

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ УСПЕШНОГО И НЕУСПЕШНОГО РЕШЕНИЯ МЫСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ И ИХ СВЯЗЬ С ПОНИМАНИЕМ ИНСТРУКЦИЙ

И.В. Голованова, В.Д. Балин

Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

В публикации обсуждаются основные теоретически положения, способствующие унификации содержания предъявляемой инструкции в психологическом эксперименте. Отдельно отмечается роль инструкции в психофизиологическом исследовании, модулирующая ход эксперимента. Публикация посвящена: выявлению связей принципа решения задачи испытуемыми, а также связи этого процесса с динамикой успешности решения вербальных задач экспериментальной серии; выявлению психофизиологических коррелятов (с помощью метода электроэнцефалографии – ЭЭГ), сопровождающих процесс успешного и неуспешного решения мыслительных задач. В качестве мыслительных задач использовалась методика М.А. Холодной «Обобщение трёх слов» (2012), кроме того, испытуемым предлагалось определить субъективное понимание инструкции в периоды до и после решения серии задач. Для обработки сигнала ЭЭГ, регистрируемого в процессе решения заданий, использовался метод вычисления фрактальной размерности сигнала ЭЭГ. Представлены выводы о локализациях мозговой активности в процессе решения мыслительных задач.

Ключевые слова: психофизиология, ЭЭГ, инструкция, мышление, фрактальная размерность.

Введение

Рост числа эмпирических исследований в психологии неразрывно сопровождается вопросами реплицируемости (воспроизводимости) полученных результатов. Наибольшую актуальность в научном сообществе эта проблема обрела после публикации результатов репликационного проекта (reproducibility project) (Open Science Collaboration, 2015). Результаты анализа 100 репликаций психологических исследований показали, что воспроизводимы 25 % (14 из 55) работ социальной направленности и 50 % (21 из 42) и работ когнитивной ориентированности в области психологических наук. Такие выводы свидетельствуют о несовершенстве требований к разработке методологии и практики психологических исследований, и, следовательно – на необходимость создания единых условий контроля экспериментальной процедуры, в том числе – в целях обеспечения репликационности и трансляционности материалов исследования (Tafreshi, 2016). Одним из существенных пунктов унификации экспериментальных

процедур, доступных контролю в исследовании, является *оценка понимания инструкций испытуемым* и выявление её связи со спецификой ответов на то или иное экспериментальное воздействие. Так, представляется целесообразным контролировать степень понимания испытуемым инструкции в связи с успешностью и неуспешностью его ответов на экспериментальные задания. Разработка инструкции не регламентируется, и часто её формулировка не излагается авторами в описании процедуры исследования. В то же время именно инструкция отличает психологический эксперимент от естественно-научного, принося качественное отличие в его процедурное содержание. «*Уникальная особенность и фундаментальная характеристика психологического эксперимента состояла в том, что в нём впервые в структуре экспериментального, опытного метода возникла инструкция испытуемому*» – указывает В.Н. Дружинин (Экспериментальная психология, 2005, с. 220) и отмечает, что ни в одной другой области знаний нет подобного органи-

зованного общения между исследователем и объектом исследования. В подтверждение такой точки зрения В.Н. Дружинин далее приводит цитату из известной монографии Б.Ф. Ломова: «Человек активен <...>. В эксперименте проявляются его установки, интересы, личностные ориентации, субъективные отложения <...>. Испытуемые подвергаются влиянию со стороны экспериментатора, условий и процедуры эксперимента. Как бы мы ни стремились нивелировать этот момент (общения), используя самые современные средства автоматизации, полностью сделать это не удастся. Таким образом, очевидна необходимость при организации психологического эксперимента учёта, по крайней мере, трех моментов: деятельности испытуемого (решаемой им экспериментальной задачи); особенностей его личности; характеристики общения исследователя (группы исследователей) и испытуемого (группы испытуемых)». В ставших каноническими работах по экспериментальной психологии (Фресс, Пиаже, 1973), указано, что наличие у испытуемого конфликта между установкой и содержанием задания может стать существенным фактором успешности/неуспешности выполнения заданий. Однако роль инструкции в данном конфликте при этом не отмечается. В последнее время данный вопрос рассматривается в связи с остротой современных проблем влияния понимания инструкции на результаты исследования. В частности, информативность понимания и отношения испытуемого к предъявляемой инструкции отмечается в работах, посвящённых процедурным моментам детекции лжи (Варламов, 2004). Несмотря на то, что существующие руководства по проведению психологических исследований не содержат развернутых рекомендаций по созданию инструкций, их разработка рассматривается как важное условие экспериментальной процедуры. В частности, Т.В. Корнилова описывает роль инструкций для разных групп испытуемых (контрольной и экспериментальной). При этом отмечаются так называемые «нейтральные» инструкции, которые должны указать «испытуемому цель его действий, обеспечить его включенность в эксперимент, но не подчеркивать той или иной мотивационной направленности его действий» (Корнилова, 2002).

