(cc) BY

ПСИХОЛОГИЯ

Чепикова Карина Андреевна
студентка
Микушкина Любовь Владимировна
исследователь научной мысли
Горбунов Иван Анатольевич
канд. психол. наук, старший научный сотрудник

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский
государственный университет»
г. Санкт-Петербург

ОСОБЕННОСТИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ СОБЫТИЙ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ

Аннотация*: в статье раскрывается проблема изучения особенностей психофизиологических механизмов функции прогнозирования событий, влияющих на развитие когнитивных функций у людей с диагнозом «шизофрения» по сравнению с нормой для здоровых людей. Было обследовано 24 здоровых испытуемых и 6 испытуемых с диагнозом «шизофрения», причиной для поступления в стационар для которых стало наличие параноидных психотических приступов. Были измерены характеристики когнитивных стилей испытуемых, степень выраженности негативной симптоматики (SANS) для людей с диагнозом «шизофрения» и компоненты MMN и P300 вызванных потенциалов мозга (метод регистрации ВП) в ответ на предъявление стандартных и девиантных стимулов для ситуации имплицитного и эксплицитного прогнозирования с повторными измерениями для оценки различий между кривыми ВП. Были получены следующие статистически значимые результаты: предрасположенность к имплицитному прогнозированию положительно зависит от таких характеристик когнитив-*

ного стиля как: полезависимость и синтетичность; к эксплицитному – от таких характеристик, как: избирательность внимания и гибкий познавательный контроль, что отражено в выраженности определенных компонентов ВП. Для людей с диагнозом «шизофрения» существует взаимосвязь высоких значений характеристик когнитивного стиля «полезависимая синтетичность» с преобладанием работы системы имплицитного прогнозирования при подавлении или полном отказе способности к эксплицитному прогнозированию.

***Ключевые слова**: прогнозирование событий, научение, реакция на ошибку, когнитивный стиль, шизофрения, ЭЭГ, вызванные потенциалы, MMN, P300.*

1. Введение

Способность к прогнозированию – одна из определяющих когнитивных характеристик. По мнению Карла Фристона (Karl Friston), автора одной из самых влиятельных объяснительных концепций работы мозга нашего времени [20], способность к прогнозированию является одной из основополагающих функций мозга, приводящей в действие все остальные мозговые механизмы, и таким образом, ни много, ни мало – поддерживающей жизнедеятельность человека. Способность к прогнозированию в первую очередь отражает меру способности к успешному научению для индивида, что, в свою очередь, определяет успешность адаптации для индивида к жизни в целом.

Известно, что способность к эффективной жизни у больных шизофренией снижена. Мы задались вопросом, «почему?». Может ли лежать ответ на этот вопрос в неспособности к эффективному научению, а значит – к прогнозированию событий? В исследованиях прошлых лет, посвященных проблеме прогнозирования событий, было замечено наличие особенностей прогнозирования для людей, больных шизофренией. Были разработаны варианты экспериментальных процедур для исследования данного вопроса. Однако, до конца не сформулирован четкий ответ на вопрос о причинах и следствиях таких особенностей – то есть о

психофизиологических механизмах, работа которых лежит в основе таких различий между здоровыми и больными, и о сферах способностей и личностных черт, на которые оказывают влияние данные мозговые особенности.

В настоящей работе мы предлагаем модель функционирования двух взаимодополняющих систем прогнозирования, предложенную Марком Глаком (Gluck and Bower's model (1988)), для того, чтобы подойти к объяснению механизмов, и поднимаем беседу о когнитивных стилях научения, чтобы задаться вопросом о следствиях из особенностей работы этих двух систем для больных шизофренией.

В работе проверяется предположение о том, что больные шизофренией имеют особенности в когнитивной сфере, детерминированные нарушением функции прогноза последовательностей событий и отраженные в различных компонентах вызванных потенциалов мозга в ответ на неожиданные стимулы, имеющие различные когнитивные и аффективные характеристики.

1.1 Актуальность

Актуальность работы связана с возможностью повышения надежности постановки диагноза пациентам в ходе дифференциальной диагностики шизофрении с помощью объективных психофизиологических методов. Разработка психофизиологических методов диагностики психических заболеваний является актуальным полем работы на сегодняшний день.

До сих пор актуален вопрос о взаимосвязи когнитивных функций человека с функциями мозга, настоящее исследование поднимает вопрос о психофизиологических механизмах прогнозирования событий, хороший уровень способности к которому позволяет индивиду быть эффективным в обучении и решении когнитивных задач. И наконец, особенности таких механизмов при шизофрении находятся в центре фокуса нашего исследования – вопрос о вовлечении когнитивных функций в процесс развития данного заболевания по-прежнему составляет интерес на современном этапе развития научной мысли, чётких ответов сформулировано не было.

2. Способность к прогнозированию событий при шизофрении

2.1 Негативность рассогласования (MMN) и компонент P300

Во второй половине XX века финский ученый Ристо Наатанен (Risto Näätänen) открыл феномен «негативности рассогласования» (англ. mismatch negativity (MMN)). Негативность рассогласования отражается на электроэнцефалограмме в виде негативного всплеска биоэлектрической активности мозга, который возникает, когда организм сталкивается с чем-то, что не было ожидаемо им в окружающей его среде, с чем-то не соответствующим ранее построенному прогнозу [38].

Негативность рассогласования является разницей волн компонентов предвнимания латентностью 150-250 мс связанных с событием вызванных потенциалов (event-related potential (ERP)), генерирующихся в ответ на стандартные и девиантные (неожиданные) стимулы в последовательностях событий.

По мнению I.Winkler здесь следует говорить о взаимодействии ощущений от стимулов между собой, которое «записывается» в памяти как «правило» – прогноз относительно протекания событий во внешнем мире. Психика постоянно сверяет эти правила с окружающей средой. Если правило не описывает окружающую среду, тогда возникает негативность рассогласования [52].

Для объяснения механизмов прогнозирования, лежащих в основе поведения MMN и других компонентов вызванных потенциалов, реагирующих на расхождение действительности с прогнозом, мы предлагаем принцип минимизации свободной энергии Карла Фристона (Free energy principle by Friston (2003)), исходя из которого постулируется, что в каждый момент времени сенсорная система стремится предугадать последующую стимуляцию за счёт формирования нейрональных моделей окружающей среды. В основе этого положения лежит представление об иерархической организации сенсорных систем; обработка информации производится на каждом из уровней иерархии, однако высшие уровни осуществляют более сложную обработку информации. Уровни иерархии связаны между собой как восходящими, так и нисходящими связями (см. Рис.1).

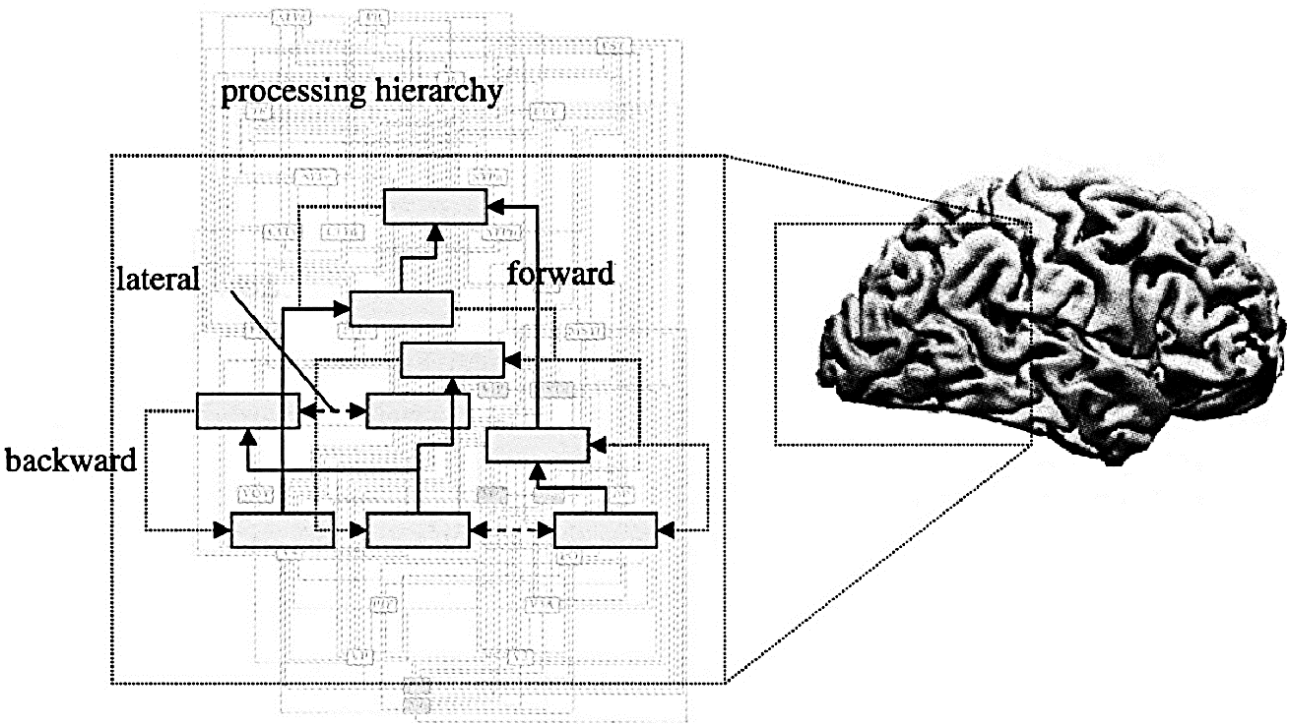

Рис.1. Схема иерархической структуры сенсорной системы. На рисунке показаны восходящие (forward), нисходящие (backward) и внутриуровневые (lateral) связи [20].

