

Институт практической психологии «ИМАТОН»

**Программа дополнительного профессионального образования
«ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ДЕТЕКЦИЯ ЛЖИ.
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА ПОЛИГРАФОЛГОВ»**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**На тему: «Когнитивная сложность тестовых вопросов
в исследованиях с применением полиграфа»**

Выполнила

Куприкова Марина Владимировна

Научный руководитель:

к. пс. н. Горбунов Иван Анатольевич

Санкт-Петербург

2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА I Теоретические основы исследования	
1.1. Процедура и методы психофизиологического исследования.....	5
1.2. Психолингвистический анализ текстовых материалов	6
ГЛАВА II Методические материалы исследования	
2.1. Описание комплекса психологических методик исследования	8
2.2. Рабочий список экспериментальных тестовых вопросов	8
2.3. Критерии лингвистического анализа тестовых вопросов	8
ГЛАВА III Экспериментальные данные исследования	
3.1. Результаты психологического тестирования	10
3.2. Результаты статистического исследования	10
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	11
Список литературы	11

ВВЕДЕНИЕ

Изучение психофизиологических процессов, связанных с работой мозга человека, являются в настоящее время актуальной научной темой в рамках исследований когнитивной психологии и биотехнологий.

За последние годы появился ряд работ по изучению закономерностей переработки информации мозгом человека [5,8,18]. Результаты исследований И.Е. Кануникова и соавторов (1998) свидетельствуют, что рассмотрение ЭЭГ с позиций теории динамического хаоса является адекватным и эффективным методическим приемом анализа мозговой активности. Проведенный таким образом анализ ЭЭГ позволил получить ряд интересных закономерностей.

Авторами показано, что при чтении "бессмысленного текста" корреляционная размерность максимально возрастает по сравнению с выполнением зрительного теста и простых сенсомоторных задач. Этот результат, согласующийся с предыдущим фактом, объясняется тем, что сложноорганизованные мозговые процессы, связанные с речевыми функциями, наиболее ярко проявляются при речевой деятельности.

Также была обнаружена взаимосвязь интеллектуальных способностей, а именно - индекса вербальных способностей, со значениями корреляционной размерности ЭЭГ в правом отведении F8. Аналогичная взаимосвязь между коэффициентом умственного развития (IQ) и корреляционной размерностью ЭЭГ анализировалась ранее в публикации [19], где было показано, что в условиях покоя испытуемые с высоким IQ имеют более высокую размерность ЭЭГ-аттрактора по сравнению с испытуемыми с низким IQ.

Исследования речевой деятельности в лаборатории психофизиологии СПбГУ показали, что функциональное состояние мозга связано со степенью упорядоченности сознания, представленной в семантической связи различных понятий, актуальных в данный момент для испытуемого. Также было выявлено наличие корреляций между функциональным состоянием мозга и степенью осознания смысла читаемого в данный момент сюжета [3].

Таким образом, современные многомерные математические методы, изучающие состояние сознания, а также нелинейные методы обработки и оценки записи психофизиологических показателей состояния человека, могут позволить найти соотношение между уровнем упорядоченности сознания и сложностью и нелинейностью ЭЭГ, так как в рамках системной психофизиологии оба эти уровня отражают общий информационный уровень функционирования организма человека.

В представленной работе под когнитивной сложностью вопросов понимается сложность для испытуемого предъявленной информации в двух аспектах. С одной стороны, это объективная сложность восприятия и понимания информации, связанная с ее характером (звучание, лингвистические особенности). С другой стороны, это субъективная сложность для испытуемого восприятия этой информации, с точки зрения его понимания или непонимания задаваемых вопросов.

[**Актуальность** темы исследовательской работы, **гипотеза, цели и задачи исследования, объект и предмет исследования, описание выборки** указаны в кратком описании проекта].

Методы исследования:

Психологическое тестирование вербального интеллекта, показателей психического состояния испытуемых.

Психофизиологические: запись ЭЭГ, ЭКГ и КГР - данных.