Особую роль инструкция играет в исследованиях, где испытуемому необходимо ре-

шать мыслительные задачи. Так, при изучении решения творческих мыслительных задач установлено, что управление инструкциями в эксперименте связано с качественными и количественными отличиями в решении задач (Корнилова, 2002). Применительно к специфике психофизиологического эксперимента считаем необходимым отметить, что в такого рода исследовании точная формулировка инструкции является существенным звеном экспериментальной процедуры. Интерпретация результатов исследования в данном случае подразумевает соотнесение разноуровневых процессов, которые описываются с позиций классических «общепсихологических» терминов и физиологических реакций, а также физических характеристик сигнала (применительно к процедурам регистрации биоэлектрических потенциалов и электроэнцефалографии (ЭЭГ) в частности), и, следовательно, требует большего внимания к планированию процедуры исследования (Балин, 2017). С нашей точки зрения, в исследовательской процедуре должны контролироваться следующие, часто игнорируемые исследователями, аспекты.

Первый аспект касается работы с испытуемым до начала предъявления экспериментальных задач и касается формулировки инструкции. Для этого необходимо описать как «фигуру», так и «фон» экспериментальной ситуации: учитывать тип ситуации («фигура») и понимание испытуемым ситуации, которые послужат «фоном». Формирование «фигуры» исследования при конструировании инструкции должно содержать следующие пункты: а) выявление смысловых уровней инструкции; формулирование рабочей инструкции; б) пилотирование текста инструкции, оценка ее сложности, выбор формы подачи (устная или письменная), экспертная оценка текста инструкции. Измерение степени понимания инструкции испытуемым и степени ее соответствия оцениваются с помощью специально разработанной формы: а) глубина понимания; б) отчетливость понимания; в) полнота понимания; г) степень включенности инструкции в ситуацию для конкретного испытуемого (Балин, Голованова, 2016).

Второй аспект, подлежащий контролю, касается взаимодействия с испытуемым после прохождения экспериментальных задач. При обработке и интерпретации полученного экспериментального материала следует учитывать особенности взаимосвязи

(корреляции) между степенью понимания испытуемым инструкции до и после эксперимента, рассматриваемыми как дополнительный показатель, оказывающий влияние на экспериментальную процедуру и результаты эксперимента.

Отметим также дополнительный аспект, который заключен в учете индивидуальных особенностей исследователя. В экспериментально ориентированных психологических планах экспериментатора можно рассмотреть как наблюдателя, проблема характеристик которого была разработана еще на заре развития в инженерной психологии. В частности, описывались «рабочие характеристики приемника» – наблюдателя. Ставился вопрос о поддержании в оптимальном диапазоне показателя рабочих характеристик приемника (РХП) как отношения показателей сигнала (поступающей из окружающей среды информации) и уровня «внутренних шумов» (феноменов внутриспсихического плана). Перемещая критерий из одной точки в другую, можно получить достаточно полную форму кривой РХП. При этом отдельно рассматривается рабочая характеристика наблюдателя (РХ) – зависимость вероятности попадания от вероятности ложной тревоги. Несмотря на то, что инструкция испытуемому в начале исследования определяет ход всей экспериментальной процедуры, и с помощью неё возможно изменение условий такой процедуры, на сегодняшний день нет устоявшихся подходов учёта степени понимания инструкции испытуемым. Обобщая критические комментарии, отметим, что инструкция психологического исследования должна учитывать вышеуказанные особенности. Тем самым регламентируется деятельность и исследователя, и испытуемого. Это имеет целью обеспечить более строгую процедуру психологического исследования.

В настоящем исследовании была поставлена **цель** выявления связи между субъективной оценкой понимания инструкции и успешностью решения мыслительных задач испытуемыми. **Гипотеза** исследования заключалась в том, что показатели успешности решения мыслительных задач и субъективные оценки понимания инструкции испытуемыми связаны с уровнем активации мозга (отражающейся в процессах изменения фрактальной размерности ЭЭГ) в процессе решения задач. В данной публикации описывается связь оценки понимания инструкции испы-

туемыми и успешности решения ими мыслительных задач.

Процедура исследования

Было проведено психофизиологическое исследование с использованием метода электроэнцефалографии.