Сенсорная система в целом стремится к снижению ошибки предсказания последующей информации за счет поступления предсказаний с более высоких уровней иерархии на более низкие.

Ошибка в предсказании (mismatch) вызывает повторяющийся, самоорганизующийся обмен сигналами в иерархии уровней обработки информации; циркуляция возбуждения происходит, пока ошибка в предсказании не находит объяснения. Систематическое повторение ошибки вызывает процесс перцептивного научения, оптимизирующий кортикальные связи и снижающий ошибку предсказания – так, со временем возбуждение минимизируется [22].

О низкой выраженности MMN при шизофрении сначала сообщила в 1991 Shelley [46]. С тех пор до начала нового века было по крайней мере 26 дополнительных исследований дефицита MMN у пациентов с диагнозом «шизофрения» с предъявлением стандартных и девиантных стимулов (Alain et al 1998; Baldeweg et al 2002; Catts et al 1995; Hirayasu et al 1998; Javitt et al 1993, 1995, 1998, 2000a,

2000b; Jessen et al 2001; Kasai et al 1999, 2002; Kathmann et al 1995; Kirino and Inoue 1999; Kreitschmann-Andermahr et al 1999; Michie et al 2000; O'Donnell et al 1994; Oades et al 1996, 1997;Schall et al 1998, 1999; Shelley et al 1999; Shinozaki et al 2002; Shutara et al 1996; Todd et al 2000, 2001; Umbricht et al 1998, 1999) [50].

Из этих 26 исследований пять не обнаружили значимых отличий в выраженности негативности рассогласования при шизофрении.

Исследования, проведенные S.V. Catts [13] и R.D. Oades [40], не выявили никаких особенностей для MMN у пациентов с биполярным и обсессивно-компульсивным расстройством, включенных в контрольную группу: они продемонстрировали нормальную негативность рассогласования.

Эти результаты могут свидетельствовать в пользу повышенной чувствительности шизофрении к проявлениям MMN в ответ на отклоняющиеся от прогноза события окружающей среды.

Негативность рассогласования, как было обнаружено также в исследованиях Catts S.V. (1995), Kasai (2002), Korostenskaja M. (2005), относительно неуязвима для эффектов антипсихотического лечения у больных шизофренией [13][29][32]. Не было выявлено никакой корреляции между изменениями в амплитуде MMN и изменениями в дозировке лечения, в соответствии с отчетом Shelley [46].

Кроме того, как было показано Javitt D. C., Shelley A. M. и Ritter W. (2000), сниженная амплитуда MMN коррелирует с увеличенной выраженностью отрицательных симптомов при шизофрении [26].

Хотя компоненту MMN в практике клинических и экспериментальных исследований уделено большее внимание, это не единственный компонент ERP, который «вступает в отношения» с фактором болезни при шизофрении. Об изменениях амплитуды и латентности было сообщено также для N1 [16][31][41], P2 [41][45], однако особое место в этом ряду по количеству внимания о соотнесенности с функцией прогноза событий занимает так же компонент P300.

P300 (P3) – компонент ERP, обычно выявляемый в процессе принятия решения. Компонент отражается на электроэнцефалограмме в виде положительного отклонения латентностью в диапазоне 250-500 мс. P300, как считается, отражает процессы, вовлеченные в оценку стимула или его классификацию [42].

В исследованиях Ford (1999), McCarley (1991), Pritchard (1986) Было показано, что амплитуда компонента P300 достоверно уменьшена у людей с диагнозом «шизофрения» [17][35][43].

Существуют исследования, авторам которых удалось найти обратную корреляцию между выраженностью амплитуды P300 в слуховых, связанных с событиями потенциалах и выраженностью позитивной симптоматики при шизофрении (например, Egan (1994); McCarley (1991) [15][35]). В исследованиях Egan et al (1994); Juckel et al (1996); Ward et al (1991) была замечена связь между сокращением амплитуды P300 и развитием формального нарушения мышления [15][28][51].

По-видимому, нарушение выраженности электроположительного ответа на участке P300, являющегося, согласно принципу минимизации свободной энергии Карла Фристона [20] внешним признаком обработки сигнала верхними уровнями иерархии сенсорных систем, является маркером нарушения способности к глубокой обработке сложных вариантов рассогласования имеющихся у субъекта предсказаний с реальными условиями внешнего мира, что ведет к нарушению необходимого уровня сложности жизни у людей с диагнозом «шизофрения», к когнитивному и эмоциональному уплощению. Корреляция данных процессов с уменьшением амплитуды компонента P300 выявлена в клинических исследованиях Blackwood et al (1987); Eikmeier et al (1992); Ford et al (1999); Maurer et al (1990); Pfefferbaum et al (1989); Pritchard (1986); Strik et al (1993); Ward et al (1991) для слуховых ВП [34].

Однако, любопытен тот факт, что некоторые исследователи показали отсутствие всякой корреляции между этим компонентом и выраженностью дефекта при шизофрении (например, Barrett et al (1986); Coburn et al (1998); Laurent et al (1993); Shenton et al (1989); Brecher and Begleiter (1983); Ford et al (1994c)) [34].

Таким образом, остается неразрешенным вопрос о той части экспериментально полученных данных, что вступают в противоречие с намеченной более широким кругом исследований зависимостью угнетения MMN и P300 от усиления дефекта. Обратимся к модели Gluck and Bower (1988), располагающей достаточными информационными ресурсами для выдвижения предположения о возможных причинах разности результатов, а также для выдвижения некоторых следствий, полезных для данного исследования.

2.2 Модель Gluck and Bower (1988)

Мы предлагаем рассмотреть концепцию Марка Глака и Гордона Г. Бауэра (Gluck and Bower's model (1988)) о двух, противоположных по принципу функционирования и выполняемым задачам, системах прогнозирования событий (обучения последовательностям событий), в основе которых лежат разные механизмы научения, описанные в научной литературе: имплицитное и эксплицитное научение.

Авторы концепции говорят о существовании двух параллельных механизмов адаптации созданной модели прогноза к текущим условиям внешней среды: быстрый неосознаваемый процесс, обрабатывающий сигналы и вероятности вознаграждения (то есть правильного и своевременного прогноза будущих стимулов), и процесс, который связан с более сложными закономерностями и поведением, требующий включенности сознания.

Каждый из способов прогнозирования, Марк Глак связывает с работой разных подкорковых центров. Неосознаваемый процесс прогнозирования он характеризует как процесс предобучения, являющийся атрибутом латентного или имплицитного научения, в основе которого лежат механизмы процедурной памяти. Такое прогнозирование происходит непроизвольно, без участия сознательной мотивации, и чаще всего относится к контекстным процессам окружающего мира, не связанным с целевым действием, осуществляемым в данный момент организмом.

Напротив, процесс сознательного прогнозирования как раз занят в осуществлении сознательной деятельности по достижению поставленной в данный

момент перед организмом цели и требует осознанного вовлечения процессов научения, которое в данном случае характеризуется М. Глаком как эксплицитное с лежащими в основе механизмами декларативной памяти. Филогенетически, осознанное прогнозирование является более поздним приобретением и связанно с большим вовлечением корковых механизмов в процесс своего осуществления [23, 24].

Мы предполагаем, что есть зависимость между уровнем развития способности к эксплицитному и имплицитному прогнозированию и определенным набором личностных черт. В нашем исследовании мы попробуем выявить взаимозависимость между склонностью субъекта к задействованию той или иной функции прогноза и присущим ему когнитивным стилем.

Также мы предполагаем, что выраженность той или иной функции у субъекта сказывается на выраженности компонентов вызванных потенциалов (MMN и P300) в ответ на предъявление девиантных стимулов в ситуации имплицитного и эксплицитного прогнозирования. Исследование нацелено на проверку этого предположения для здоровых испытуемых и людей с диагнозом «шизофрения». Мы надеялись найти корреляции между предрасположенностью к одному из двух способов прогнозирования и фактором болезни, что позволило бы нам также сделать вывод о характеристиках когнитивного стиля, коррелирующих с ситуацией болезни.

3. Эксперимент

3.1 Описание выборки исследования

Нами было исследовано 24 здоровых испытуемых в возрасте от 18 до 34 лет: 13 женщин и 11 мужчин и 6 испытуемых с диагнозом «шизофрения» в возрасте от 21 до 34 лет: 3 мужчины и 3 женщины, причиной для поступления в стационар для которых стало наличие параноидных психотических приступов.

В экспериментальную группу вошли пациенты стационара Городской Психиатрической больницы №6 города Санкт-Петербург, без упоминания в истории болезни органических нарушений, эпилепсии и/или недавнего употребления наркотиков. Пациенты были оценены на предмет выраженности негативной

симптоматики по шкале SANS. Средняя оценка выраженности негативной симптоматики для группы равнялась 29 (диапазон от 10 до 71). Продолжительность болезни колебалась от 4 до 11 лет (4, 5, 6, 9, 10 и 11 лет). Количество госпитализаций: 5, 5, 2, 11, 5 и 11 соответственно. Все пациенты принимали нейролептики и имели средние дозировки.