Статистические: анализ сложности ЭЭГ, спектров ЭКГ, показателей КГР, корреляционный анализ данных.

Практическая и теоретическая значимость работы.

В представленной работе рассмотрены теоретические аспекты поставленной проблемы. Проведенное экспериментальное исследование позволило провести анализ особенностей восприятия, связанных с различными лингвистическими характеристиками аудиально предъявляемых тестовых вопросов, в группе испытуемых.

ГЛАВА I Теоретические основы исследования

1.1. Процедура и методы психофизиологического исследования

Психофизиологическое исследование (ПФИ) – процедура применения специальных знаний, сопряженная с использованием технических средств, не наносящих ущерба жизни и здоровью людей, не причиняющих вреда окружающей среде, обеспечивающая осуществление анализа (оценки) динамики психофизиологических реакций обследуемого лица в ответ на задаваемые вопросы, предъявляемые предметы и изображения (далее – стимулы) в целях проверки достоверности информации, сообщенной обследуемым лицом [4].

Полиграф – техническое устройство, позволяющее выявлять и фиксировать динамику психофизиологических реакций обследуемого лица в ответ на предъявляемые стимулы за счет перевода физиологических показателей активности дыхательной, сердечно-сосудистой системы, электрической активности кожи и других регистрируемых показателей в электрические сигналы, отображаемые в виде графиков, в совокупности образующих полиграмму.

Тестирование на полиграфе – этап ПФИ, предусматривающий предъявление обследуемому лицу ряда стимулов, объединенных в тесты в методически обусловленном порядке. Для полиграфного тестирования традиционно используется 7 типов вопросов, которые различаются по своей функциональной значимости [6].

1.2. Психолингвистический анализ речи и текстовых материалов

Речь можно представить как одномерную последовательность слов (понятий), реализуемую речевым аппаратом вследствие сочетанной активации нейронов мозга, находящихся в определенных мозговых центрах. Каждый элемент речи можно представить в виде вектора чисел, которые будут отражать различные его свойства, например, частотность слова, его длину, принадлежность к определенной части речи и т.п. [2].

Восприятие речи — это процесс извлечения смысла, находящегося за внешней формой речевых высказываний. Восприятие формы речи требует знания лингвистических закономерностей её построения.

Существует три уровня восприятия текстовой информации. На первом уровне воспринимается эксплицитное содержание (непосредственно выраженное), на втором - имплицитное (глубинное, не выраженное

непосредственно; подтекст), на третьем – эстетическое, воздействующее на чувства человека [14].

Фонетический анализ текста предполагает рассмотрение общих особенностей звучащей речи. С ним связывают также анализ интонации и ритмики текста, тесно связанных с его синтаксическим построением.

Лексический уровень считается наиболее продуктивным при лингвистическом анализе текста. Лексика, прежде всего, передает содержание. К семантическим и экспрессивным ресурсам лексики относится особая отмеченность слов в языке, по сравнению с нейтральной нормой (частотность употребления) [7]. Многочисленные научные исследования показывают, что частотность слова определяет эффективность его распознавания как в устной, так и в письменной речи (Henderson, Ferreira, 1990 ; Hyona, Olson, 1995 ; Rayner, Duffy, 1986 ; Raney, Rayner, 1986, 1995 ; Schilling et al., 1998 ; White, 2008). Количество значимых (низкочастотных) слов в вопросе характеризуют информативность текста вопроса, то есть степень его смысло-содержательной новизны для испытуемого. Кроме того, специфика лексического уровня может быть связана с отбором слов (объем словаря, тематические или семантические группы слов).

Морфологический уровень языка предоставляет значительно меньше возможностей для создания экспрессии, чем лексика или синтаксис. На этом уровне могут иметь место экспрессивные и стилистические возможности частей речи.

Самой нейтральной в стилистическом отношении частью речи является существительное. Повышенное содержание существительных может создавать такие эффекты, как детализация изложения с различными целями.

Имена прилагательные и глаголы считаются значительно более выразительными. Прилагательные помогают сосредоточить внимание на признаках предмета. Текст с большим количеством прилагательных обычно отличается большой эмоциональностью, потому что прилагательные несут субъективную трактовку.

