз в ЭЭГ; в) время ответов (интервал от момента предъявления ПуС до момента нажатия КО); г) правильность ответа – нажатие КО, соответствующей или несоответствующей предъявленному ПуС. Кроме того, испытуемые давали свободный отчет о том, совершали ли они ошибочные нажатия КО, а также на какой сигнал «А» или «Б» было легче отвечать, и заметили ли они различия в интервале этих сигналов.

На втором этапе экспериментальная процедура была такой же, как на первом этапе на трезвых испытуемых. После наложения электродов испытуемые выпивали 20% раствор этанола в количестве из расчета 1 мл 96% этанола на 1 кг веса. Как было обнаружено нами в экспериментах на животных, прием ими алкоголя в такой дозе вызывает у них угнетение активности нейронов, принадлежащих к наиболее дифференцированным системам, и угнетение межсистемных отношений (Alexandrov et al., 1990, 1993). По-видимому, именно такое действие алкоголя приводит к изменениям отчетного поведения разного типа и повышению эмоциональности у испытуемых (Бодунов и др., 1997; Alexandrov et al., 1998; Laukka et al., 1997). Эксперимент по выполнению задачи выбора начинался по достижению в крови максимальной концентрации алкоголя, определяемой с помощью алкометра (RK-1100, Япония). 26 здоровых испытуемых (10 женского и 16 мужского пола в возрасте от 22 до 35 лет), имеющих опыт алкогольного опьянения, участвовали в обеих сериях с интервалом 3 месяца. Ни один из испытуемых не ощущал какого-либо дискомфорта после приема алкоголя

ни во время эксперимента, ни после него. В основном испытуемые ощущали чувство эйфории и сонливости (см. также: Alexandrov et al., 1998).

Обработка данных

Отдельно для ответов на альтернативные сигналы рассчитывали медиану времени ответов по каждой серии. Для выявления эффекта последовательности на время ответов вычисляли медианы времени ответов, завершающих определенные цепочки последовательностей сигналов – АА (А), БА (А), АБ (А), ББ (А) для ответа на сигнал «А» и ББ (Б), АБ (Б), БА (Б), АА (Б) для ответа на сигнал «Б». Эти медианы распределяли по четырем возрастающим рангам. Между рангами по всей выборке группы проводили дисперсионный анализ (ANOVA). Ранее нами было показано, что эффект последовательности имеет место при совершенствовании навыка выполнения задачи сенсомоторного выбора (Безденежных, 2004).

Связанные с событием потенциалы (ССП) получали выборочным усреднением безартефактных фрагментов ЭЭГ, связанных с ответом на один и на другой сигнал для каждой экспериментальной серии отдельно. Усреднение проводилось от момента предъявления ПуС по 1 с в обе стороны от этой референтной точки. Значения амплитуды и латентного периода пика компонента P300 в усредненных ССП, а также время отчетных действий обрабатывались с помощью статистических методов из лицензионного пакета SPSS 11.0 (использовались дисперсионный анализ, парные сравнения по t-критерию, метод главных компонент).

Сравнение этих показателей между «алкогольной» и контрольной сериями было проведено по t-критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

Из 70-и контрольных испытуемых, участвовавших на первом этапе экспериментов, результаты по 4-м испытуемым были исключены из анализа по разным причинам – большое количество артефактов в ЭЭГ, утомление, большое количество ошибок, нежелание продолжать работу. По целому ряду причин (многочисленные артефакты в ЭЭГ, периодические засыпания во время эксперимента, чрезмерное возбуждение, проявляющееся в попытках разговаривать с экспериментатором и комментировать собственные действия и т. д.)

мы анализировали данные, полученные только у 14 испытуемых из «алкогольной» группы.

Простые ответы

Сравнения по t-критерию для парных случаев медиан времени ответа показали, что время простого ответа не зависит от длины интервала между ПрС и ПуС ($t = 0,318$; $df = 48$; $p = 0,683$). В потенциалах, связанных с простыми ответами, в отличие от ответов в задаче выбора отсутствовал компонент Р300 (рисунок 2).

Алкоголь не изменял время простых ответов. Сравнение по t-критерию для парных случаев показало, что испытуемые с одинаковой скоростью выполняли простые ответы, как в нормальном состоянии, так и в состоянии алкогольного опьянения. Различия во времени ответа составляли: для ответа на сигнал «А» – $t = 1,883$; $df = 13$; $p = 0,082$; для ответа на сигнал «Б» – $t = 1,732$; $df = 13$; $p = 0,09$.