3.2 Методы исследования и стимульный материал

На первом этапе исследования, для измерения характеристик, присущих когнитивным стилям испытуемых, мы воспользовались следующими экспериментальными методиками (Таблица 1):

Таблица 1

Набор экспериментальных методик первого этапа исследования

Характеристика когнитивного стиля	*Название методики*
Ригидный/гибкий познавательный контроль	Тест Струпа
Полезависимость/поленезависимость	Тест включенных фигур Готтшальдта
Узкий/широкий диапазон эквивалентности (аналитичность/синтетичность)	Методика «Свободная сортировка объектов»
Избирательность внимания и помехоустойчивость	Методика Мюнстерберга
Эмоциональный интеллект	Тест на эмоциональный интеллект Н. Холла

Под когнитивными стилями мы понимаем «индивидуально-своеобразные способы переработки информации о своем окружении в виде индивидуальных различий в восприятии, анализе, структурировании, категоризации, оценивании происходящего», соглашаясь с мнением Холодной М.А., плотно занимающейся изучением данного вопроса [8, с. 38].

Для второй части исследования по регистрации ВП в ответ на стандартные и девиантные стимулы в последовательностях событий нами был разработан стимульный материал, представляющий собой набор из 160 последовательностей

стимулов, по 6-12 стимулов в последовательности, имеющих отличия по модальности: аудиальная и визуальная (80/80), и по внутреннему содержанию.

Визуальные последовательности стимулов представляли собой ряды фотографий лиц людей, внутри каждого из которых фотографии располагались в порядке усиления мимического проявления одной из эмоций: радость, злость, грусть, обида, презрение, удивление, испуг, и так далее.

Аудиальные последовательности стимулов представляли собой наборы из 6-12 звучаний, упорядоченных между собой в порядке убывания или возрастания какого-либо из 3х признаков: громкости, высоты или длительности звучания.

Стимулы внутри и визуальных и аудиальных последовательностей включали по 1 девиантному (который не укладывается в закономерность по предъявлению стимулов) стимулу на последовательность, исключая 20 последовательностей без девиантных стимулов, которые были необходимы для контроля эффекта привыкания к обязательному появлению девиантного стимула в последовательности.

Исходя из того, что в качестве инструкции звучала просьба к испытуемым следить за изменениями стимулов внутри каждой последовательности по заданному параметру (громкость, высота, длительность, изменение эмоции), мы смогли обеспечить различие между девиантными стимулами. Идея различия заключалась в том, чтобы сделать предъявляемую девиантными стимулами «ошибку» характерной для одного из двух видов прогнозирования – имплицитного или эксплицитного (в соответствие с Gluck and Bower’s model (1988)). А именно:

Для визуальных последовательностей, девиантным стимулом, «проверяющим» способность испытуемого к эксплицитному прогнозированию, была фотография того же человека, что и на фотографиях стандартных стимулов внутри этой последовательности, но с лицом, выражающим эмоцию, отличную от эмоции, заданной стандартными стимулами последовательности. В ситуации выполнения испытуемым целенаправленного действия по прогнозированию развития эмоции на лице человека с картинки, резкая, незакономерная смена эмоции на

несмежную, должна продуцировать ошибку прогноза, связанную с работой эксплицитной системы прогнозирования, связанной с осознанной деятельностью.

В случае с необходимостью проверки имплицитного научения, при предъявлении девиантного стимула в ряду фотографий, тенденция к изменению эмоции от нейтрального выражения лица до яркого проявления эмоции одного вида сохранялась – изменялся сам человек (национальность, пол или личность с сохранением того же пола и национальности), то есть контекст, в котором происходит осознанная деятельность.

Для выявления возможных закономерностей взаимодействия между двумя механизмами прогнозирования, нами был смоделирован и применён девиантный стимул третьего вида (здесь и далее – «полностью девиантный стимул») (Рис.2).

Рис. 2. Пример визуальной последовательности, содержащей девиантный стимул, проверяющий взаимодействие двух систем прогнозирования (полностью девиантный стимул) – изменение эмоции и национальности. Изображения из открытой базы Cohn-Kanade AU-Coded Expression Database [14].

Для звуковых последовательностей был задействован тот же принцип в создании стимульного материала с использованием таких параметров, как частота, длительность воспроизведения и громкость.

Визуальные и аудиальные последовательности предъявлялись в исскуственно-рандомизированном порядке. Запись изменений электрической активности мозга (ЭЭГ) производилась методом электроэнцефалографии.

4. Результаты

На основе произведенного нами факторного анализа данных от обеих групп испытуемых, нами было выделено 4 фактора, характеризующих корреляции между результатами пройденных психологических методик на первом этапе исследования (Рис.3) и объясняющих 71% дисперсии значений для результатов методик. Собственные значения факторов приведены в табл. 2

Факторы, в контексте используемой модели, были названы следующим образом:

I. «Эмоциональная полезависимость»: зависимость от внешних социальных ориентиров, ориентация в которых осуществляется главным образом через эмоциональную коммуникацию;

II. «Ориентация на внутренние мотивы»: способность к самомотивированию в сочетании с гибким познавательным контролем (определенная когнитивная и деятельностная мобильность);

III. «Синтетичность»: полезависимая синтетичность, сопровождающаяся способностью распознавать эмоции других людей;

IV. «Высокая избирательность внимания»: высокая избирательность внимания при гибком познавательном стиле, хорошем уровне развития когнитивно-структурирующих способностей и неплохой эмоциональной осведомленности.

Таблица 2

Собственные значения факторов

	Собственные числа	*% Общей дисперсии*	*Накопленные собственные числа*	*Накопленный %*
1	3,959	30,452	3,959	30,452
2	2,301	17,700	6,260	48,152
3	1,536	11,814	7,796	59,966
4	1,457	11,209	9,253	71,175

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
М	0,187499	0,003662	0,028089	0,872847
Ст(t)	-0,420932	0,288876	0,108487	0,509039
Ст(т)	-0,292312	-0,415043	0,140615	0,219354
СС(кол)	-0,078889	-0,189615	-0,949147	-0,007452
СС(макс)	0,285809	0,261420	0,629525	0,288254
СС(1с)	-0,096348	0,032855	-0,835427	0,094298
ЭИ(ЭО)	0,770489	-0,125259	-0,158783	0,217855
ЭИ(УСЭ)	-0,118443	0,916783	0,122940	-0,055526
ЭИ(С-Я)	0,162791	0,766084	0,156428	0,146745
ЭИ(Э-Я)	0,816072	-0,147540	0,076683	-0,097201
ЭИ(УЭДЛ)	0,783032	-0,111407	0,450448	0,009922
ЭИ(И)	0,846105	0,445057	0,186948	0,061778
ВФ	-0,476220	-0,159024	-0,312226	0,509905
Expl.Var	3,250954	2,061708	2,433464	1,506580
Prp.Totl	0,250073	0,158593	0,187190	0,115891

Рис. 3. Факторные веса параметров методик измерения когнитивных стилей испытуемых. |0.7|-|1.0| = высокие значения весов

Обозначения: М – методика Мюнстерберга, Ст(t) и Ст(т) – выраженность эффекта Струпа по времени и точности, СС – методика «Свободная сортировка объектов»; ЭИ – методика «Эмоциональный интеллект», где: ЭО – эмоциональная осведомлённость, УСЭ – управление своими эмоциями, С-Я – самомотивация, Э-Я – эмпатия; УЭДЛ – умение распознавать эмоции других людей; И – итоговая оценка эмоционального интеллекта; ВФ – методика Включенных фигур Готтшальдта.

Далее мы произвели многомерный многофакторный дисперсионный анализ и изучили влияние фактора группы (градации: экспериментальная и контрольная) на дисперсию значений для результатов методик.

Оказалось, что многомерный эффект влияния не значим (см. табл. 3). Однако эффект влияния группы достаточно значительный, о чем говорит достаточно малый коэффициент p=0,04. Следовательно, можно предположить, что на какие-то из отдельных факторов влияние будет значимым.

Таблица 3.

Результаты многомерного многофакторного дисперсионного анализа, оценивающего параметры влияния фактора «Группа», градации: контрольная – экспериментальная (больные шизофренией) на характеристики их когнитивных стилей

	Тип теста	Значение	F-Фишера	Df - эффекта	Df – ошибки	Значимость – p
Свободный член	Wilks	0,852064	1,085130	4	25	0,385146
	Pillai's	0,147936	1,085130	4	25	0,385146
	Hotellng	0,173621	1,085130	4	25	0,385146
	Roy's	0,173621	1,085130	4	25	0,385146
Группа	Wilks	0,674636	3,014249	4	25	0,036994
	Pillai's	0,325364	3,014249	4	25	0,036994
	Hotellng	0,482280	3,014249	4	25	0,036994
	Roy's	0,482280	3,014249	4	25	0,036994

В табл. 4 представлены одномерные результаты дисперсионного анализа. Мы выбрали части таблицы, отражающие влияние группы только на два самых зависимых фактора когнитивных стилей, 3ий и 4ый. Видно, что на 4ый фактор когнитивного стиля фактор группы влияет значимо, а на 3ий – незначимо (но ближе к уровню статистической тенденции).

Это значит, что контрольная и экспериментальная группы имеют достаточно сильные отличия между собой по факторам «Синтетичность» и «Высокая избирательность внимания».