Глаголы акцентируют внимание на действии, поэтому, текст с большим количеством глаголов является динамичным, характеризуется напряженностью и экспрессивностью, большей четкостью.

Особый эффект создают употребленные в большом количестве глагольные формы - причастие и деепричастие, создавая впечатление усложненности. Считается, что причастия понижают, а деепричастия повышают экспрессивность текста.

Местоимения занимают особое место в системе частей речи. Основной закон употребления большинства местоимений связан с особенностями их семантики: они не называют предметы и признаки, а только указывают на них. Личные, притяжательные и неопределенные местоимения обладают важным для восприятия свойством: семантика местоимения конкретизируется личным опытом человека. Аналогичным свойством обладают слова, употребленные без референтного индекса.

Синтаксический уровень языка представляет собой анализ конструкций разного порядка, передающих содержание. Синтаксис текста, в отличие от других уровней не определяется непосредственно содержанием, поэтому он служит средством для передачи дополнительной информации - и смысловой, и эмоциональной.

Такие конструкции, как придаточные предложения, являются эксплицитными; причастный или деепричастный обороты относят к имплицитным конструкциям. Эксплицитные и имплицитные формы выражения мысли приводят к появлению таких качеств, как напряженность и ненапряженность сообщаемого текста [14].

Выводы к ГЛАВЕ I

1. Метод электроэнцефалографии в настоящее время является одним из наиболее информативных методов изучения мозга человека с позиций его целостной системной деятельности.
2. В исследовании ЭЭГ с помощью методов теории динамического хаоса, предполагается, что биоэлектрическая активность описывается неявно заданной динамической системой. Это означает, что поведение системы, моделирующей биоэлектрическую активность мозга, можно изучать по ее выходным данным (ЭЭГ).
3. Наиболее репрезентативным инвариантом динамической системы принимается фрактальная размерность ее траектории (ЭЭГ).
4. Наличие проблем, с одной стороны, связанных со сложностью мозга, с другой – с лингвистической сложностью текстов позволяет предположить, что в психофизиологических показателях сложности работы мозга можно выявить ее зависимость от сложности текста.

ГЛАВА II Методические материалы исследования

2.1. Описание комплекса психологических методик исследования

Поскольку в проводимом исследовании предполагается выявить сложность восприятия задаваемых вопросов через регистрируемые психофизиологические параметры, необходимо подобрать психологические тесты, с помощью которых можно получить оценку способностей испытуемых к оперированию вербальной информацией, то есть их вербальный интеллект, а также текущего психического состояния и некоторых личностных особенностей.

2.1.1. Шкала Спилбергера-Ханина для определения личностной и ситуативной тревожности [10].

2.1.2. Тест самооценки психических состояний Г. Айзенка [11].

2.1.3. Тест Р. Амтхауэра "Структура интеллекта (TSI)"

2.2. Рабочий список экспериментальных тестовых вопросов

В соответствии с целью и задачами эксперимента были подобраны 60 вопросов. Большая их часть взята из базы стандартных вопросов компьютерного полиграфа «Диана». Часть вопросов была составлена так, чтобы весь эксперимент представлял собой вариант полиграфной проверки испытуемых по трем темам: личной жизни, административных нарушений и рабочей карьеры (приложение 1).

2.3. Критерии лингвистического анализа тестовых вопросов

Принимая во внимание наиболее важные стороны изложенного выше психолингвистического анализа текстов, подобранные тестовые вопросы были проанализированы по следующим переменным характеристикам:

- общее количество слов в вопросе;
- наличие имплицитной или эксплицитной структуры;
- количество слов, относящихся к имени существительному;
- процент имен существительных от общего количества слов в тексте;
- аналогично количество и процент слов, относящихся к местоимениям;
- активная или пассивная форма личного местоимения «Вы»;
- порядковое место в вопросе местоимений, производных от «Вы»;
- количество и процент слов, относящихся к глаголам;