Выборка исследования. В психофизиологическом исследовании приняли участие 34 человека (16 мужчин и 18 женщин). Критериями включения являлись нормальное (или скорректированное до нормального зрения) и свободное владение русским языком. Средний возраст участников исследования составил $24 \pm 4,6$ лет.

Описание процедуры исследования. Для демонстрации слайдов на экране компьютера и ведения протокола исследования использовалась компьютерная программа ExpertStim 3.1¹, адаптированная для операционной системы Windows 7. В начале исследования испытуемому устно сообщалась первая (вводная) инструкция: «*Благодарим Вас за согласие участвовать в исследовании! Сейчас Вам необходимо будет решать задания, связанные со смыслом слов. В это время будет записываться Ваша электроэнцефалограмма. Чтобы приступить к исследованию, Вам необходимо пройти в экспериментальную камеру, где мы подготовимся для снятия электроэнцефалограммы, а затем Вы приступите к решению заданий*». Испытуемому также предлагалось задать уточняющие вопросы, касающиеся организации исследования, методик и материалов, используемых в ходе него. Далее на экране компьютера предьявлялась вторая инструкция «*Здравствуйте! Сейчас Вам будут предьявлены задания. Перед началом выполнения и после него необходимо оценить степень понимания Вами инструкции. Когда будете готовы начать – нажмите «ПРОБЕЛ», чтобы приступить к выполнению заданий*». После предьявления инструкции следовало предьявление основной серии заданий. Испытуемому устно сообщалось, какие клавиши на клавиатуре для подачи ответов необходимо использовать (клавиша «ПРОБЕЛ», чтобы ответить на предьявленное задание, и клавиши от «1» до «10» при оценке

¹ Эта программа разработана канд. психол. наук, ст. научн. сотруду. каф. медицинской психологии и психофизиологии СПбГУ И.А. Горбуновым и является собственностью учебной лаборатории психофизиологии СПбГУ.

степени понимания инструкции»). Следующая, третья инструкция, касалась непосредственно решения задач.

В качестве предъявляемых задач была выбрана методика «Обобщение по существенному признаку» («Обобщение трёх слов») (Холодная, 2012), направленная на диагностику сформированности понятийного мышления. Авторами методики отмечается, что она выявляет способность «выделять общий существенный признак по отношению к трём разнородным понятиям и подбирать для него соответствующую категорию» (там же, с. 65). Обобщение трёх понятий, связанных с предъявляемыми словами, будет соответствовать мыслительным переходом от частных понятий к общему, то есть переходу от конкретного слова к абстрактной категории. В оригинальной версии методики испытуемому устно предъявляется десять триад существительных, которые не объединены общим семантическим полем, не связаны между собой ни лексически, ни фонетически. Задача испытуемому состояла в поиске общего признака, объединяющего понятия, стоящие за предъявляемыми словами. Каждая из триад в оригинальной серии предъявляется визуально или аудиально в течение 30 секунд, а ответ испытуемого приводится в устной или письменной форме (в зависимости от индивидуального или группового формата проведения исследования). Предъявление стимульных заданий в авторском варианте методики сопровождается следующей инструкцией: *«Вам будут устно предъявлены три слова. Вы должны подумать, что между ними общего, и назвать этот общий признак одним или двумя словами. На размышления и на запись ответа Вам отводится 30 секунд на каждую триаду слов. Ответ нужно записывать строго в его нумерации, которая указана в протоколе. Начали!»*. С учётом особенностей психофизиологического исследования, которое предполагает частичную иммобилизацию испытуемого в момент записи электроэнцефалограммы, в предыдущих исследованиях нами была модифицирована приведенная выше авторская инструкция и процедура исследования (Холодная и др., 2013).

Таким образом, инструкция к стимульным заданиям предъявлялась испытуемому в следующем виде: *«Сейчас Вам на экране будут предъявлены три слова. Вам необходимо подумать, что между ними общего, и, не произнося ничего вслух, сформулировать этот об-*

щий признак одним или двумя словами. Когда Ваш мысленный ответ будет готов – сразу же нажмите «ПРОБЕЛ». После этого чётко произнесите ответ вслух». Далее испытуемому необходимо было оценить, насколько понятной была инструкция к заданиям, для этого на экране демонстрировалась промежуточная инструкция *«Оцените насколько Вам понятен принцип решения задач от 1 до 10»*. Для ответа испытуемому необходимо было выбрать клавишу от 1 до 10 на цифровой раскладке клавиатуры.

