

Обработка данных полиграфного  
психофизиологического исследования  
в КПС «Полигон»: методы, модели, алгоритмы.

## Оглавление

<b>1</b>	<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ПРИНЯТАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПОЛИГРАФНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ.....</b>	<b>6</b>
2.1	Обзор предметной области: полиграфология.....	6
2.1.1	Специальные психофизиологические исследования.....	6
2.1.1.1	Предмет, задачи и методологический принцип психофизиологии.....	6
2.1.1.2	Прикладная психофизиология и специальные полиграфные психофизиологические исследования.....	7
2.1.2	Полиграфология: основные понятия, историческая справка, обзор литературы.....	7
2.1.2.1	Основные понятия полиграфологии в контексте настоящей работы.....	7
2.1.2.2	Краткая историческая справка.....	8
2.1.2.3	Обзор литературы по предметной области.....	8
2.1.3	Методический принцип и теоретические основы полиграфологии.....	9
2.1.3.1	Методический принцип полиграфологии.....	9
2.1.3.2	Теоретические основы полиграфологии.....	10
2.1.4	Методики полиграфных проверок.....	12
2.1.5	Этапы полиграфной проверки.....	13
2.1.6	Полиграмма как модель данных полиграфного обследования.....	14
2.1.6.1	Определение полиграммы.....	14
2.1.6.2	Структурные элементы полиграммы.....	15
2.1.6.3	Полиграмма как структура данных.....	16
2.2	Цели и задачи обработки данных полиграфных обследований.....	16
2.3	Традиционные методы обработки данных.....	18
2.3.1	Классификация традиционных методов.....	18
2.3.2	Метод качественной оценки.....	19
2.3.2.1	Общие принципы качественной оценки.....	19
2.3.2.2	Качественная оценка тестов Бакстера.....	20
2.3.3	Методы балльной оценки.....	20
2.3.3.1	Общая характеристика.....	20
2.3.3.2	Трехбалльная оценка ИП МО США.....	20
2.3.3.3	Семибалльная оценка ЗСТ Бакстера.....	20
2.3.3.4	Трехбалльная оценка полиграфной школы КГБ СССР.....	22
2.3.4	Методы метрической оценки.....	23
2.3.4.1	Общая характеристика.....	23
2.3.4.2	Метрическая оценка КГБ СССР.....	24
<b>3</b>	<b>РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЯТЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПОЛИГРАФНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ В КПС «ПОЛИГОН».....</b>	<b>27</b>
3.1	Проблема реализации традиционных методов обработки данных.....	27
3.1.1	К разработке моделей и подсистемы обработки данных обследований.....	27
3.1.2	К проблеме применения адекватных методов математической статистики в обработке данных обследований.....	27
3.1.3	Литература по специальной части работы.....	28
3.2	Концептуальная модель обработки данных обследований.....	28
3.2.1	Назначение и состав моделей обработки данных полиграфных обследований.....	28
3.2.2	Информационная модель процедуры полиграфного обследования.....	28
3.2.3	Связь психофизиологического состояния обследуемого с сигналами, регистрируемыми полиграфом	29
3.2.3.1	Полиграфные сигналы как отображение параметров состояния обследуемого.....	29
3.2.3.2	Динамика физиологических показателей.....	30