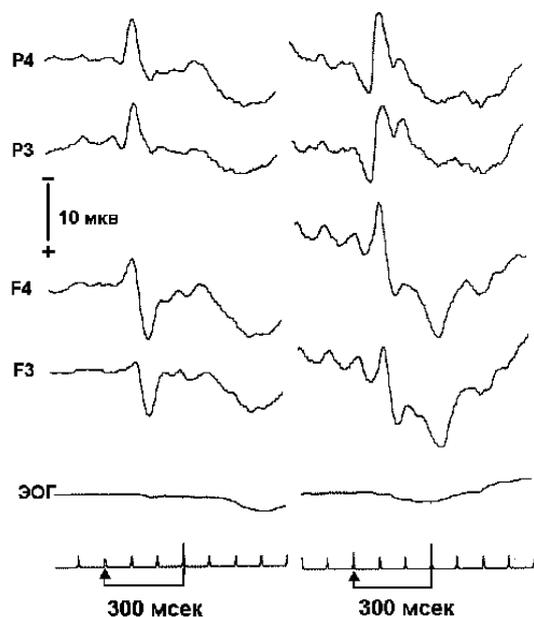


Рис. 2. ЭЭГ – потенциалы в лобных (F3 и F4) и теменных (P3 и P4) областях, связанные с простыми ответами ($n = 50$) (левый столбик) и с ответами в задаче выбора ($n = 56$) (правый столбик)

Стрелками обозначены моменты предъявления ПуС (исп. АВН).

Дифференцированные ответы (серии пронумерованы как 1, 2, 3, 4 без учета двух предшествующих серий простого ответа)

Как мы и предполагали, время ответа на сигнал «Б» было достоверно короче времени ответа на сигнал «А» по всему эксперименту и составляло соответственно $315,8 \pm 67,7$ мс и $376,6 \pm 62,5$ мс (различие достоверно, $t = 12,113$; $df = 116$; $p = 0,000$) (рисунок 3).

Тренировка

Для проверки влияния тренировки на время альтернативных ответов был применен дисперсионный анализ (ANOVA) с последующим множественным сравнением по Шеффе. Сравнились медианы времени ответов между сериями у 66 испытуемых. Результаты показали, что при тренировке достоверно сократилось время ответов только на сигнал «Б» ($F = 10,183$; $df = 3,197$; $p = 0,000$); время ответов на сигнал «А» имело тенденцию к сокращению ($F = 1,046$; $df = 3,197$; $p = 0,185$). Как мы уже отмечали, в задачах выбора, в которых альтернативные сигналы предъявляются с разной вероятностью, быстрее совершается то действие, которое связано с более частым, а следовательно, и более вероятным для субъекта сигналом (LaBerge, Tweedy, 1964; Bertelson, Tisseyre, 1966). Следует добавить, что по отчетам испытуемых им было легче отвечать на сигнал «Б» («палец нажимает сам»). Эти факты можно объяснить тем, что у испытуе-

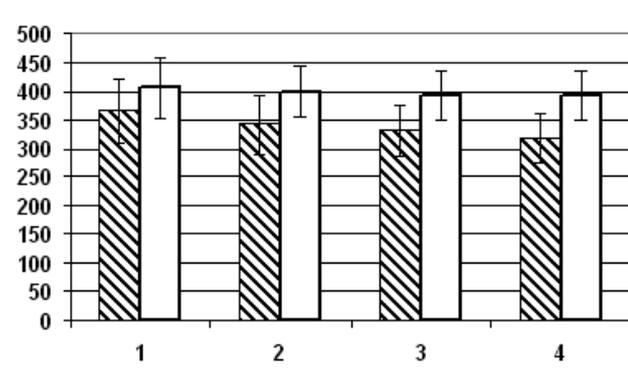


Рис. 3. Сравнение медиан времени ответа (мс) в четырех последовательных сериях

Время ответа на сигналы «А» – незаштрихованный столбик, на сигнал «Б» – заштрихованный столбик. По вертикали – время в мс. По горизонтали – серии экспериментов

ных был более высокий уровень готовности отвечать на сигнал «Б», чем на сигнал «А». Эта готовность связана с тем, что испытуемые примерно через 700 мс после ПрС, если не было пускового сигнала «А», корректируют свой прогноз и ожидают пусковой сигнал «Б».

Эффект последовательности

Как видно из таблицы 1, эффект последовательности на время ответов, связанных с сигналом «Б», исчезает уже в 3-й серии эксперимента, тогда как этот эффект сохранялся в течение всех серий на время ответов, связанных с сигналом «А». Это указывает на то, что совершенствование ответа на сигнал «Б» завершилось раньше, чем совершенствование ответа на сигнал «А».

Известно, что чем больше неопределенность относительно будущего сигнала, тем более выражен эффект последовательности на это действие (Donchin, Coles, 1988), и наоборот: при подсказке, указывающей на очередной сигнал в задаче выбора, эффект последовательности на характеристики ответа на этот сигнал исчезали (Munson et al., 1984; Verleger, 1991). Следовательно, проиллюстрированные в таблице 1 факты также являются подтверждением того, что субъект значительно чаще безошибочно прогнозировал сигнал «Б», чем сигнал «А».