После этого на экране монитора предъявлялись задания стимульной серии (например, *«гамма, бусы, лестница»*), а испытуемому после нажатия на клавишу «ПРОБЕЛ» необходимо было вслух произносить ответ. Всего предъявлялось 10 таких задач, согласно оригинальному варианту методики. Ответы испытуемого фиксировались в специальном протоколе и были оценены по трёхбалльной шкале, где:

- оценке 0 баллов соответствовали отсутствие либо пропуск ответа; а также обобщение только двух слов вместо трёх; ситуативный и ассоциативный или формальный характер обобщения (например, высказывания типа «все слова женского рода» или «всё это может быть на пляже»);
- оценке в 1 балл – аналитическое обобщение на основе отдельного признака, но частного к обобщающему (например, «все содержит составные части»);
- оценке в 2 балла – строгое категориальное обобщение (соответствие эталонными ответам методики, например, для триады «гамма, бусы, лестница» ответ «последовательность элементов»). Успешное решение данных задач испытуемым сопровождается актуализацией мысленного перехода «от частного к общему», а сложность состоит в том, что необходимо сделать обобщение понятий, не опираясь на языковые и словесные характеристики, на ассоциации и аллюзии.

Регистрация ЭЭГ-данных проводилась с помощью многоканальной исследовательской системы «ТЕЛЕПАТ-104Р» с 21 отведением и референтами (расположение электродов по международной системе 10–20 %, установленные фильтры 1,6 Гц для низких и 70 Гц для высоких частот, режекторный фильтр в полосе 45–55 Гц). С помощью программы WinEEG проводилось удаление окулографических артефактов и подготовка фрагментов записи для последующего анализа.

Результаты анализа поведенческих ответов и их обсуждение

В табл. 1 приводятся результаты процедуры корреляционного анализа (значения всех коэффициентов приведены для $p < 0,005$) переменных: «Общая оценка» (средний балл по 10 ответам испытуемых), «Оценка» (балл за каждый из 10 ответов каждого испытуемого), «До» (балл, выставленный испытуемым при оценивании понимания принципа решения задач до их решения) и «После» (балл, выставленный испытуемым при оценивании понимания принципа решения задач после их решения). Отметим высокую корреляцию переменных «Общая оценка» и «После», а также переменных «До» и «После». Показана связь между общей успешностью испытуемого (средним значением) и оценкой им понимания принципа решения задач после их решения. Выполнение заданий включает в себя не только обучение испытуемого (и, как следствие, стабилизацию результата), но и понимание им самой экспериментальной ситуации.

Помимо средней оценки успешности испытуемого («Общая оценка») в исследовании использовались также суммарные оценки по 10 заданиям, которые представлены в табл. 2 и указаны как переменная «Сумма». Отмечается высокая корреляция между общей и суммарной оценками успешности, а также с пе-

ременной «После». Такого рода данные указывают на соответствие друг другу обоих использованных способов оценки и повышает меру прогностичности оцененной успешности. Корреляция успешности с оценкой понимания принципа решения задачи после ее выполнения указывает на то, что при выполнении экспериментальной процедуры испытуемому становится более ясна как инструкция к ней, так и происходит адаптация к экспериментальной ситуации в целом.

Используемые в исследовании задачи предполагают формирование у испытуемого не простого поведенческого ответа (как, например, «go- no go»), а сложного понятийного образования, при том что испытуемые не показывают стабильности в успешности выполнения задач. Следовательно, такая закономерность не связана со статистически обоснованным выводом о научении испытуемых, так как корреляция успешности выполнения каждой задачи не однородна (табл. 3).

При анализе корреляций между накопленной суммарной оценкой и оценками понимания принципа решения (табл. 4) установлены достоверные различия для оценок «После», что согласуется с описанной ранее позицией о стимуляции субъективного уточнения сути задания и ситуации, происходящих у испытуемого в ходе выполнения исследования.

Таблица 1

Данные корреляционного анализа оценок успешности решения вербальных задач и оценок принципа понимания решения задач

| Переменные | Значения статистик распределения | | | Значения коэффициентов корреляции переменных | | |
|--------------|----------------------------------|------------|----------|--|----------|----------|
| | Среднее | Отклонение | Общая | Оценка | До | После |
| Общая оценка | 1,088235 | 0,781982 | 1,000000 | 0,399687 | 0,402374 | 0,711363 |
| Оценка | 0,943850 | 0,753581 | 0,399687 | 1,000000 | 0,149409 | 0,333556 |
| До | 6,500000 | 2,202545 | 0,402374 | 0,149409 | 1,000000 | 0,695694 |
| После | 7,299465 | 2,029580 | 0,711363 | 0,333556 | 0,695694 | 1,000000 |

Таблица 2

Данные корреляционного анализа показателей суммарной оценки успешности испытуемых и значений оценок понимания инструкции

| Показатели оценок понимания инструкций | Суммарная оценка |
|--|------------------|
| Общая оценка | 0,754620 |
| До | 0,261329 |
| После | 0,648124 |