- суммарный процент глаголов и отглагольных форм от общего количества слов в вопросе;
- количество числительных;
- количество отрицательных частиц «не», «ни»;
- количество слов с приставкой «не-»;
- количество и процент слов, относящихся к служебным частям речи (предлоги, союзы, частицы);
- количество букв всех слов, составляющих вопрос;
- количество и процент гласных букв во всех словах вопроса;
- соотношение гласных и согласных букв всех слов;
- количество и процент значимых (низкочастотных) слов в вопросе;
- количество и процент слов без референтного индекса;

Проведение такого анализа - своеобразное препарирование текста вопросов. Это может быть рассмотрено как контент-анализ языка специалиста, на котором он собирается разговаривать с клиентом и не только надеется быть понятым, но и получать адекватные ответы на свои вопросы.

В таблице 1 рассмотрены примеры частичного анализа вопросов с использованием перечисленных критериев.

Таблица 1. Анализ структуры вопросов.

вопрос	общее количество слов в вопросе	количество слов, относящихся к имени существит	% имен существительных в вопросе	количество слов, относящихся к местоимениям	% местоимений в вопросе	актив-пассив личного местоимения
Перед Вами цифра «3»?	4	1	25	1	25	1 («Вами»-пассив)
Вы принимаете наркотики?	3	1	33	1	33	2 («Вы» - актив)

Представление особенностей вопросов в таком виде является численным отражением его структуры и дает представление о его объективной, фактической сложности содержащейся в нем информации.

Далее в исследовании проверялась корреляция этих переменных с факторами сложности (фрактальной размерности) ЭЭГ-отведений.

Фрактальная размерность есть мера того, насколько сложной является самоподобная фигура. Грубо говоря, это мера того, сколько «физических» или «конечных» точек содержится в том или ином множестве [13].

ГЛАВА III Экспериментальные данные исследования

3.1. Результаты психологического тестирования

Согласно среднестатистическим данным по результатам психологического тестирования, группа испытуемых характеризуется достаточным разбросом индивидуальных характеристик, распределение которых по выборке близко к нормальному (приложение 2).

3.2. Результаты статистического исследования

С помощью факторного анализа вся база обработанных данных, описывающая объекты измерения, была компактно представлена несколькими факторами, каждый из которых отвечал за наличие линейных статистических корреляций между переменными. В рассмотрение были приняты два фактора, оказывающих значимое влияние на размерность ЭЭГ и объясняющие в сумме почти 67% дисперсии.

Далее был проведен регрессионный анализ факторов.

Выводы к ГЛАВЕ III

1. Проведенный анализ составленных вопросов полиграфной проверки показал существование в них различий, связанных с типом вопроса.
2. Психофизиологическое исследование показало, что на сложности восприятия испытуемыми вопросов сказываются, главным образом, индивидуальные психологические свойства (показатели вербального IQ, степень тревожности, агрессивности, фрустрации и ригидности). Выявлено статистически значимое влияние лингвистических характеристик предъявляемых вопросов на сложность регистрируемых психофизиологических показателей.
3. По результатам анализа сложности ЭЭГ-отведений были выделены два фактора, в сумме объясняющие 67,8% дисперсии. В первый из них вошли, главным образом, ЭЭГ-отведения затылочных отделов, а во второй – ЭЭГ-отведения лобных отделов головного мозга, что сопоставляется с работой второго и третьего функциональных блоков мозга, по А.Р. Лурии.
4. Рассчитанная модель лучше предсказывает средние величины реальных значений фрактальной размерности, чем на краях всего диапазона значений, что в частности, может быть связано с нелинейностью поведения рассматриваемой системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное экспериментальное исследование позволило проанализировать особенности вербального восприятия вопросов в полиграфных испытаниях и подтвердить гипотезу о влиянии лингвистических особенностей, составляющих тот или иной уровень сложности тестовых вопросов, на сложность работы мозга, выраженной в терминах показателей ЭЭГ.

В дальнейшем предполагается рассмотреть и проанализировать влияние характеристик вопросов на другие полиграфические показатели.