Обратимся к позитивному компоненту ССП – Р300. Р300, связанный с ответом, развивается до нажатия КО. Этот факт и результаты

Таблица 1
Эффект последовательности на время ответа
в 4 сериях задачи выбора (ANOVA)

Серия/Ответ на сигнал	Df	F	Sig.
1/«А»	3/260	3,421	0,019*
1/«Б»	3/260	3,112	0,029*
2/«А»	3/260	4,025	0,009*
2/«Б»	3/260	3,301	0,023*
3/«А»	3/256	2,756	0,033*
3/«Б»	3/256	1,177	0,318
4/«А»	3/196	3,608	0,011*
4/«Б»	3/196	1,136	0,334

Примечание: * – различия достоверные.

исследований других авторов дают основание утверждать, что последовательные действия перекрываются. При этом АС последующего действия и сопровождающий их Р300 осуществляются во время текущего действия, а именно в переходный период от распознавания сигнала к исполнению отчетного действия (Безденежных, 2004).

Совершенно очевидно, что в случае совпадения предъявленного сигнала с прогнозируемым сигналом при распознавании сигнала будет отсутствовать фаза рассогласования. В таком случае переход от распознавания к системам исполнительного акта должен осуществляться раньше, чем в тех случаях, когда имеет место рассогласование прогнозируемого и предъявленного сигналов. Согласно нашей гипотезе это должно отразиться на латентном периоде Р300: он должен быть короче у Р300, связанного с ответом на сигнал «Б», нежели у Р300, связанного с ответом на сигнал «А». Данное предположение подтверждается: было обнаружено, что латентный период пика Р300, связанного с ответами на сигнал «Б», короче, а амплитуда больше, чем эти же характеристики у Р300, связанного с ответами на сигнал «А» (рисунок 4).

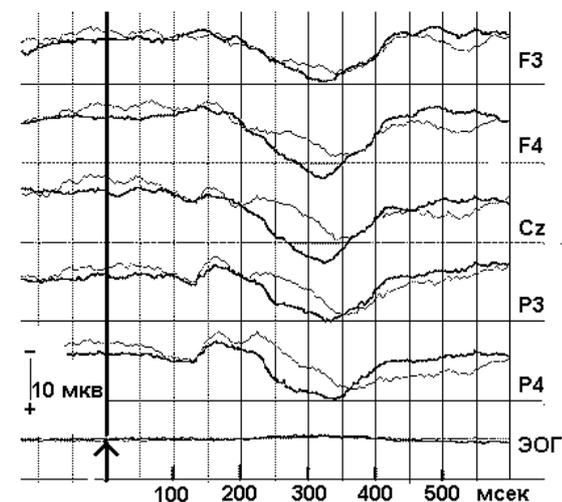


Рис. 4. Пример потенциалов, связанных с ответами на сигнал «Б» (толстая линия) и на сигнал «А» (тонкая линия) (испытуемый SOZ)

На рисунке видно, что передний фронт развивается более негативно, а латентный период пика больше у Р300, связанного с ответом на сигнал «А», чем у Р300, связанного с ответом на сигнал «Б».

По критерию Вилкоксона общие различия между латентными периодами и амплитудами пиков Р300, связанных с ответами «А» и «Б», достоверны и составляют соответственно: $N = 344$; $Z = 7,860$; $p = 0,000$ и $N = 344$; $Z = 2,404$; $p = 0,016$. Кроме того, оказалось, что передний фронт Р300 (или положительное отклонение между пиками N200 и Р300) в ответе на сигнал «А» развивается более негативно, чем в ответе на сигнал «Б». Этот негативный сдвиг, доходя до пика Р300, соответственно снижает и амплитуду Р300. Именно по этой причине амплитуда Р300, связанного с ответом на сигнал «А», меньше амплитуды Р300, связанного с ответом на сигнал «Б». Зафиксированные различия между потенциалами, связанными с ответами на сигналы «А» и «Б», подтверждаются при анализе общего усредненного потенциала методом главных компонент. Дисперсия переднего фронта описывается фактором, пик волны которого приходится на интервал 250 мс после ПуС (рисунок 5). Этот фактор связан с совершенствованием навыка выполнения задачи выбора.

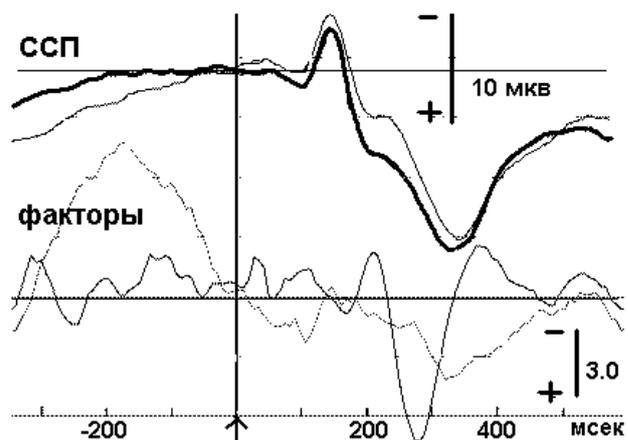


Рис. 5. Общие усредненные потенциалы, связанные с ответами на сигнал «А» (тонкая линия) и сигнал «Б» (жирная линия), и факторы, описывающие дисперсию этих потенциалов

Потенциалы усреднены по схеме 5 отведений $\times 4$ серии $\times 70$ испытуемых. Как видно на рисунке, максимальные различия между двумя потенциалами имеют место за 180 мс до пускового сигнала и через 280 мс после этого сигнала. Момент предъявления пускового сигнала обозначен стрелкой.