Таблица 3

Данные корреляционного анализа показателей суммарной оценки успешности испытуемых и значений оценок за каждое из 10 выполненных заданий

| Variable | задание1 | задание2 | задание3 | задание4 | задание5 | задание6 | задание7 | задание8 | задание9 | задание10 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Сумма | 0,716843 | 0,721232 | 0,539333 | 0,463351 | 0,563647 | 0,167725 | 0,800875 | 0,432106 | 0,571432 | 0,454854 |

Данные корреляционного анализа показателей суммарной оценки успешности испытуемых и значений накопленной суммы оценок успешности за каждое из 10 выполненных заданий

| Correlations (Spreadsheet1) | | | | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|-----------|-------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Marked correlations are significant at $p < ,05000$ | | | | | | | | | |
| N=34 (Casewise deletion of missing data) | | | | | | | | | |
| Variable | Сумма | 1+2 | 1+2+3 | 1+2+3+4 | 1+2+3+4+5 | 1+2+3+4+5+6 | 1+2+3+4+5+6+7 | 1+2+3+4+5+6+7+8 | 1+2+3+4+5+6+7+8+9 |
| общая | 0,754620 | 0,537325 | 0,691750 | 0,695553 | 0,756093 | 0,721698 | 0,692352 | 0,732605 | 0,759328 |
| до | 0,261329 | 0,268857 | 0,214610 | 0,290665 | 0,309440 | 0,291820 | 0,270168 | 0,299597 | 0,291241 |
| после | 0,648124 | 0,614278 | 0,577277 | 0,588131 | 0,617275 | 0,616669 | 0,567069 | 0,586083 | 0,617015 |

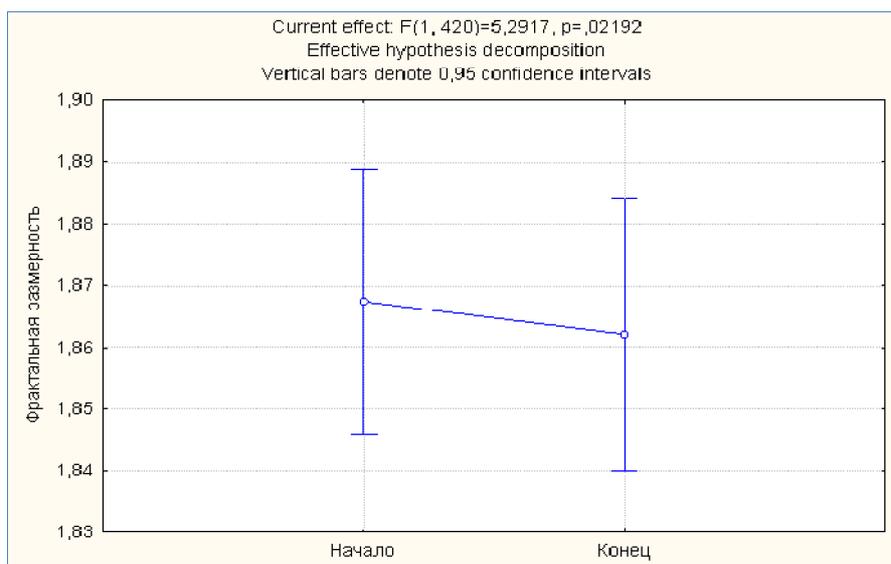


Рис. 1. График изменений величины D_0 для фактора «Этап» от начала к концу решения заданий. Здесь и далее используются графические отображения связей переменных, визуализированные по результатам процедур статистического анализа в компьютерном пакете статистических программ «STATISTICA ver. 8.0»

Результаты анализа психофизиологических данных и их обсуждение

Для проверки гипотезы о связи показателей успешности решения задач и субъективных оценок понимания принципа решения, с одной стороны, и уровням активации головного мозга (отражающейся в процессах десинхронизации сигнала ЭЭГ), с другой, необходим поиск аналогий в обработке сигнала ЭЭГ для выявления психофизиологических критериев успешности решения задач. С этой целью был выбран метод расчёта фрактальной размерности (D_0) сигнала по алгоритму Хигучи, использующийся при вычислении фрактальных размерностей для временных рядов (Лоскутов, Михайлов, 1990)².

На втором этапе обработки проводился статистический анализ связи характеристик D_0 , фактора «Этап задания» и «Канал ЭЭГ». Эти расчёты выполнялись в рамках многомерного многофакторного дисперсионного анализа (MANOVA) и с использованием процедур расчёта апостериорного критерия попарных сравнений PostHoc (LSD Фишера). Согласно изложенной концепции обработки сигнала ниже (рис. 1) приводятся результаты изменений значений D_0 сигнала ЭЭГ на начальном и заключительном этапах исследования (в момент выполнения первых и последних пяти вербальных задач из серии).