3.2.3.3	Типы динамики физиологических сигналов.....	30
3.2.3.4	Понятие артефакта в аспекте динамики полиграфных сигналов.....	30
3.2.4	Понятие реакции . Характеристики реакции.....	30
3.2.4.1	Понятие реакции.....	30
3.2.4.2	Параметры реакций.....	31
3.2.4.3	Выраженность и сила реакции.....	31
3.2.4.4	Субъективно-качественный подход к оценке реакций.....	31
3.2.4.5	Метрический подход к оценке реакций.....	31
3.2.4.6	Свойства реакций.....	31
3.2.5	Значимость стимула . Показатель значимости стимула.....	32
3.2.6	Общий принцип решения задачи обработки данных полиграфного обследования.....	32
3.2.7	Информативность параметров реакций и информативные признаки реакций.....	33
3.2.7.1	Понятие информативности параметра реакции.....	33
3.2.7.2	Понятие информативного признака реакции.....	33
3.2.7.3	Паттерны.....	33
3.2.8	Симптомокомплекс.....	33
3.2.8.1	Понятие симптомокомплекса.....	33
3.2.8.2	Генеральный и индивидуальный симптомокомплексы.....	33
3.2.8.3	Лабильность симптомокомплекса.....	34
3.2.9	Обобщенная типология стимулов полиграфных проверок.....	34
<b>3.3</b>	<b>Переход к формальной модели обработки данных обследований.....</b>	<b>35</b>
3.3.1	Операции получения и обработки данных обследований.....	35
3.3.2	Укрупненный алгоритм обработки данных обследования.....	35
<b>3.4</b>	<b>Методы и алгоритмы основных этапов обработки данных обследований.....</b>	<b>36</b>
3.4.1	Цифровая обработка физиологических сигналов.....	36
3.4.1.1	Устройство блока сбора и первичной обработки сигналов.....	36
3.4.1.2	Модели регистрируемых полиграфом физиологических сигналов.....	37
3.4.1.3	Цифровая фильтрация зарегистрированных сигналов.....	50
3.4.1.4	Отыскание параметров зарегистрированных сигналов.....	50
3.4.2	Формирование интегрального показателя значимости стимула.....	50
3.4.2.1	Вид показателя значимости стимула.....	50
3.4.2.2	Функционал значимости стимула.....	50
3.4.2.3	Проверка адекватности построенного функционала.....	51
3.4.2.4	Определение вероятности выделения значимого стимула.....	51
3.4.3	Интерпретация значений показателей значимости стимулов при выработке целевого решения	52
<b>3.5</b>	<b>Подсистема обработки данных КПС «Полигон».....</b>	<b>52</b>
3.5.1	Платформа и средства разработки.....	53
3.5.1.1	Целевой контингент пользователей.....	53
3.5.1.2	Доступность средств разработки.....	53
3.5.2	Модель данных обследования.....	54
3.5.3	Интеграция в КПС «Полигон».....	57
3.5.4	Режим «Ручная метрическая оценка».....	57
3.5.4.1	Назначение и возможности.....	57
3.5.4.2	Состав.....	57
3.5.4.3	Параметры РМО и база параметров РМО.....	57
3.5.4.4	Схемы ПРМО.....	58
3.5.4.5	Ввод, отображение и редактирование ПРМО. Таблица сырых значений.....	58
3.5.4.6	Окно редактора схем «Выбор параметров метрической оценки».....	60
3.5.4.7	Окно «Расчет интегральных показателей».....	60
3.5.4.8	Окно полиграммы в режиме РМО.....	60
3.5.4.9	Режимы работы электронной линейки.....	60
3.5.4.10	Правила.....	61
3.5.4.11	Пользовательский интерфейс и бизнес-логика.....	61
<b>3.6</b>	<b>Результаты апробации КПС «Полигон».....</b>	<b>66</b>
3.6.1	Исследование качества результатов, получаемых подсистемой обработки данных.....	66
<b>4</b>	<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>68</b>



# 1 Введение

Документ посвящен рассмотрению моделей, методов и алгоритмов обработки данных, реализованных в компьютерной полиграфной системе «Полигон». Приводятся основные понятия предметной области «полиграфология» – области инструментальных полиграфных психофизиологических исследований, направленных на выявление скрываемой человеком информации. Дается характеристика концептуальной и формальной моделей сбора и обработки данных, лежащих в основе КПС «Полигон».

Документ предназначен для ознакомления читателя (в частности, разработчиков специализированного программного обеспечения) с принципами организации и обработки данных, принятыми в КПС «Полигон».