Сходный фактор был выявлен в ряде работ, в которых исследовались ССП при разных нарушениях в действиях, связанных с расстройствами психики (Bruder et al., 2002).

Влияние алкоголя на дифференцированные ответы в первой серии задачи выбора

Алкоголь не влиял на время дифференцированных ответов в первой серии задачи выбора. Различия между временем отчетных действий, выполняемых в нормальном состоянии и в состоянии алкогольного опьянения, в этой серии составляли: для отчетного действия на сигнал «А» $-t = -0,274$; $df = 13$; $p = 0,789$; для отчетного действия на сигнал «Б» $-t = -0,254$; $df = 13$; $p = 0,804$.

Для дополнительной проверки полученного факта время отчетных действий в первой серии, выполняемых испытуемыми в состоянии алкогольного опьянения, сопоставлялись со временем отчетных действий в первой серии задачи выбора у случайно выбранных 14-и испытуемых из первого этапа эксперимента на трезвых испытуемых. Дисперсионный анализ показал, что время отчетных действий в первой серии выполнения задачи выбора между группами не отличаются ни для отчетных действий на сигнал «А» ($df = 2/39$; $F = 0,046$, $p = 0,955$), ни для отчетных действий на сигнал «Б» ($df = 2/39$; $F = 0,314$; $p = 0,733$).

Таким образом, при осуществлении данной задачи алкоголь в эйфорической дозе не влияет на исходную скорость выполнения обеих форм отчетных действий, имевшую место до совершенствования навыка выполнения задачи выбора.

Влияние алкоголя на время отчетных действий в процессе тренировки выполнения задачи выбора

Как видно из таблицы 2, у испытуемых в состоянии алкогольного опьянения, в отличие от испытуемых, находившихся в нормальном состоянии, в процессе тренировки не было достоверного сокращения времени отчетных действий даже на сигнал «Б». Напомним, что этот сигнал имел значение скрытой подсказки, которая способствовала сокращению времени отчетного действия на данный сигнал.

Влияние алкоголя на эффект последовательности

У данной выборки испытуемых, выполнявших задачу в нормальном состоянии наблюдается эффект последовательности, который наибо-

Таблица 2

Сравнение эффекта тренировки на время отчетных действий в четырех последовательных сериях у испытуемых в нормальном состоянии (Норм.) и в состоянии алкогольного опьянения (Алк.)

Состояние	Ответ на сигнал	Сравнение по ANOVA		
		Df	F	Sig.
Норм.	«А»	3/52	0,161	0,922
Норм.	«Б»	3/52	3,294	0,028*
Алк.	«А»	3/52	0,425	0,736
Алк.	«Б»	3/52	1,081	0,366

Примечание: * – различия достоверны.

Таблица 3

Сравнение эффекта последовательности на время отчетных действий в четырех последовательных сериях у испытуемых в нормальном (Норм.) состоянии и в состоянии алкогольного опьянения (Алк.) (по ANOVA)

Серия/Ответ на сигнал	Df норм./алк.	F норм./алк.
1/«А»	3/52	3,199*/0,336
1/«Б»	3/52	2,732/0,226
2/«А»	3/52	3,163*/0,489
2/«Б»	3/52	1,123/0,311
3/«А»	3/52	2,980*/0,259
3/«Б»	3/52	1,546/0,626
4/«А»	3/52	1,902/1,182
4/«Б»	3/52	1,272/0,193

Примечание: * – различия достоверны.

лее выражен в ответах на сигнал «А» в первых двух сериях. В состоянии алкогольного опьянения этот эффект отсутствует (таблица 3).

Следует отметить, что факт подавления алкоголем эффекта последовательности в известных нам научных публикациях не описан.

Влияние алкоголя на характеристики компонента P300

Для определения влияния алкоголя на амплитуду P300 в интервальном окне в 100 мс, заканчивающемся на пике P300, вычислялась общая средняя мгновенных амплитуд отдельно для лобных и для теменных отведений по схеме: 14 испытуемых / 2 отведения

(объединенные лобные и объединенные теменные) / 4 экспериментальные серии. Затем вычислялась нормализованная разница этих средних, полученных по каждому испытуемому в нормальном состоянии и в состоянии алкогольного опьянения для каждой серии по формуле $(\text{Ампл. норм.} - \text{Ампл. алк.}) \times 100 \div (\text{Ампл. норм.} + \text{Ампл. алк.})$. Во всех случаях для всех испытуемых эта разница была положительной ($t = 2,009$; $df = 55$; $p = 0,049$), т. е. во всех случаях алкоголь подавлял амплитуду P300 (рисунок 6).