На рис. 1 графически представлены результаты сравнения D_0 в начале и в конце выполнения заданий. Показанные изменения относятся ко всем 21 отведениям, регистрирующим активность мозга, но, поскольку для каждого из отведений выявляются большие различия по D_0 (см. рис. 2), наблюдаются большие доверительные

² Расчёт D_0 сигнала ЭЭГ по алгоритму Хигучи выполнен на программном обеспечении и оборудовании учебной лаборатории психофизиологии СПбГУ.

интервалы (vertical bars) при уровне значимости $p = 0,02192$. Однако в данном случае применялся план повторных измерений и учитывалась дисперсия фрактальных размерностей для всех пар отведений (зарегистрированных в начале и в конце исследования), что обеспечило статистическую достоверность полученных различий. Далее, для различных отведений (рис. 2) показано изменение величины D_0 на двух этапах решения задания (в его начале и в конце), зарегистрированных непосредственно в момент решения задач.

Таким образом, на графике совместного влияния факторов «Этап» и «Канал ЭЭГ» (рис. 2) демонстрируется, что по ряду отведений имеются отклонения значений D_0 (с ее снижением к концу принятия решения). Такие отклонения отмечаются в передних отведениях (Fp_1 , F_3 , F_4 , F_8 , C_3), которые расположены на уровне передних отделов головного мозга (лобных и теменных долей). Для других отведений (P_3 , P_z , P_4 , T_6 , O_1 , O_2), расположенных на уровне височных и затылочных отделов мозга, наблюдаются меньшие изменения D_0 (или даже отсутствие каких-либо изменений).

Уменьшение значений D_0 в передних отделах головного мозга в процессе решения заданий может объясняться в соответствии со структурно-функциональной моделью моз-

га, описанной А.Р. Лурия (2003). Так, задние отделы мозга классически относятся к так называемому «когнитивному блоку» мозга, сопровождающему когнитивную деятельность, переработку и анализ информации. Передние отделы мозга, в особенности лобные доли, относятся к «регуляторному блоку» мозга, и, следовательно, обеспечивают его активность, связанную с планированием и регуляцией сложных форм деятельности.

Выводы

1. Процедура выявления успешности решения вербальных задач (а также и иных других задач), требует существенных методических изменений, связанных с феноменом уточнения понимания испытуемым инструкции к заданию. Следует учитывать также и влияние экспериментатора на ситуацию эксперимента.

2. Успешность решения каждой вербальной задачи в серии (если судить по характеру изменения корреляции показателей успешности выполнения задания), не одинакова и меняется с определенной периодичностью, что может свидетельствовать о стадийном характере понимания испытуемым задания и нелинейном характере процесса всей экспериментальной ситуации.

3. Сложность сигнала ЭЭГ, выраженная в мере D_0 снижается к концу времени выполне-

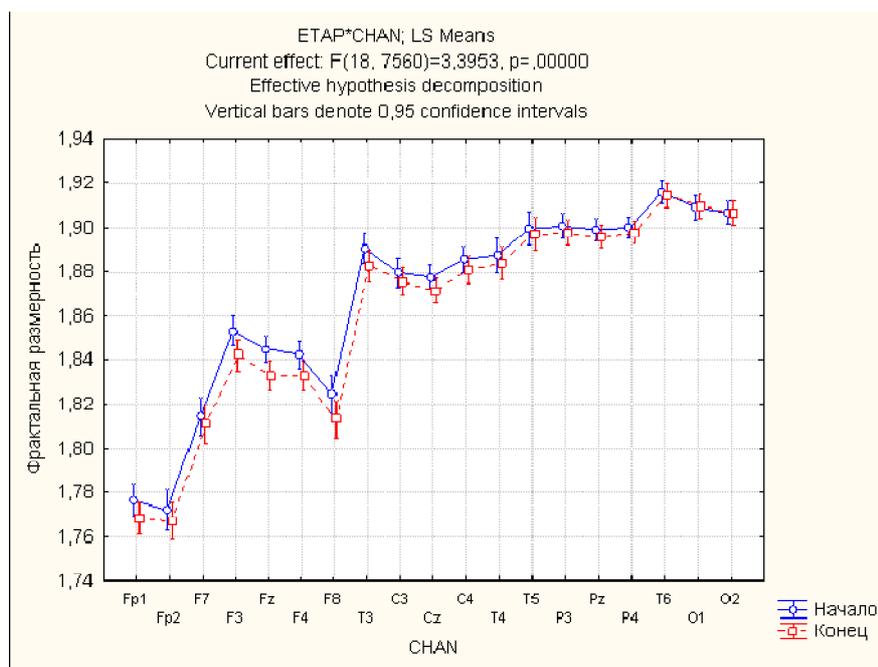


Рис. 2. График изменений величины D_0 по всем каналам ЭЭГ, зарегистрированным как отдельным измерениям на первом (на графике – «Начало») и последнем (на графике – «Конец») этапах исследования