Исходя из представленных результатов исследования, можно заключить, что предлагаемая модель может использоваться для оценки предсказания когнитивной сложности, которую вызовет тот или иной вопрос, исходя из числового представления его характеристик, а также с учетом индивидуальных особенностей человека.

Список литературы

1. Батуев А.С. Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем: Учебник для вузов. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – 317 с.
2. Горбунов И.А., Зайнутдинов М.Р., Локоткова М.А. Моделирование процесса речепорождения с помощью математических моделей нейронных сетей у больных неврозами. // Петербургский психологический журнал. 2015, №11, с. 11-37.
3. Горбунов И.А., Ткачева Л.О. Связь семантических характеристик сознания с изменениями функционального состояния мозга //Вестник СПбГУ. – 2011. – Т. 12. – №1.
4. Губарева Л.И. Психофизиология: учебное пособие для студентов вузов / Л.И. Губарева, Р.О. Будкевич, Е.В. Агаркова. –М.: ВЛАДОС, 2007. - 188 с. – (Практикум для вузов).
5. Кануников И.Е., Антонова Е.В., Белов Д.Р., Марков Ю.Г. Применение теории динамического хаоса для анализа электроэнцефалограмм. Вестник СПбГУ. - серия 3 (биология), 1998. вып.1. №3. С.55-61.
6. Князев В., Варламов Г. Полиграф и его практическое применение: Учеб. пособие / Владимир Князев, Георгий Варламов. — М.: «Принт-Центр», 2012. — 859 с.
7. Ляшевская О.Н., Шаров С.А. Частотный словарь современного русского языка на материалах Национального корпуса русского языка. — М.: Издательский центр «Азбуковник», 2009. — XXII, 1087 с.

8. Майоров В.В., Мышкин И.Ю. Корреляционная размерность электроэнцефалограммы и ее связь с объемом кратковременной памяти // Психофизиологический журнал, 1993. Т.14, N2. С.62-72.
9. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования. Учебное пособие. –СПб.: Речь, 2012. -392 с.
10. Практикум по психологии состояний: Учебное пособие / Под ред. проф. О.А. Прохорова. – СПб: Речь, 2004. С.121–122.
11. Райгородский Д. Я. Практическая психодиагностика: Методики и тесты. -М.: Бахрах-М, 2011.
12. Холодная М. А., Щербакова О. В., Горбунов И. А., Голованова И. В., Паповян М. И. Информационно-энергетические характеристики различных типов когнитивной деятельности. // Психологический журнал, 2013, том 34, № 5, с. 96–107.
13. Чумак О. В. Энтропии и фракталы в анализе данных. — М.–Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2011. — 164 с.
14. Шанский Н.М. Лингвистический анализ художественного текста. - Л., 1990. -312 с.
15. Ясюкова Л.А. Тест структуры интеллекта Р. Амтхауэра (IST): Методическое руководство. — СПб., 2002 (МГП "ИМАТОН").
16. Haier R.J., Siegel B., Tang C., Abel L., & Buchsbaum M.S. Intelligence and changes in regional cerebral glucose metabolic rate following learning // Intelligence. 1992. V. 16. P. 415–426.
17. Jaušovec N. Differences in Cognitive Processes Between Gifted, Intelligent, Creative, and Average Individuals While Solving Complex Problems: An EEG Study // Intelligence. 2000. V. 28 (3). P. 213–237.
18. Just M. A., Varma S. The organization of thinking: What functional brain imaging reveals about the neuroarchitecture of complex cognition // Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience 2007, 7 (3), 153-191.
19. Lutzenberger W., Birbaumer N; Flor H., Rockstroh B., Elbert T. Dimensional analysis of the human EEG and intelligence // Neurosci Lett. 1992. Vol.143, N1-2. P.10-40.
20. Prat C.S., Mason R.A., Just M.A. An fMRI Investigation of Analogical Mapping in Metaphor Comprehension: The Influence of Context and Individual Cognitive Capacities on Processing Demands // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition. 2012. V. 38 (2). P. 282 – 294.