Таблица 4

		F3				*F4*			
	Df	SS	MS	F	p	SS	MS	F	p
Группа	1	2,64005	2,640048	2,804305	0,105147	*5,57943*	*5,579428*	*6,670375*	*0,015322*
Ошибка	28	26,35995	0,941427			23,42057	0,836449		

По 3 и 4 фактору с помощью кластерного анализа методом k-средних все испытуемые были поделены нами с достоверной разницей на 2 кластера: I включает 2 пациентов с низкими показателями по Sans, то есть со слабо выраженной негативной симптоматикой, и 11 здоровых испытуемых; II включает 4 пациентов с высокими оценками по Sans и 13 здоровых испытуемых:

I: Поленезависимые аналитики, с хорошей избирательностью внимания и высокой помехоустойчивостью, характерен гибкий познавательный контроль с высокой автоматизацией познавательных функций (быстрой переключаемостью (при некоторой импульсивности – переключившись, допускают ошибки)), эмоционально осведомленные (не сильно выражено). Более выражены когнитивно-структурирующие способности.

II: Полезависимые синтетики, с низкой избирательностью внимания и плохой помехоустойивостью, характерен ригидный познавательный контроль с низ-

кой автоматизацией познавательных функций. Развита способность к распознаванию эмоций других людей (не сильно выражено). Более выражены межличностные (социальные способности).

Проиллюстрируем деление на группы с помощью графика (Рис.4):

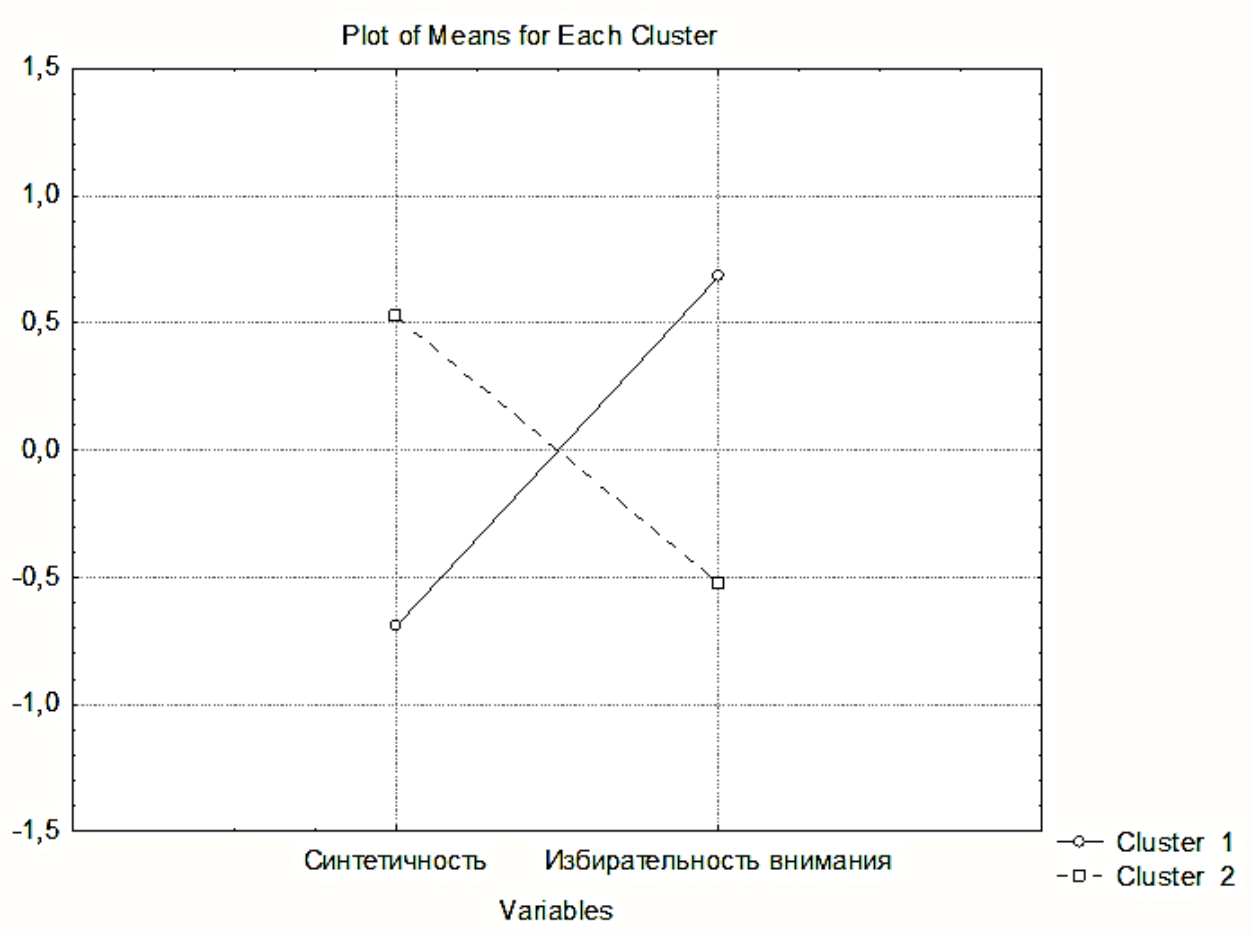

Рис. 4. Две группы испытуемых (Cluster 1 и Cluster 2), достоверно отличающиеся друг от друга по факторам «Синтетичность» и «Избирательность внимания». 1 группа: выражен фактор «Избирательность внимания», тогда как характеристики, сопутствующие фактору «Синтетичность» снижены. 2 группа имеет противоположную картину.

Таким образом, на основе осуществленного нами анализа результатов психологических методик, мы смогли очертить границы двух когнитивных стилей, присущих испытуемым: I – Поленезависимые аналитики и II – Полезависимые синтетики. Примечательно, что пациенты экспериментальной группы не были

отнесены к какому-нибудь одному когнитивному стилю. Однако, участники экспериментальной группы имеют более выраженные характеристики своего когнитивного стиля во второй группе («полезависимые синтетики»), и менее выраженные характеристики своего когнитивного стиля – в первой группе («поленезависимые аналитики»). Средние результаты по методикам пациентов во второй группе показывают более выраженные значения по параметрам: «Синтетичность» (4 выделенные группы слов в среднем) и «Полезависимость» (1,2) по сравнению с другими участниками группы (4,6 выделенных групп слов) и (1,8; притом, что «2.5» говорит о поленезависимости). Средние результаты по методикам пациентов в первой группе показывают менее выраженные значения параметра: «Избирательность внимания» (в среднем, 20 найденных слов, против 22 – у здоровых). Оценки по параметру «Гибкий познавательный контроль» внутри этой группы не выявили особых различий между пациентами и здоровыми людьми (коэффициент Струппа по времени: 1,45 и 1,41, соответственно).

Далее, с помощью многомерного многофакторного дисперсионного анализа, путем усреднения полученных нами вызванных потенциалов от центральных отведений (Fz, Cz и Pz) на участке 40-320 мс в ответ на стандартные и девиантные стимулы в рамках имплицитного и эксплицитного прогнозирования мы провели анализ действия всей совокупности стимулов в рамках каждой из двух модальностей (аудиальная и визуальная) на компоненты ВП для двух групп испытуемых (Рис.5). Анализ показал: большую негативность в районе N200 (MMN) для звуковых стимулов наряду с большей позитивностью в районе P300 для зрительных стимулов.

На графике указаны параметры, отражающие значимость взаимодействия факторов «Time» (латентность появления того или иного компонента ВП)) и «Тип стимула» при влиянии на зависимую переменную «потенциал ЭЭГ». Достоверность взаимодействия факторов говорит о достоверном различии двух графиков.