ния задания по решению задач, что, по нашему мнению, отражает меньшую активацию коры головного мозга, связанную с большей мерой прояснения испытуемым задач и всей ситуации исследования. Иными словами, активация снижается в связи с формирующимся субъективным упрощением ситуации.

4. Для лобных отведений наблюдается преобладание низкочастотной ритмики ЭЭГ, а для задних отведений – наоборот, высокочастотной, что связано с восприятием вербальных стимулов и характерно (согласно литературным данным) для процессов решения вербальных задач.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (а2) № 16-36-01071 «Психофизиологические показатели когнитивных процессов при социальном оценивании».

Литература

1. Балин, В.Д. Теоретическая психология: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В.Д. Балин – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во «Юрайт», 2017. – 240 с.
2. Балин, В.Д. К вопросу о понимании инструкции испытуемым в психологическом и психофизиологическом экспериментах / В.Д. Балин, И.В. Голованова // *Ананьевские чтения – 2016: Психология: вчера, сегодня, завтра: материалы международной научной конференции, 25–29 октября 2016 г., в 2 т. / отв. ред. А.В. Шаболат, Н.В. Гришина, С.В. Медников, Д.Н. Волков* – СПб.: ИД «ФАРМиндекс», 2016. – Т. 1. – 430 с.
3. Варламов, В.А. Детектор лжи / В.А. Варламов. – 2-е изд. – М., 2004. – 352 с.
4. Корнилова, Т.В. Экспериментальная психология: Теория и методы: Учебник для вузов / Т.В. Корнилова. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 381 с.
5. Лоскутов, А.Ю. Введение в синергетику / А.Ю. Лоскутов, А.С. Михайлов. – М.: «Наука», 1990. – 280 с.
6. Лурия, А.Р. Основы нейропсихологии / А.Р. Лурия. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 384 с.
7. Фресс, П. Экспериментальная психология. Вып. IV. Научение и память / П. Фресс, Ж.Пиаже. – М.: Прогресс, 1973. – 344 с.
8. Холодная, М.А. Психология понятийного мышления: От концептуальных структур к понятийным способностям / М.А. Холодная. – М.: Институт психологии РАН, 2012. – 288 с.
9. Холодная, М.А. Информационно-энергетические характеристики различных типов когнитивной деятельности / М.А. Холодная, О.В. Щербакова, И.А. Горбунов и др. // *Психологический журнал*. – 2013. – Т. 34, № 5. – С. 96–100.
10. Экспериментальная психология: учебник / ред. В.Н. Дружинин. – 2-е изд., доп. – СПб.: Питер, 2005. – 319 с.
11. Open Science Collaboration, Estimating the reproducibility of psychological science. – 2015. – Vol. 349, Iss. 6251. – DOI: 10.1126/science.aac4716
12. Tafreshi, D. Quantification in Psychology: Critical Analysis of an Unreflective Practice / D. Tafreshi, K. Slaney, & S. Neufeld // *Journal of Theoretical and Philosophical Psychology*. – 2016. – Vol. 36, Iss. 4 (Nov). – P. 233–249. – <http://dx.doi.org/10.1037/teo0000048>

Голованова Ирина Валерьевна, аспирант, Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург), SPIN: 2852-7406, ResearcherID: L-3678-2017, <https://orcid.org/0000-0002-0826-6386>, ir.golovanova@gmail.com

Балин Виктор Дмитриевич, доктор психологических наук, профессор, кафедра медицинской психологии и психофизиологии, Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург), viktorbalin@yandex.ru

Поступила в редакцию 11 октября 2017 г.