Сравнение по t-критерию для парных случаев латентных периодов пиков P300 по отдельности по всем четырем отведениям в четырех экспериментальных сериях показал, что у испытуемых, находившихся в состоянии алкогольного опьянения, по сравнению с трезвыми испытуемыми, этот показатель увеличивался ($t = 2,835$; $df = 279$; $p = 0,005$).

Таким образом, алкоголь подавлял амплитуду и увеличивал латентный период пика P300. Феномен уменьшения амплитуды P300 нами ожидался, так как был описан многими авторами (Lukas et al.,

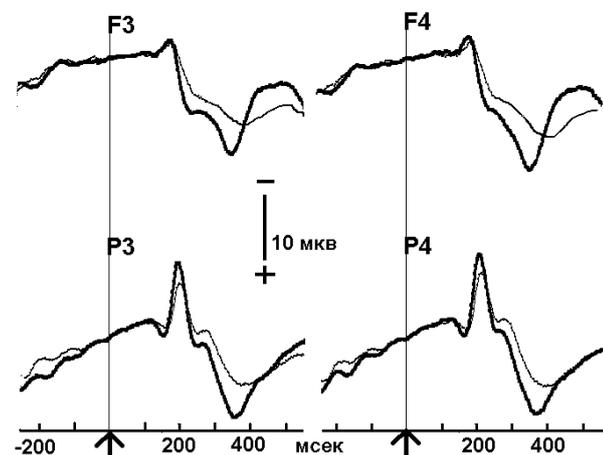


Рис. 6. Влияние эйфорической дозы алкоголя на потенциал P300, связанный с ответом на сигнал «Б»

Потенциалы усреднены по схеме 4 отведения \times 4 серии \times 14 испытуемых. Жирной линией обозначены потенциалы, линией обозначены потенциалы, зарегистрированные у испытуемых в состоянии алкогольного опьянения. Стрелками обозначены моменты предъявления им пускового сигнала

1990; Grilon et al., 1995; Jääskeläinen et al., 1999). Причем, как это видно на рисунке 6, у испытуемых, находящихся в алкогольном состоянии, передний фронт P300, т. е. переход от пика N200 до пика P300, является более негативным, чем у этих же испытуемых в нормальном состоянии. Этот феномен в известной нам литературе не описан.

Общий вывод из субъективных отчетов испытуемых, находившихся в алкогольном опьянении, заключается в том, что они не ощущали никаких проблем с ответами, у них не было предпочтений к нажатию той или другой клавиши, как это имело место при выполнении данной задачи в нормальном состоянии.

Выводы

1. Эйфорическая доза алкоголя не действует на скорость отчетных действий, она остается той же, что и до тренировки выполнения задачи выбора.
2. Алкоголь подавляет эффект последовательности, свидетельствующий об использовании информации о только что совершенных действиях для прогнозирования следующих.
3. Под действием алкоголя увеличивается латентный период и уменьшается амплитуда пика P300, а его передний фронт становится более негативным.
4. Если трезвые испытуемые отмечали, что отвечать на сигнал, который они прогнозировали более точно, легче, чем на другой, с меньшей точностью прогнозируемый, сигнал, то в состоянии алкогольной эйфории они не ощущали разницы в степени трудности ответов на эти сигналы.

Общее обсуждение

Итак, мы обнаружили, что алкоголь в умеренных дозах не влияет на скорость отчетных действий: время простых ответов, выполняемых испытуемыми в состоянии алкогольного опьянения, не отличается от нормы. Полученные нами данные соответствуют данным, описанным другими авторами. Например, показано, что алкоголь в эйфорических дозах не влияет на время выполнения движений и простых действий (Ritchie, 1995; Jääskeläinen et al., 1999). В других исследованиях показано, что алкоголь не оказывал влияния на распознавание простых сигналов (Huntley, 1974).