Полиграфное обследование – это опрос человека с применением полиграфа («детектора лжи»), проводимый квалифицированным специалистом по особым методикам. Общая цель полиграфных обследований заключается в выявлении скрываемой человеком информации. Методология полиграфных обследований (т.н. *полиграфология*) разрабатывается уже более семидесяти лет (в США). В нашей стране официальное ее применение и развитие началось более тридцати лет назад. В то же время, среди научных исследований, лежащих в основе современной полиграфологии, немало работ российских и советских ученых, проведенных в десятых-двадцатых годах прошлого века и позднее.

В современной России методы полиграфологии применяются крайне широко, как в государственной, так и в коммерческой сферах. В связи с тем, что правовая база проведения полиграфных обследований не достаточно четкая (соответствующие отраслевые стандарты и ведомственные инструкции разрозненны), в последние годы по поручению Президента РФ осуществляется разработка пакета законов, призванных регламентировать на федеральном уровне все аспекты проведения полиграфных обследований. Подготовленный к настоящему времени специалистами ФСБ и МВД России совместно с экспертами из других ведомств проект Федерального Закона «О применении полиграфа» сейчас проходит необходимые согласования и доработки [35].

В России ежедневно проводятся десятки и сотни полиграфных обследований: при приеме нового сотрудника на работу, при проведении служебных и уголовных расследований и пр.

По итогам каждого обследования специалист должен вынести решение. Решение принимается на основе обработки данных, зарегистрированных в ходе обследования. Эти данные представляются в виде т.н. *полиграмм*, напоминающих кардиограммы, но содержащих физиологические показатели сразу нескольких органов и систем организма. Отсюда и название (*poly* – много) полиграфа и полиграмм.

Специалисты-полиграфологи называют обработку данных *оценкой полиграмм*.

Применение традиционных методов обработки данных обследований сопряжено с рядом неудобств для специалистов: большие затраты времени, субъективность результатов и отсутствие достоверного их статистического обоснования.

Общепринятые *модели обработки данных* полиграфных обследований имеют недостатки:

- низкая степень формализации;
- выраженный субъективный характер результатов обработки;
- неоднозначность используемой терминологии;
- нечеткая постановка задач процедуры обработки;
- отсутствует обобщенная модель данных полиграфных обследований;
- результаты оценки полиграмм не подвергаются статистической обработке или обрабатываются неадекватными методами математической статистики.

Модели обработки данных, реализованные в *популярных автоматизированных системах* («Эпос», «Sheriff», «Фемида», «Диана», «Ахситон», «CPS» и др.), вызывают замечания экспертов предметной области ([6], [19], [45], [43], [44] и др.), и, судя по доступным сведениям, основаны на подходах, не позволяющих адекватно извлечь максимум полезной информации, имеющейся в обрабатываемых данных (полиграммах).

Результаты, получаемые при обработке данных полиграфных обследований популярными автоматизированными системами не могут считаться статистически обоснованными, т.к. применяемый статистический аппарат неадекватен обрабатываемым данным (малый объем, неизвестность распределения и пр.).

**Необходимость создания настоящего документа** обусловлена следующим: бытующие в полиграфологии представления сформированы, в основном, специалистами из сфер психологии, физиологии, криминалистики – т.е. не инженерами, – и не предоставляют непосредственных возможностей для создания эффективных средств автоматизации обработки данных, получаемых в полиграфных обследованиях.

Документ состоит из двух частей. В первой части даются использованные при построении КПС «Полигон» определения основных понятиям предметной области, приводятся ссылки на основные литературные источники, характеризуются традиционные методы обработки полиграмм. Вторая часть по-

священа реализации подсистемы обработки данных КПС «Полигон». Дается описание концептуальной и формальной моделей обработки данных.

В работе цитируются литературные источники, перечисленные в «Списке использованной литературы».

При любом использовании настоящего документа обязательно давать ссылку на автора.