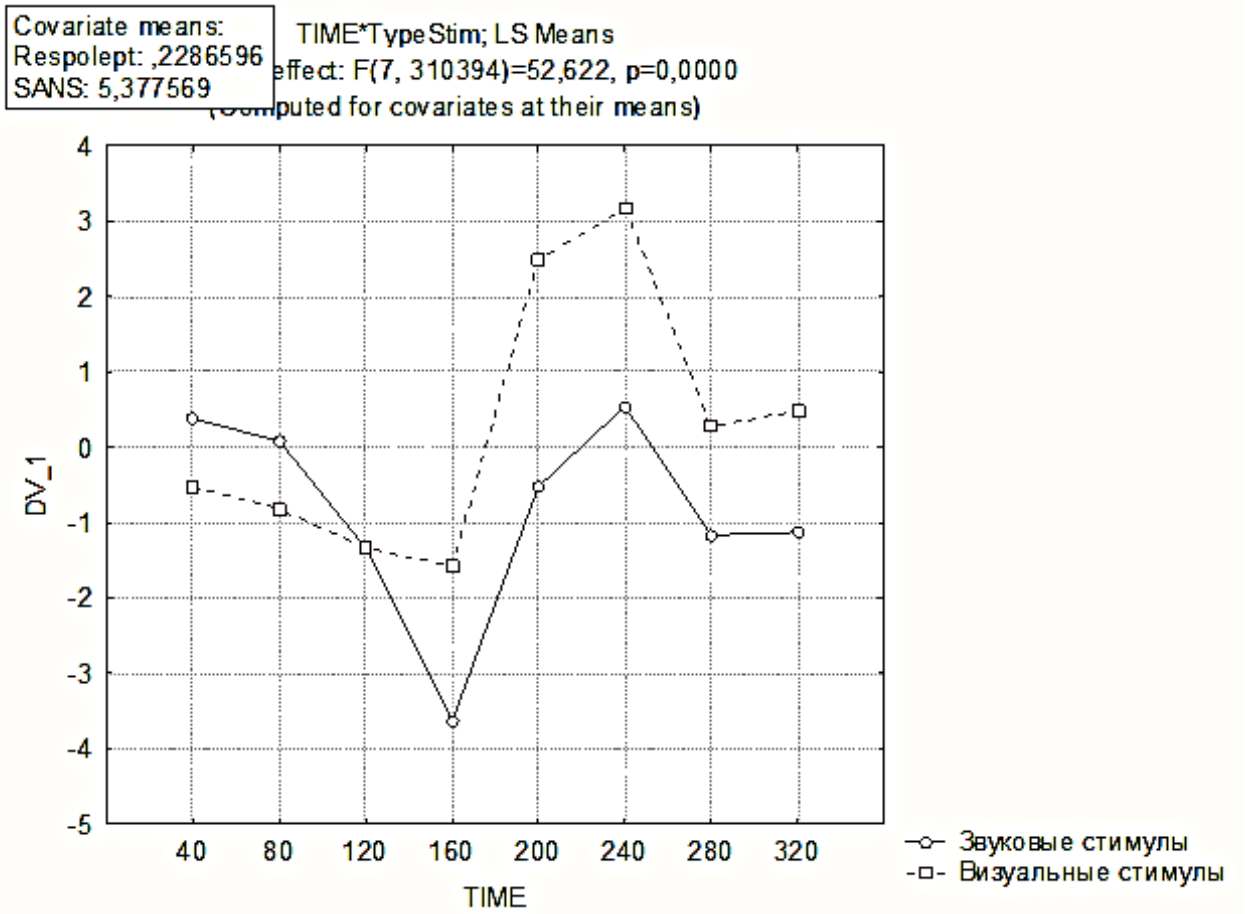

Рис. 5. Суммарный ВП, полученный с электродов Fz, Cz и Pz, расположенных вдоль саггитального среза черепа, в ответ на все виды стимулов (стандартный, девиантный-целевой, девиантный-контекстный, полностью девиантный) для двух групп испытуемых – отдельно для каждой модальности.

Ниже приведем график, иллюстрирующий восприимчивость компонентов ВП отдельно к нейтральным и ко всем видам девиантных стимулов. Исходя из графика на рис. 6, наблюдавшаяся на графике выше, бОльшая негативность в ответ на звуковые стимулы на участке N200 обусловлена по большей части реакцией испытуемых на полностью девиантные и контекстуальные звуковые ошибки.

БОльшая же позитивность на участке P300 в ответ на зрительные стимулы на первом графике, исходя из рис.6, по большей части обусловлена реакцией со стороны испытуемых на полностью девиантные и целевые ошибки в зрительных последовательностях.

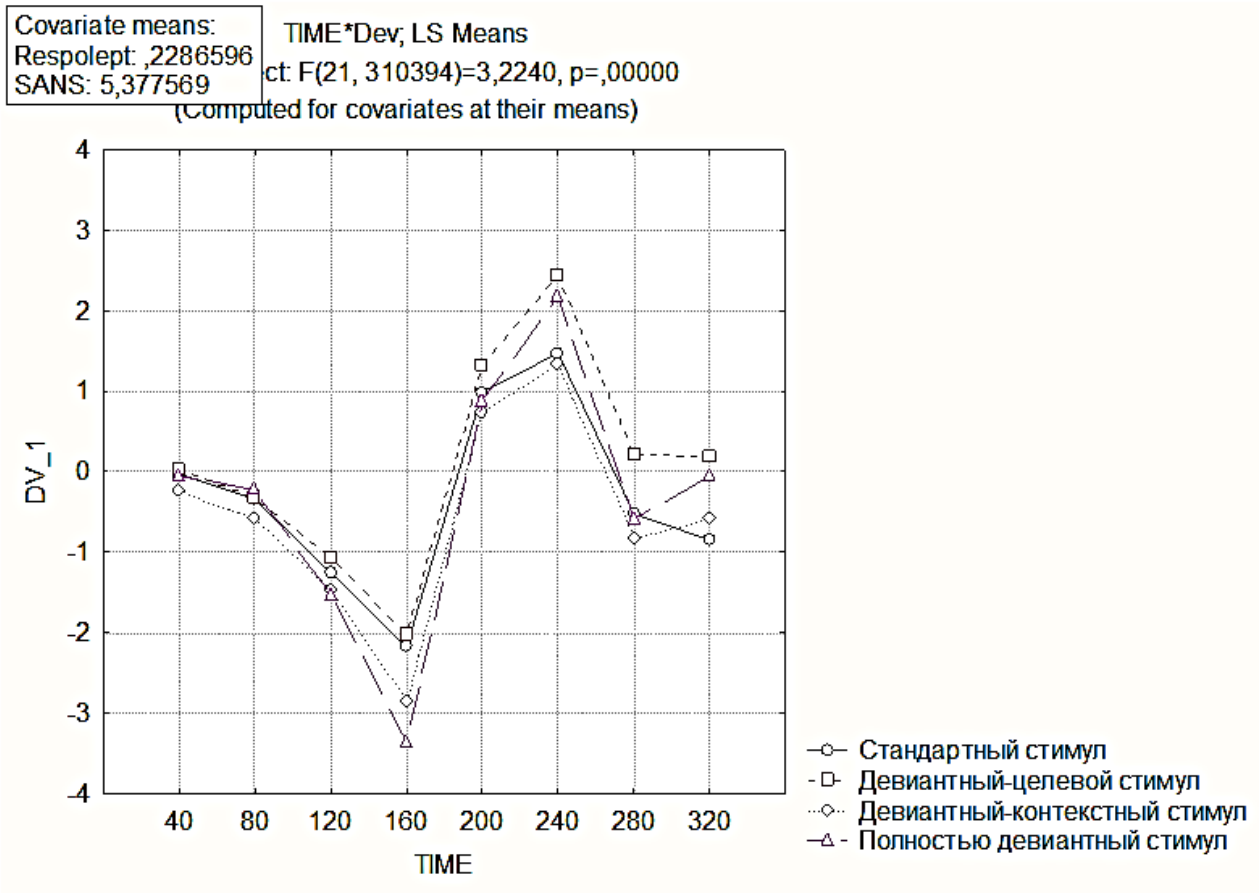

Рис. 6. Суммарный ВП, полученный с электродов Fz, Cz и Pz, расположенных вдоль саггитального среза черепа, в ответ на разные виды стимулов: стандартный, девиантный-целевой, девиантный-контекстный, полностью девиантный – для двух групп испытуемых.

Обратимся к графикам, описывающим различия контрольной и экспериментальной групп испытуемых отдельно для стимулов каждой модальности. Из рис. 7 и рис. 8 видно, что независимо от модальности предъявляемых стимулов, у людей, больных шизофренией, в ВП мозга в ответ на контекстные ошибки и полностью девиантные (контекст+цель), наблюдается бОльшая негативность рассогласования (участок N200) нежели в ответ на эти же стимулы у здоровых людей.

Причем, отображенная еще на рис. 5 и рис. 6 бОльшая электропозитивность на участке P300 для целевого-девиантного и полностью девиантного визуального стимула характерна как для испытуемых контрольной, так и для испытуемых экспериментальной группы, и, по-видимому, связана с общей особенностью

восприятия визуального девиантного-целевого и полностью девиантного стимулов, о чем речь пойдет при обсуждении результатов.