Можно предположить, что при отсутствии каких-либо вариантов других действий системы данного отчетного действия не имеют других вариантов связей, поэтому связи между системами не меняются настолько, чтобы данное изменение проявилось в скоростных или точностных показателях. Отсутствие P300 в потенциалах, сопровождающих последовательно выполняемый один и тот же ответ, указывает на отсутствие AC в последовательно повторяемом ответе и подтверждают эту мысль. Однако, в вероятностной среде нет монотонного появления одного и того же сигнала, требующего одного и того же ответа. На разные сигналы, предъявляемые в случайном порядке, испытуемые должны давать дифференцированные ответы. В данной ситуации в процессе выполнения задачи выбора испытуемые активно применяют различные стратегии, что приводит к совершенствованию выполнения задачи (Конопкин, 1980; Courchesne, 1978; Jonson, Donchin, 1982). В процессе многократного выполнения задачи выбора у испытуемых, находящихся в нормальном состоянии, от серии к серии наблюдалось сокращение времени ответа. Причем в рамках эксперимента достоверно более быстрое сокращение времени ответа и уменьшение количества ошибочных ответов происходили при предъявлении сигнала «Б», по сравнению с ответами на сигнал «А». Как мы уже отмечали, сигнал «Б» отличался от альтернативного сигнала «А» тем, что в нем интервал между ПрС и ПуС на 250 мс больше. Поэтому, если предъявлялся сигнал «Б», то испытуемые существенно реже ошибались в прогнозировании появления его ПуС, совершали больше точных ответов, чем на сигнал «А», и быстрее совершенствовали ответ на сигнал «Б» – быстрее сокращалось время этого ответа, исчезали эффект последовательности и ошибочные ответы. Испытуемые оценивали ответ на сигнал «Б» как более легкий, чем ответ на сигнал «А». Таким образом, чем эффективнее прогноз определенного сигнала, тем быстрее формируется навык выполнения дифференцированного ответа на этот сигнал. Ответ на менее точно прогнозируемый сигнал «А» совершенствовался по данным показателям медленнее. В P300, связанном с ответами на сигнал «А», передний фронт имеет достоверно значимый негативный сдвиг, по сравнению с P300, связанным с ответами на сигнал «Б». Сходный негативный сдвиг переднего фронта P300 наблюдался у лиц с психическими расстройствами и был связан с неадекватными действиями (Bruder et al., 2002). Некоторые авторы считают, что на этапе между пиками N200 и P300 осуществляются избирательные нервные

процессы для принятия решения о движении (Nandrino, Massiou, 1995). Наблюдаемый негативный сдвиг переднего фронта Р300 сопоставим с «волной рассогласования», которая появляется в ответ на неожиданный сигнал (Наатанен, 1998). По-видимому, передний фронт Р300 отражает смену систем, связанных с прогнозируемым сигналом на системы, активированные реально предъявленным сигналом. Этот процесс осуществляется во время афферентного синтеза (АС).

У испытуемых, находящихся в состоянии алкогольного опьянения, не наблюдалось совершенствования выполнения задачи выбора – время ответов не сокращалось, испытуемые часто давали ошибочные ответы. Отсутствие эффекта последовательности в их ответах указывает на то, что у них было нарушено прогнозирование и во время АС у них значительно чаще, чем в нормальном состоянии, имели место смена набора систем, не соответствующего предъявленному пусковому сигналу, на набор систем, соответствующий этому сигналу. Если мы сопоставим рисунки 4 и 6, то увидим сходный феномен. Так, на рисунке 6 показано, что в Р300, связанном с ответом на сигнал «А», который прогнозируется правильно с более низкой вероятностью, по сравнению с прогнозированием сигнала «Б», имеет место негативный сдвиг переднего фронта Р300. Негативный сдвиг переднего фронта Р300 на один и тот же сигнал «Б» у испытуемых в состоянии алкогольного опьянения, по сравнению с трезвыми испытуемыми, можно трактовать как снижение способности к прогнозированию у лиц в алкогольном опьянении. Прогноз осуществляется на основании учета предшествующих действий или раздражителей, что проявляется в эффекте последовательности. Его у лиц в алкогольном состоянии мы не выявили. Вывод о том, что алкоголь подавляет прогнозирование, был сделан и другими авторами на основании результатов исследования саккадических движений глаз в направлении прогнозируемых и не прогнозируемых зрительных мишеней (Wegner, Fahle, 1999). Оказалось, что алкоголь задерживает саккадические движения глаз в сторону прогнозируемой мишени и не изменяет латентного периода начала этих движений в сторону не прогнозируемых мишеней. Как мы уже отмечали, во время АС системы объединяются друг с другом, причем от одного действия к другому в эти связи вступают неодинаковые наборы, на что указывает эффект последовательности. Такой перебор взаимодействующих систем от ответа к ответу, по-видимому, приводит к формированию некоторого совершенного набора систем,

который обеспечивает эффективные действия: сокращается время ответа, исчезает эффект последовательности и ошибочные действия. Алкоголь, нарушая межсистемные взаимодействия, по-видимому, блокирует возможность включать в каждое действие новые наборы систем и тем самым препятствует совершенствованию навыка. Предполагаемый механизм заключается в том, что в ответ на введение алкоголя в мозг формируются гомеостатические механизмы, защищающие нейроны от токсического действия алкоголя, в частности, за счет блокирования синаптических входов (Davis, Bezprozvanny, 2001; McGough et al., 2004). Блокирование синаптической активности нейронов, в свою очередь, приводит к невозможности устанавливать новые эффективные связи между нейронами разных систем в процессе афферентного синтеза. По-видимому, у субъекта, находящегося в нормальном состоянии, перестройки межсистемных связей и формирование новых наборов систем для обеспечения действия переживаются субъективно как легкое или трудное действие, что может способствовать выбору наиболее эффективных наборов систем. При действии алкоголя этого чувства нет, поскольку нового выбора систем для обеспечения действия не происходит.

* * *

У испытуемых в состоянии алкогольного опьянения в процессе выполнения задачи сенсомоторного выбора не происходило изменений в межсистемных отношениях. Мы объясняем это тем, что при появлении алкоголя в крови активируется гомеостатическая защита функциональных систем, которая фиксирует исходные синаптические связи между нейронами определенных систем и блокирует возможность модификации этих связей в процессе афферентного синтеза, во время которого формируется набор систем, обеспечивающих отчетное действие.