## 2 Принятая методология обработки данных полиграфного обследования

### 2.1 Обзор предметной области: полиграфология

#### 2.1.1 Специальные психофизиологические исследования

##### 2.1.1.1 Предмет, задачи и методологический принцип психофизиологии

Психофизиология как область знаний обязана своим происхождением и названием сосуществованию психологии и физиологии. «Психофизиология использует методы физиологии для изучения психических состояний. Так, часто о состоянии психического напряжения судят по таким признакам, как прилив крови к лицу, учащение пульса и дыхания, значительное потоотделение и т. д. Естественно, что в основе всех этих проявлений лежат перестройки регуляции нервной системы и высшей нервной деятельности» [37].

Использование методов физиологии для изучения психических состояний возможно благодаря принятию так называемого *принципа психофизиологического взаимодействия*, который «постулирует существование некоторого (пока не известного) науке механизма, обеспечивающего... взаимное влияние психических процессов на физиологические и наоборот» [19].

В этой связи, одна из главных задач психофизиологии заключается в установлении «сложных взаимосвязей между эмоциями, переживаниями, чувствами, поведением с физиологическими процессами. Психофизиологические параметры регистрируют, как правило, неинвазивными (без вмешательства во внутреннюю среду организма) методами. Эти параметры формируются в результате деятельности различных функциональных систем организма (например, ЦНС, нервно-мышечной, сердечно-сосудистой, электродермальной, респираторной, желудочно-кишечной, эндокринной систем). Измеряя их физические свойства (например, изменение объема и давления, электрического напряжения и сопротивления), можно затем подвергнуть обработке полученную информацию и осуществить ее интерпретацию» [37].

Одним из первых методический принцип современных инструментальных психофизиологических исследований сформулировал выдающийся советский ученый А.Р.Лурия (цит.по [19]): «Единственная возможность изучить механику внутренних «скрытых» (*т.е. психических* – А.Ю.Бабилов) процессов сводится к тому, чтобы соединить эти скрытые процессы с каким-либо одновременно протекающим рядом доступных для объективного наблюдения процессов..., в которых внутренние закономерности и соотношения находили бы свое отражение».

Важно отметить, что психофизиологическое взаимодействие проявляется у человека и на уровне сознания, и на уровне бессознательного: «Психофизиологические исследования показывают, что то или иное явление окружающего мира может не отражаться в «субъективных» показаниях сознания (*т.е. не вызывать чисто «психическую» осознаваемую реакцию* – А.Ю.Бабилов), но вызывать «объективные» (*т.е. «психофизиологические»* – А.Ю.Бабилов) реакции организма (непроизвольные поведенческие, биоэлектрические, вегетативные)» [15]. Другими словами, часто психические процессы находят отражение в физиологических, минуя при этом сознание человека.

Одной из идей, лежащих в основе современной психофизиологии, является идея И.М.Сеченова о психической причинности, «согласно которой «чувственные моменты» (образы, представления, эмоции, мотивации) служат детерминантами целесообразного поведения (*в частности, приспособительных изменений физиологической активности органов и систем организма* – А.Ю.Бабилов). Их роль в регуляции поведения подлежит такому же объективно точному решению, как и другие вопросы, с которыми имеет дело естествоиспытатель. По И.М.Сеченову, психический процесс, подобно нервному, развертывается объективно, независимо от сознания. Он рефлексорен по способу совершения, поэтому ни по онтологии (бытию), ни по гносеологии (познаваемости) не отличается от других телесных явлений. Признание психической причинности в поведении означает, что репродуцируемые образы внешнего мира играют существенную регулирующую роль в организации поведения. Образы жизненно важных объектов и событий могут вызвать такую же поведенческую реакцию, такой же акт приспособления к внешней среде, как и восприятие этих объектов и событий» [15].

Указанные явления лежат в основе проведения специальных психофизиологических обследований, направленных на выяснение тех или иных важных для исследователя психических или психофизиологических свойств обследуемого человека.

### 2.1.1.2 Прикладная психофизиология и специальные полиграфные психофизиологические исследования

Прикладная психофизиология – это отрасль психофизиологии, связанная с проведением инструментальных психофизиологических исследований, психофизиологических тестирований, психофизиологического отбора.