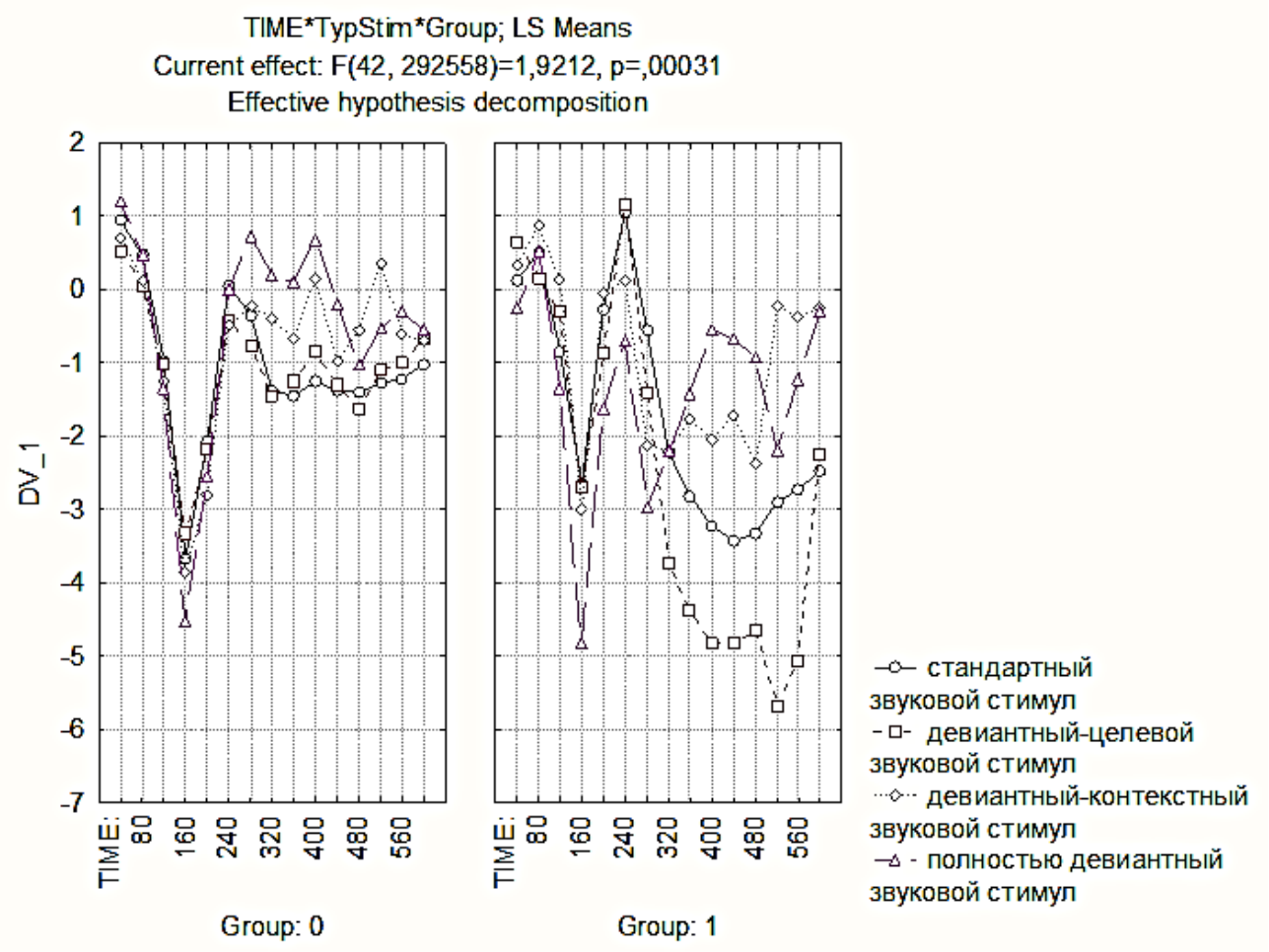

Рис. 7. Суммарный ВП, полученный с центральных отведений, в ответ на разные виды стимулов: стандартный, девиантный-целевой, девиантный-контекстный, полностью девиантный, для аудиальной модальности для контрольной (0) и экспериментальной (1) групп испытуемых.

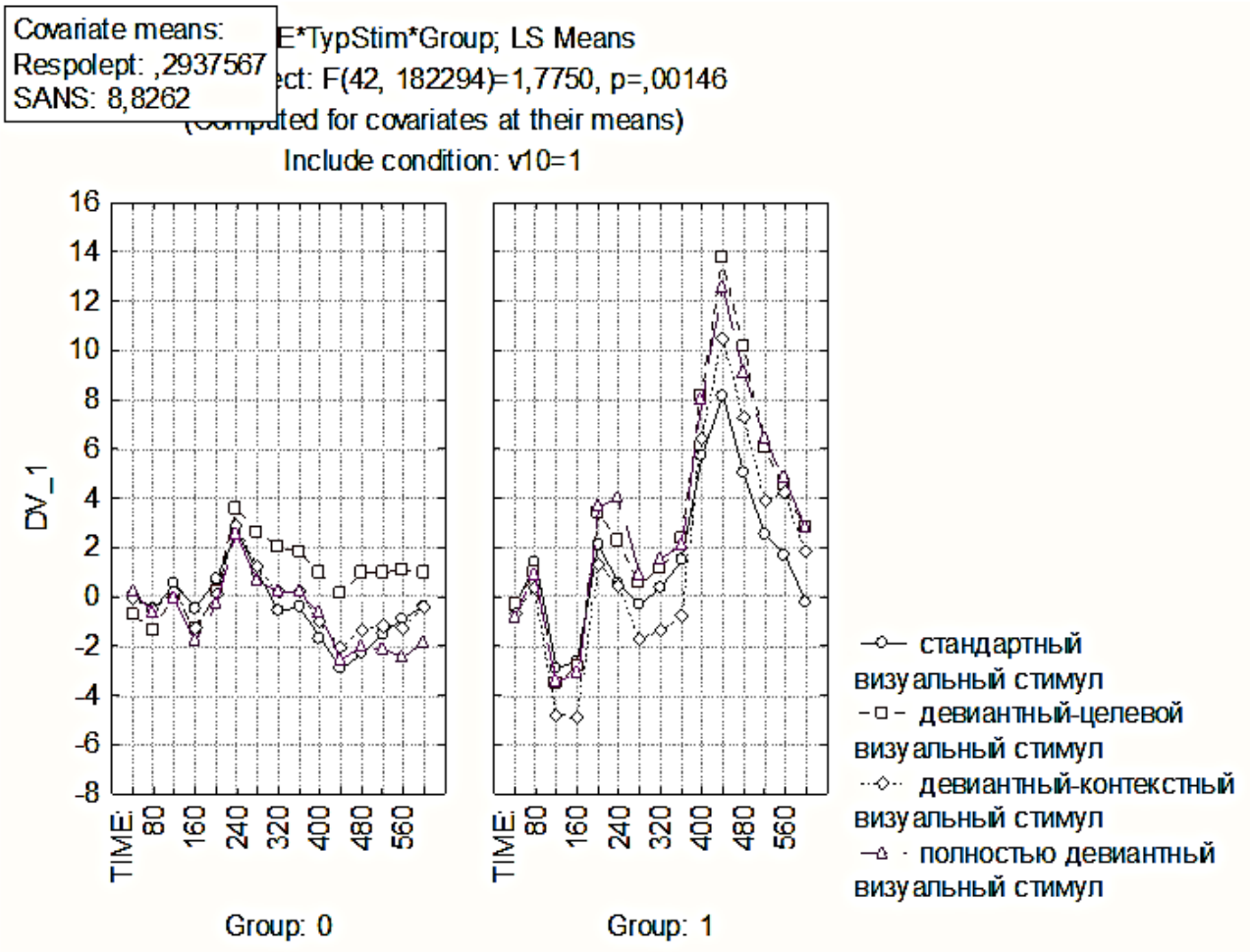

Рис. 8. Суммарный ВП, полученный с центральных отведений, в ответ на разные виды стимулов: стандартный, девиантный-целевой, девиантный-контекстный, полностью девиантный, для визуальной модальности для контрольной (0) и экспериментальной (1) групп испытуемых.

Таким образом, за бОльшую электроотрицательность на промежутке N200 (MMN) в ответ на девиантные стимулы, так или иначе связанные с нарушением контекста, сопровождающего целевую деятельность (девиантные-контекстные и полностью девиантные стимулы), «отвечают» испытуемые экспериментальной группы, для которых характерна бОльшая выраженность характеристик, присущих выделенному нами когнитивному стилю «полезависимые синтетики». Испытуемые контрольной группы, обладающие когнитивным стилем «полезависимая синтетичность», также имеют тенденцию к проявлению MMN в ответ на девиантные стимулы (рис. 9), связанные с контекстом, однако, эта тенденция не

выражена у них столь ярко, как у людей с диагнозом «шизофрения», обладающих тем же когнитивным стилем.