Литература

- Александров Ю. И. Системная организация и реорганизация поведения // XV сеченовские чтения. НИИ нормальной физиологии им. П. К. Анохина РАМН, 2009. С. 23–61.
- Анохин П. К. Избранные труды. Философские аспекты теории функциональных систем теории функциональных систем. М.: Наука, 1978.

- Безденежных Б. Н. Динамика взаимодействия функциональных систем в структуре деятельности. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2004.
- Бодунов М. В., Безденежных Б. Н., Александров Ю. И. Изменения шкальных оценок тестовых психодиагностических методик при воздействии алкоголя // Психологический журнал. 1997. Т. 18. № 5. С. 95–101
- Конопкин О. А. Психологические механизмы регуляции деятельности. М.: Наука, 1980.
- Наатанен Р. Внимание и функции мозга. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998.
- Найсер У. Познание и реальность. М.: Прогресс, 1981.
- Пономарев Я. А. Психологическое и физиологическое в системе комплексного исследования // Системный подход к психофизиологической проблеме. М.: Наука, 1982. С. 5–10.
- Скотникова И. Г. Зрительное различение и рефлексивность-импульсивность // Психологический журнал. 1999. Т. 20. № 1. С. 32–41.
- Швырков В. Б. Системно-эволюционный подход к изучению мозга, психики и сознания // Психологический журнал. 1988. Т. 9. № 4. С. 132–148.
- Alexandrov Yu. I., Grinchenko Yu. V., Jarvilehto T., Laukka S., Maz V. N. Acute effect of ethanol on the pattern of behavioral specialization of neurons in the limbic cortex of the freely moving rabbit // Acta Physiologica Scandinavica. 1990. V. 140. P. 257–268.
- Alexandrov Yu. I., Grinchenko Yu. V., Laukka S. et al. Effect of ethanol on hippocampal neurons depends on their behavioral specialization // Acta Physiologica Scandinavica. 1993. V. 149. P. 105–115.
- Alexandrov Yu. I., Sams M., Lavikainen J., Reinikainen K., Näätänen R. Differential effects of alcohol on the cortical processing of foreign and native language // International Journal of Psychophysiology. 1998. V. 28. P. 1–10.
- Averbeck B. B., Chafee M. V., Crowe D. A., Georgopoulos A. Parallel processing of serial movements in prefrontal cortex // PNAS, 2002. V. 99. № 20. P. 13172–13177.
- Bertelson P., Tisseyre F. Choice reaction time as a function of stimulus versus response relative frequency of occurrence // Nature. 1966. V. 212. P. 1069–1070.
- Bruder G. E., Kayser J., Tenke C. E. et al. Cognitive ERPs in depressive and anxiety disorders during tonal and phonetic oddball tasks // Clinical Electroencephalography. 2002. V. 33. № 3. P. 119–124.

- Coles M. G. H., Gratton G., Donchin E. Detecting early communication: using measures of movement-related potentials to illuminate human information processing // Biological Psychology. 1988. V. 26. № 1/2/3/ (special issue). P. 69–89.
- Courchesne E. Changes in P3 waves with event repetition: long-term effects on scalp distributions and amplitude // EEG and Clinical Neurophysiology. 1978. V. 45. № 6. P. 754–766.
- Davis G. W., Bezprozvanny I. Maintaining the stability of neural function: a homeostatic hypothesis // Annual Review of Physiology. 2001. V. 63. P. 847–869.
- Desmurget M., Pelisson D., Rossetti Y., Prablanc C. From eye to hand: planning goal-directed movements // Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 1998. V. 22. № 6. P. 761–788.
- Donchin E., Coles M. G. H. Is the P300 component manifestation of context updating? // Behavioral and Brain Sciences. 1988. V. 11. № 3. P. 357–374.
- Johnson R. Jr. A triarchic model of P 300 amplitude // Psychophysiology. 1986. V. 23. № 4. P. 367–384.
- Huntley M. S. Jr. Effects of alcohol, uncertainty and novelty upon response selection // Psychopharmacologia. 1974. V. 39. P. 259–266.
- Geisler M. W., Polich J. P300 and time of day: Circadian rhythms, food intake, and body temperature // Biological Psychology. 1990. V. 31. P. 117–136.
- Grillon C., Sinha R., O'Malley S. Effect of ethanol on the processing of low probability stimuli: an ERP study // Psychopharmacology. 1995. V. 119. P. 455–465.
- Jääskeläinen I. P., Schröger E., Näätänen R. Electrophysiological indices of acute effects of ethanol on involuntary attention shifting // Psychopharmacology. 1999. V. 141. P. 6–21.
- LaBerge D., Tweedy J. R. Presentation probability and choice time // Journal of Experimental Psychology. 1964. V. 68. № 5. P. 477.
- Laukka S. J., Jarvilehto T., Alexandrov Yu. I., Lindquist J. Influence of alcohol on human frontal midline theta activity and task execution // Dev. Brain Dysfunction. 1997. V. 10. P. 128–132.
- Lukas S. E., Mendelson J. H., Kouri E., Bolduc M. et al. Ethanol-induced alterations in EEG alpha activity and apparent source of the auditory P300 evoked response potential // Alcohol. 1990. V. 7. P. 471–477.
- Matthews D. B., Silvers J. R. The use of acute ethanol administration as a tool to investigate multiple memory systems // Neurobiology of Learning and Memory. 2004. V. 82. P. 299–308.