Полиграф является одним из инструментов прикладной психофизиологии. Полиграфные психофизиологические исследования проводятся в различных целях.

Одна из таких особых целей состоит в выявлении психофизиологическими методами скрываемой человеком информации.

Полиграфное обследование человека, проводимое для достижения этой специальной цели, называется специальным полиграфным психофизиологическим обследованием.

### 2.1.2 Полиграфология: основные понятия, историческая справка, обзор литературы

#### 2.1.2.1 Основные понятия полиграфологии в контексте настоящей работы

**Полиграфология** – направление прикладной психофизиологии, охватывающее теоретические и практические проблемы выявления инструментальными психофизиологическими методами скрываемой человеком информации; общеупотребительное наименование полиграфологии – «инструментальная детекция лжи». Термин «полиграфология» следует рассматривать как обозначение методологии специальных полиграфных психофизиологических обследований.

**Специальное полиграфное психофизиологическое обследование** – психофизиологическое обследование человека с применением *полиграфа*, проводимое по методикам полиграфологии, специальные цели которого связаны с выявлением скрываемой человеком информации.

**Полиграф** – это многоцелевой медико-биологический прибор, предназначенный для синхронной непрерывной регистрации нескольких физиологических процессов, протекающих в организме человека. Современные полиграфы – это сложные программно-аппаратные системы. Полиграфология предъявляет определенные требования к функциональности полиграфа.

**Компьютерная полиграфная система** – а) в полном смысле – компьютерный полиграф с соответствующим программным обеспечением; б) в узком смысле – программное обеспечение компьютерного полиграфа.

**Инициатор полиграфного обследования** – лицо (юридическое или физическое), по инициативе которого организуется и проводится специальное полиграфное психофизиологическое обследование определенного человека (*обследуемого*). Проведение обследования невозможно без добровольного согласия на это со стороны обследуемого.

**Обследуемый** (в полиграфологии) – человек, в отношении которого (и с добровольного согласия которого) проводится полиграфное обследование.

**Цель полиграфного обследования** формулируются инициатором обследования и полиграфологом, и может состоять в выяснении:

- в общем случае – правдивости обследуемого при ответе на те или иные (интересующие инициатора полиграфного обследования) вопросы;
- того, обладает ли обследуемый теми или иными (интересующими инициатора полиграфного обследования) сведениями;
- скрываемого обследуемым содержания сведений, которыми он обладает;

**Целевое (диагностическое) решение** – решение, которое полиграфологу требуется принять на основе анализа информации, собранной в ходе обследования, для достижения цели обследования. В зависимости от цели обследования, это могут быть выводы вида «лжет / не лжет», «знает / не знает» или же конкретные сведения, которые скрывались обследуемым и должны были быть выяснены (т.н. *частные признаки расследуемого события*). Кроме того, в целевом решении может констатироваться невозможность достичь цели полиграфной проверки (с указанием причин) (подробнее о целевом решении см. главу 2.2).

**Данные полиграфного обследования** (в контексте настоящей работы) – это совокупность формально описываемых данных, получаемых в ходе СПФО и обрабатываемых затем определенным способом для принятия целевого решения. Базовые составляющие данных обследования: оцифрованные сигналы, зарегистрированные полиграфом, и структуры типов «стимул», «предъявление», «тест», объединяемые структурой типа «полиграмма».

**Полиграмма** (в полиграфологии) – основная форма визуализации (представления) данных полиграфного обследования, объединяющая в графическом изображении: сигналы, зарегистрированные поли-



графом в процессе предъявления обследуемому стимулов; маркеры, отмечающие моменты предъявления стимулов и свойства стимулов; некоторые дополнительные данные (маркеры артефактов, параметры работы полиграфа и пр.). К составу и структуре полиграмм предъявляется ряд обязательных требований. В задаче обработки данных обследования под полиграммой понимают особую структуру данных, являющуюся основной составляющей данных полиграфного обследования.