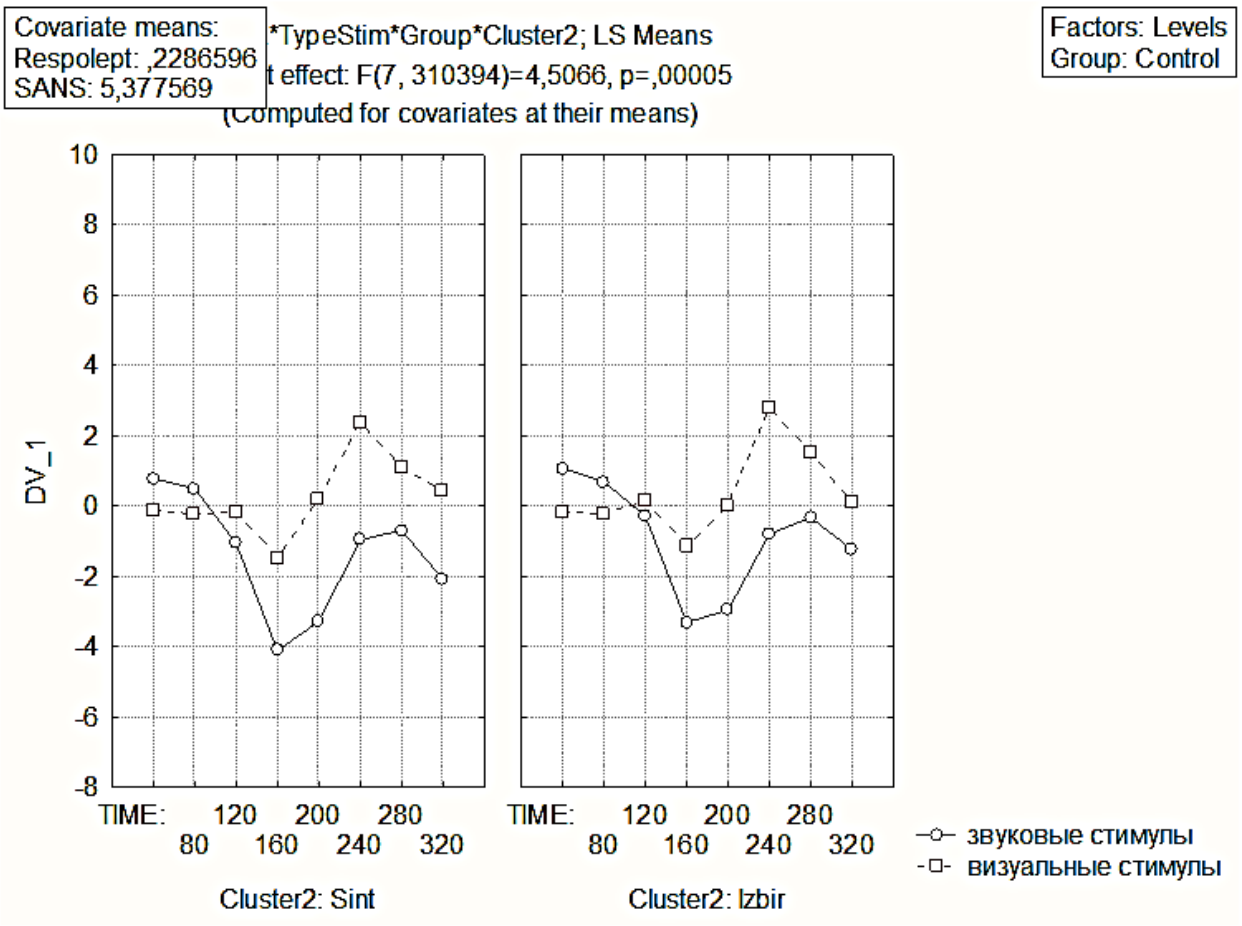

Рис. 9. Суммарный ВП, полученный с центральных отведений, в ответ на все виды стимулов (стандартный, девиантный-целевой, девиантный-контекстный, полностью девиантный), для визуальной и аудиальной модальности, внутри контрольной группы. График выполнен для испытуемых, принадлежащих к группам, характеризующимся разными когнитивными стилями: для «полезависимых синтетиков» (справа) и «поленезависимых аналитиков» (слева).

5. Обсуждение

Выявленные нами когнитивные стили «Полезависимая синтетичность» и «Поленезависимая аналитичность», как будет показано позже, зависят от работы описанных в теоретической части процессов имплицитного и эксплицитного прогнозирования (Модель Gluck and Bower (1988)).

Приведенные факты относительно влияния фактора группы (болезни) на выраженность присущих когнитивным стилям «полезависимая синтетичность» и «поленезависимая аналитичность» характеристик дают возможность предположить, что такое психическое расстройство, как шизофрения, в целом наделят человека, ей подвергшегося, характеристиками, близкими к полюсу повышенной полезависимости и синтетичности мышления. Однако, это можно рассматривать как предварительные результаты, учитывая небольшую величину выборки.

На основе данных, полученных в ходе анализа результатов второго этапа исследования, можно сделать следующие выводы:

БОльшая негативность, полученная для звуковых стимулов в районе N200 (MMN), обусловленная по большей части реакцией испытуемых на полностью девиантные и контекстуальные звуковые ошибки, и бОльшая позитивность в районе P300 для зрительных стимулов, обусловленная по большей части реакцией со стороны испытуемых на полностью девиантные и целевые ошибки в зрительных последовательностях, могут быть объяснены с позиций принципа минимизации свободной энергии Карла Фристона [20]. А именно:

БОльшая амплитуда в районе P300 может объясняться большей вовлеченностью иерархически организованных сенсорных систем в распознавание и минимизацию ошибок, связанных со сферой эмоций, что отражается в повышении амплитуды P300 в ответ на ошибки прогноза, связанные со сменой эмоциональных характеристик лиц людей. В отличие от этого процесса, процесс по распознаванию ошибок прогноза в области слуховой среды представляет собой гораздо менее сложную процедуру и относится организмом на второй (контекстный) план чаще, чем процессы, связанные с эмоциональным общением, а потому и отображается в более раннем компоненте ВП (MMN).

БОльшая электропозитивность на участке P300 для целевого-девиантного и полностью девиантного визуального стимула была выявлена как для испытуемых контрольной, так и для испытуемых экспериментальной группы, и, по-видимому, связана с общей особенностью восприятия визуального девиантного-

целевого и полностью девиантного стимулов, т.е. не имеет особенностей для людей с диагнозом «шизофрения».

Также нами было замечено, что независимо от модальности предъявляемых стимулов, у людей, больных шизофренией, в ВП мозга в ответ на контекстные ошибки и полностью девиантные (контекст + цель) ошибки, наблюдается бОльшая негативность рассогласования (участок N200) нежели в ответ на эти же стимулы у здоровых людей.

Это можно объяснить бОльшей полезависимостью больных шизофренией, отражающейся в увеличении негативности рассогласования в ответ на изменение параметров стимула, не подлежавших отслеживанию в ситуации с другой заданной целью (прогнозирование звуковой или визуальной последовательности, в основу которой заложено изменение другого параметра). Таким образом, внимание экспериментальной группы испытуемых легко переключается на не связанные с целью девиантные изменения среды, обнаруживая их общую предрасположенность к повышенному функционированию системы, связанной с обеспечением процессов имплицитного прогнозирования. Безусловно, вопрос о первопричине заболевания «шизофрения» должен иметь место уже в последующих исследованиях, уточняющих также и первопричины найденных нами особенностей.

Сейчас можно сказать, что работа процесса по эксплицитному прогнозированию для испытуемых с диагнозом «шизофрения» затруднена. Это также можно заключить из невыраженности MMN в ответ на целевые девиантные стимулы для этой группы. Отсутствие же внимания к ошибке прогнозирования целевой деятельности говорит о наличии трудностей эксплицитного прогнозирования.

Полученные нами закономерности могут служить материалом для разработки объективных методов дифференциальной диагностики шизофрении с помощью психофизиологических измерений, что поможет повысить надежность при постановке диагноза пациентам.

Нам также удалось подойти к объяснению разноречивых результатов исследования MMN и P300 при шизофрении прошлых лет [50]: разные показания для амплитуд компонентов ВП, MMN и P300, по-видимому связаны с задействованием разных систем прогнозирования в экспериментальной задаче, предъявлявшейся испытуемым. В частности, MMN при шизофрении будет более выражено в экспериментальных процедурах, задействующих имплицитное прогнозирование.

Выходит, за бОльшую электроотрицательность на промежутке N200 (MMN) в ответ на девиантные стимулы, так или иначе связанные с нарушением контекста, сопровождающего целевую деятельность (девиантные-контекстные и полностью девиантные стимулы), «отвечают» испытуемые экспериментальной группы, для которых характерна бОльшая выраженность характеристик, присущих выделенному нами когнитивному стилю «полезависимые синтетики». Испытуемые контрольной группы, обладающие когнитивным стилем «полезависимая синтетичность», также имеют тенденцию к проявлению MMN в ответ на девиантные стимулы, связанные с контекстом, однако, эта тенденция не выражена у них столь ярко, как у людей с диагнозом «шизофрения», обладающих тем же когнитивным стилем.

Обобщая всё вышесказанное, можно сделать вывод о взаимосвязи высоких значений характеристик когнитивного стиля «полезависимая синтетичность» с преобладанием в функционировании системы имплицитного прогнозирования при подавлении или полном отказе способности к эксплицитному прогнозированию для людей с диагнозом «шизофрения».

6. Заключение

В ходе настоящего исследования нами было получено большое количество данных об особенностях или взаимосвязи явлений в рамках изучаемой проблемы. Больший объём этих данных остался за границами настоящей работы в связи с ограниченностью места для обсуждения, а также времени для проведения дополняющих первое исследований. Так, предметами будущих исследований станет выявленный нами ряд особенностей имплицитного прогнозирования при

шизофрении, зависящий от фактора половой принадлежности испытуемых. Остался открытым вопрос об уточнении локализации процессов, связанных с работой двух взаимодополняющих механизмов прогнозирования по Gluck and Bower's model (1988) при шизофрении и открывающейся при этом возможности приблизиться к ответу на вопрос о причинах формирования характерного для шизофрении способа прогнозирования. Это могло бы стать полезным для получения понимания о специфике способов помощи в адаптации людям с шизофренией в окружающей их среде.

В настоящем исследовании был открыт вопрос о возможности создания адекватных психофизиологических методов дифференциальной диагностики шизофрении на основе данных, получаемых в результате исследования шизофрении с позиций психофизиологии. Мы надеемся, что результаты проведенного исследования помогут приблизиться к осуществлению данной задачи.

Также в ходе исследования нами обсуждался вопрос о взаимосвязи когнитивных функций человека с функциями мозга. В настоящей работе был изучен вопрос о психофизиологических механизмах прогнозирования событий, хороший уровень способности к которому позволяет индивиду быть эффективным в обучении и решении когнитивных задач.

Таким образом, проделанная нами работа открывает широкие перспективы для дальнейших исследований. Хочется надеяться, что её результаты помогут расширить представления об особенностях фундаментальных механизмов работы мозга у людей с диагнозом «шизофрения».

Список литературы

1. Геллерштейн С.Г. Антиципация в свете проблемы бессознательного // Проблемы сознания. Материалы симпозиума. Март – апрель. – М., 1966. – С. 305-316.