- Mecklinger A., Ullsperger P., Molle M., Grune K. Event-related potentials indicate information extraction in a comparative judgment task // *Psychophysiology*. 1994. V. 31. P. 23–28.
- McGough N. N. H., He D.-Y., Logrip M. L. et al. RACK1 and Brain-Derived Neurotrophic Factor: A Homeostatic Pathway That Regulates Alcohol Addiction // *The Journal of Neuroscience*. 2004. V. 24. № 46. P. 10542–10552.
- Munson R., Ruchkin D. S., Ritter W., Sutton S., Squires N. The relation of P-3b to prior and future behavior // *Biological Psychology*. 1984. V. 19. P. 1–29.
- Nandrino J. L., Massioui F. E. Temporal localization of the response selection processing stage // *International Journal of Psychophysiology*. 1995. V. 19. P. 257–261.
- Palmer B., Nasman V. T., Wilson G. F. Task decision difficulty: Effects on ERPs in a same-different letter classification task // *Biological Psychology*. 1994. V. 38. P. 199–214.
- Polich J., Bloom F. E. P300, alcoholism heritability, and stimulus modality // *Alcohol*. 1999. V. 17. № 2. P. 149–156.
- Riehle A., Grün S., Diesmann M., Aertsen A. Spike synchronization and rate modulation differentially involved in motor cortical function // *Science*. 1997. V. 278. P. 1950–1953.
- Ritchie J. M. The aliphatic alcohols // *The pharmacological basis of therapeutics* / Ed. Gilman A. G. NY: MacMillan, 1980.
- Squire L. R., Alvarez P. Retrograde amnesia and memory consolidation: a neurobiological perspective // *Current Opinion in Neurobiology*. 1995. V. 5. P. 169–177.
- Tzambazis K., Stough C. Alcohol impairs speed of information processing and simple and choice reaction time and differentially impairs higher-order cognitive abilities // *Alcohol & Alcoholism*. 2000. V. 35. № 2. P. 197–201.
- Ullsperger P., Metz A., Gille H. The P300 component of event-related brain potential and mental effort // *Ergonomics*. 1988. V. 31. P. 1127–1137.
- Verleger R. Sequential effects on response times in reading and naming colored color words // *Acta Psychologica*. 1991. V. 77. P. 167–189.
- Wegner A.-J., Fahle M. Alcohol and visually guided saccades: gap effect and predictability of target location // *Psychopharmacology*. 1999. T. 146. C. 24–32.
- Woodward S. H., Brown W. S., Marsh J. T., Dawson M. E. Probing the time-course of the auditory oddball P3 with secondary reaction time // *Psychophysiology*. 1991. V. 28. № 6. P. 609–618.

МАНИПУЛИРОВАНИЕ ОБРАЗНОЙ СФЕРОЙ ЧЕЛОВЕКА И ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ЛИЧНОСТИ

А. А. Гостев

Важнейшим аспектом изучения проблемы психологической безопасности является исследование закономерностей манипуляции внутренним миром человека, его социальными представлениями и мировоззрением в целом через поступающую извне информацию. В процессах влияния на социальные представления человека и, соответственно, в изменении содержания его внутреннего мира особая роль принадлежит информационному воздействию – произвольному и преднамеренному – на образную сферу человека (ОСЧ), т. е. на весь его внутренний опыт, на уровне взаимодействия классов вторичных образов (образов памяти, воображения, сновидений и т. п.). ОСЧ рассматривается как интегральная характеристика личности («персонификация образного опыта»), как форма существования ее внутреннего мира (Гостев, 2007, 2008). Учитывая масштаб информационного воздействия на человека окружающими его образами, рассмотрение ОСЧ как канала манипуляции представлениями людей о мире, себе, других становится актуальной задачей психологической науки.

Исследования закономерностей воздействия на социальное восприятие, однако, характеризуются многозначностью, фрагментарностью, малой практической применимостью имеющегося знания, недостаточным учетом нравственного контекста. Такое состояние проблемы понятно: вопрос предполагает многоуровневое исследование – на философско-мировоззренческом, социально-психологическом, индивидуально-личностном уровнях. ОСЧ-концепция вносит свой вклад в исследование и осмысление психоманипулирования. Она раскрывает, например, ряд важных тем в изучении социальных представлений: а) взаимовлияние мировоззренческой картины мира человека и конкретных образов его социального восприятия