PSYCHOPHYSIOLOGICAL CORRELATES OF SUCCESSFUL AND UNSUCCESSFUL PROBLEM SOLVING AND ITS CONNECTION WITH INSTRUCTIONS UNDERSTANDING

I.V. Golovanova, ir.golovanova@gmail.com

V.D. Balin, viktorbalin@yandex.ru

Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russian Federation

This article discusses the main theoretical positions that contribute to the unification of instructions in a psychological experiment. It is specially noted the role of instruction in psychophysiological research that modulate behavior of the experiment. The study is devoted to revealing the relationship of principle of problem solving, as well as the relationship of this process with the dynamics of the success of the verbal tasks solving in experimental series; revealing psychophysiological correlates (by using the method of electroencephalography – EEG), accompanying the process of successful and unsuccessful solution of intellectual tasks. The method of “Generalization of three words” (Kholodnaya M.A., 2012) was used as tasks. In addition, we asked examinees to determine the subjective understanding of the instruction before and after solving of tasks series. The EEG signal recorded in the process of solving problems, method of calculating EEG signal is fractal dimension. Conclusions are presented about localization of brain activity in course of solving intellectual tasks.

Keywords: psychophysiology, EEG, problem solving, fractal dimension.

The work was supported by RFBR (a2) № 16-36-01071 “Psychophysiological indicators of cognitive processes in social assessment”.

References

1. Balin V.D. *Teoreticheskaya psikhologiya* [Theoretical Psychology]. 2nd ed. Moscow, Yurayt Publ., 2017. 240 p.
2. Balin V.D., Golovanova I.V. *K voprosu o ponimanii instruktsii ispytuyemykh v psikhologicheskoy i psikhofiziologicheskoy eksperimentakh* [On the Question of Understanding Instructions to Subjects in Psychological and Psychophysiological Experiments]. *Anan'yevskiy chteniye: Psikhologiya: vchera, segodnya, zavtra* [Anan'yevsky Readings – 2016: Psychology: yesterday, today, tomorrow], A.V. Shaboltas, N.V. Grishina, S.V. Mednikov, D.N. Volkov (Eds.), 2016, St. Petersburg, ID FARMindeks Publ., 2016, vol. 1, 430 p.
3. Varlamov V.A. *Detektor lzhi* [Lie Detector]. 2nd ed. Moscow, 2004. 352 p.
4. Kornilova T.V. *Eksperimental'naya psikhologiya: Teoriya i metody* [Experimental Psychology: Theory and Methods]. Moscow, Aspekt Press, 2002. 381 p.
5. Loskutov A.Yu., Mikhaylov A.S. *Vvedeniye v sinergetiku* [Introduction to Synergetics]. Moscow, Nauka Publ., 1990. 280 p.
6. Luriya A.R. *Osnovy neyropsikhologii* [Fundamentals of Neuropsychology]. Moscow, Akademiya Publ., 2003. 384 p.
7. Fress P., Piazhe Zh. *Eksperimental'naya psikhologiya* [Experimental Psychology]. *Naucheniye i pamyat'. Vypusk IV*. [Learning and Memory. Issue IV]. Moscow, Progress, 1973. 344 p.
8. Kholodnaya M.A. *Psikhologiya ponyatiynogo myshleniya: Ot kontseptual'nykh struktur k ponyatiynym sposobnostyam* [Psychology of Conceptual Thinking: From Conceptual Structures to Conceptual Abilities]. Moscow, Institut psikhologii RAN, 2012. 288 p.
9. Kholodnaya M.A., Shcherbakova O.V., Gorbunov I.A., Golovanova I.V., Papovyan M.I. *Informatsionno-energeticheskiye kharakteristiki razlichnykh tipov kognitivnoy deyatel'nosti* [Information-energy Characteristics of Various Types of Cognitive Activity]. *Psikhologicheskii zhurnal* [Psychological Journal]. 2013, vol. 34, no. 5, pp. 96–100.

10. Druzhinin V.N. *Eksperimental'naya psikhologiya* [Experimental Psychology]. 2nd ed. St. Peterburg, Piter Publ., 2005. 319 p.

11. Open Science Collaboration, Estimating the reproducibility of psychological science, 2015, vol. 349, iss. 6251. DOI: 10.1126/science.aac4716.

12. Tafreshi D., Slaney K., & Neufeld S. Quantification in Psychology: Critical Analysis of an Unreflective Practice. *Journal of Theoretical and Philosophical Psychology*, 2016, vol. 36, iss. 4, pp. 233–249. DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/teo0000048>.

Received 11 October 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Голованова, И.В. Психофизиологические корреляты успешного и неуспешного решения мыслительных задач и их связь с пониманием инструкций / И.В. Голованова, В.Д. Балин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Психология». – 2017. – Т. 10, № 4. – С. 37–46. DOI: 10.14529/psy170404

FOR CITATION

Golovanova I.V., Balin V.D. Psychophysiological Correlates of Successful and Unsuccessful Problem Solving and Its Connection with Instructions Understanding. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Psychology*. 2017, vol. 10, no. 4, pp. 37–46. (in Russ.). DOI: 10.14529/psy170404