2. Гоулман Д. Эмоциональный интеллект. – М.: АСТ, 2008. – 478 с.

3. Колга В. А. Дифференциально-психологическое исследование когнитивного стиля и обучаемости // ВА Колга. – 1976.

4. Лефрансуа Г. Теории научения. Формирование поведения человека. СПб.: Олма-Пресс, 2013. С. 278.

5. Регуш Л.А. Психология прогнозирования: способность, ее развитие и диагностика. – Киев: Вища шк., 1997. – 88 с.

6. Фейгенберг И.М., Лаврик В.В. Вероятностное прогнозирование. Воображение. Мир психологии, 2001, № 1(25). С. 174-182.

7. Фрит К. Мозг и душа. Как нервная деятельность формирует наш внутренний мир. – М.: Астрель, Corpus, 2010

8. Холодная М.А. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума. 2-е изд. СПб.: Питер, 2004. 384 с.

9. Ширяев Д.А. Психофизиологические механизмы вероятностного прогнозирования – Рига: Зинатне,1986. – 142 с.

10. Шкуратова И.П. Когнитивные стили как регуляторы мировосприятия личности // Вестник МГУ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://irshkuratova. ru/kognitivnye_ stili_kak_reguljatory_mirovosprijatija. html. – 2004.

11. Alain C., Hargrave R., Woods D. L. Processing of auditory stimuli during visual attention in patients with schizophrenia // Biological psychiatry. – 1998. – Т. 44. – №11. – С. 1151-1159.

12. 12. Baldeweg T. ERP repetition effects and mismatch negativity generation: A predictive coding perspective // Journal of Psychophysiology. – 2007. – Т. 21. – №3-4. – С. 204.

13. Catts S. V. et al. Brain potential evidence for an auditory sensory memory deficit in schizophrenia // Am J Psychiatry. – 1995. – Т. 1. – №52. – С. 213.

14. Cohn-Kanade AU-Coded Facial Expression Database [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.pitt.edu/~emotion/ck-spread.htm

15. Egan M. F. et al. Event-related potential abnormalities correlate with structural brain alterations and clinical features in patients with chronic schizophrenia // Schizophrenia research. – 1994. – Т. 11. – №3. – С. 259-271.

16. Ford J. M. et al. ERPs in schizophrenia: effects of antipsychotic medication // Biological psychiatry. – 1994. – Т. 36. – №3. – С. 153-170.

17. Ford J. M. Schizophrenia: the broken P300 and beyond // Psychophysiology. – 1999. – Т. 36. – №06. – С. 667-682.

18. Friston K. A theory of cortical responses // Philosophical transactions of the Royal Society B: Biological sciences. – 2005. – Т. 360. – №1456. – С. 815-836.

19. Friston K. Hierarchical models in the brain // PLoS computational biology. – 2008. – Т. 4. – №11. – С. e1000211.

20. Friston K. Learning and inference in the brain // Neural Networks. – 2003. – Т. 16. – №9. – С. 1325-1352.

21. Friston K. The free-energy principle: a unified brain theory? // Nature Reviews Neuroscience. – 2010. – Т. 11. – №2. – С. 127-138.

22. Friston K., Kilner J., Harrison L. A free energy principle for the brain // Journal of Physiology-Paris. – 2006. – Т. 100. – №. 1. – С. 70-87.

23. Gluck M. A. Behavioral and neural correlates of error correction in classical conditioning and human category learning // Memory and Mind: A Festschrift for Gordon H. Bower. – 2008. – С. 281-305.

24. Gluck M. A. et al. Cerebellar substrates for error correction in motor conditioning // Neurobiology of learning and memory. – 2001. – Т. 76. – №3. – С. 314-341.

25. Hirayasu Y. et al. Auditory mismatch negativity in schizophrenia: topographic evaluation with a high-density recording montage // American Journal of Psychiatry. – 1998. – Т. 155. – №9. – С. 1281-1284.

26. Javitt D. C., Shelley A. M., Ritter W. Associated deficits in mismatch negativity generation and tone matching in schizophrenia // Clinical Neurophysiology. – 2000. – Т. 111. – №10. – С. 1733-1737.

27. Jessen F. et al. Amplitude reduction of the mismatch negativity in first-degree relatives of patients with schizophrenia // Neuroscience letters. – 2001. – Т. 309. – №3. – С. 185-188.

28. Juckel G. et al. Residual symptoms and P300 in schizophrenic outpatients // Psychiatry research. – 1996. – Т. 65. – №1. – С. 23-32.

29. Kasai K. et al. Do high or low doses of anxiolytics and hypnotics affect mismatch negativity in schizophrenic subjects? An EEG and MEG study // Clinical Neurophysiology. – 2002. – Т. 113. – №1. – С. 141-150.

30. Kawakubo Y. et al. Phonetic mismatch negativity predicts social skills acquisition in schizophrenia // Psychiatry research. – 2007. – Т. 152. – №2. – С. 261-265.

31. Kessier C., Steinberg A. Evoked potential variation in schizophrenic subgroups // Biological psychiatry. – 1989. – Т. 26. – №4. – С. 372-380.

32. Korostenskaja M. et al. Effects of olanzapine on auditory P300 and mismatch negativity (MMN) in schizophrenia spectrum disorders // Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry. – 2005. – Т. 29. – №4. – С. 543-548.

33. Kreitschmann-Andermahr I. et al. Impaired sensory processing in male patients with schizophrenia-a magnetoencephalographic study of auditory mismatch detection // Schizophrenia research. – 1999. – Т. 35. – №2. – С. 121-129.

34. Mathalon D. H., Ford J. M., Pfefferbaum A. Trait and state aspects of P300 amplitude reduction in schizophrenia: a retrospective longitudinal study // Biological psychiatry. – 2000. – Т. 47. – №5. – С. 434-449.

35. McCarley R. W. et al. Event-related potentials in schizophrenia: their biological and clinical correlates and new model of schizophrenic pathophysiology // Schizophrenia research. – 1991. – Т. 4. – №2. – С. 209-231.

36. Michie P. T. et al. Duration and frequency mismatch negativity in schizophrenia // Clinical Neurophysiology. – 2000. – Т. 111. – №6. – С. 1054-1065.

37. Murakami T. et al. The effects of benzodiazepines on event-related potential indices of automatic and controlled processing in schizophrenia: a preliminary report // Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry. – 2002. – Т. 26. – №4. – С. 651-661.

38. Näätänen R. The mismatch negativity: a powerful tool for cognitive neuroscience // Ear and hearing. – 1995. – Т. 16. – №1. – С. 6-18.

39. Näätänen R., Gaillard A. W. K., Mäntysalo S. Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted // Acta psychologica. – 1978. – Т. 42. – №4. – С. 313-329.

40. Oades R. D. et al. Impaired attention-dependent augmentation of MMN in nonparanoid vs paranoid schizophrenic patients: a comparison with obsessive-compulsive disorder and healthy subjects // Biological psychiatry. – 1997. – Т. 41. – №12. – С. 1196-1210.

41. O'Donnell B. F. et al. Auditory ERPs to non-target stimuli in schizophrenia: relationship to probability, task-demands, and target ERPs // International Journal of Psychophysiology. – 1994. – Т. 17. – №. 3. – С. 219-231.

42. Polich J. Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b // Clinical neurophysiology. – 2007. – Т. 118. – №10. – С. 2128-2148.

43. Pritchard W. S. Cognitive event-related potential correlates of schizophrenia // Psychological Bulletin. – 1986. – Т. 100. – №1. – С. 43.

44. Salisbury D. F., Shenton M. E., McCarley R. W. P300 topography differs in schizophrenia and manic psychosis // Biological psychiatry. – 1999. – Т. 45. – №1. – С. 98-106.

45. Sandman C. A. et al. Event-related potentials and item recognition in depressed, schizophrenic and alcoholic patients // International journal of psychophysiology. – 1987. – Т. 5. – №3. – С. 215-225.

46. Shelley A. M., Silipo G., Javitt D. C. Diminished responsiveness of ERPs in schizophrenic subjects to changes in auditory stimulation parameters: implications for theories of cortical dysfunction // Schizophrenia research. – 1999. – Т. 37. – №1. – С. 65-79.

47. Shinozaki N. et al. The difference in mismatch negativity between the acute and post-acute phase of schizophrenia // Biological psychology. – 2002. – Т. 59. – №2. – С. 105-119.

48. Shutara Y. et al. An event-related potential study on the impairment of automatic processing of auditory input in schizophrenia // Brain topography. – 1996. – Т. 8. – №3. – С. 285-289.

49. Todd J. et al. Auditory sensory memory in schizophrenia: inadequate trace formation? // Psychiatry research. – 2000. – Т. 96. – №2. – С. 99-115.

50. Umbricht D. et al. How specific are deficits in mismatch negativity generation to schizophrenia? // Biological psychiatry. – 2003. – Т. 53. – №12. – С. 1120-1131.

51. Ward P. B. et al. Auditory selective attention and event-related potentials in schizophrenia // The British Journal of Psychiatry. – 1991. – Т. 158. – №4. – С. 534-539.

52. Winkler I. Interpreting the mismatch negativity // Journal of Psychophysiology. – 2007. – Т. 21. – №3. – С. 147-163.

53. Wynn J. K. et al. Mismatch negativity, social cognition, and functioning in schizophrenia patients // Biological psychiatry. – 2010. – Т. 67. – №10. – С. 940-947.