**Обработка данных полиграфного обследования** – проводимая полиграфологом и/или экспертной системой поддержки принятия решений процедура анализа и оценки данных выполненного обследования для выработки полиграфологом на их основе целевого решения.

### 2.1.2.2 Краткая историческая справка

Полиграфология имеет более чем семидесятилетнюю историю. Вместе с тем, принято считать, что автором прецедента применения полиграфа в оперативно-розыскной деятельности является американский ученый Уильям Марстон, который в 1917 году по заданию военной контрразведки США с помощью полиграфа выявил среди нескольких десятков подозреваемых германского шпиона. Основанные на современных принципах полиграфологии приборы существуют с конца XIX века (Ч.Ломброзо, 1895, 1902), а собственно полиграфы массово применяются в качестве «детекторов лжи» в деятельности государственных и коммерческих структур в США с 30-х гг. прошлого века. В нашей стране современная официальная история полиграфов начинается с 1975 г., с приказа Председателя КГБ СССР Ю.В. Андропова об организации в структуре органов госбезопасности профильного подразделения по проведению полиграфных проверок и обучению собственной агентуры методам противодействия процедуре инструментальной «детекции лжи».

Во всех странах, где используются полиграфы-«детекторы лжи» (в первую очередь, это США, Россия, страны СНГ и Балтии, Япония, европейские страны), споры вокруг полиграфов регулярно возобновляются и носят, как правило, правовой и этический характер; эффективность применения полиграфов в целом не оспаривается [2]. В нашей стране практически все крупные и средние коммерческие компании регулярно подвергают своих сотрудников и соискателей работы проверкам на полиграфе. Многие крупные компании имеют в своей структуре специальные подразделения, проводящие такие проверки. В государственном секторе пользователями полиграфов являются не только силовые и специальные ведомства, но и органы федерального и местного государственного и муниципального управления. Полиграфы в настоящее время являются уже не только элементом систем безопасности отдельных предприятий, но прочно вошли в состав систем обеспечения безопасности регионального и государственного уровней.

### 2.1.2.3 Обзор литературы по предметной области

За рубежом публикуется большое число работ, посвященных тем или иным аспектам полиграфологии. Чаще всего отечественными специалистами цитируются статьи из различных специальных журналов, таких как: «Polygraph» (издается American Polygraph Association), «Journal of Applied Psychology», «Psychophysiology» (США) и др. Из числа крупных зарубежных работ ведущие отечественные авторы упоминают: монографии: Abrams S. The Complete Polygraph Handbook. – Lexington Massachusetts Toronto: Lexington Books, 1989; Delvo M. Der Lugendetektor. – Frankfurt/M.: Athenaum, 1981; Reid J.E., Inbau F.E. Truth and Deception: the polygraph («lie detector») technique. – (2<sup>nd</sup> ed.) – Baltimore: Williams, 1977; сборники научных статей: The polygraph test: lies, truth and science. – London: Sage Publications, 1988 и др. Из числа названных публикаций доступными автору для ознакомления были монография Stan Abrams. The Complete Polygraph Handbook и ряд журнальных статей ([43], [44], [45]).

Обязательно нужно заметить, что во всех крупных отечественных работах, таких как [6] и [19], обязательно приводится необходимый обзор зарубежной «классической» литературы.

Большинство работ западных авторов имеют яркие особенности, среди которых: отчетливая ориентированность на прикладной аспект полиграфологии; отсутствие глубоких междисциплинарных исследований; отсутствие общих формальных моделей. Присущее американской науке преобладание исследований описательного характера прослеживается и в публикациях по полиграфологии.

Из числа доступных для общего пользования, наиболее крупные и полные по охвату предметной области отечественные работы принадлежат признанным российским специалистам-полиграфологам: Ю.И.Холодному<sup>1</sup>; В.А.Варламову, В.В.Коровину и Г.В.Варламову; С.И.Оглоблину и А.Ю.Молчанову; А.М.Петрову и С.Г.Мягких. Работы этих авторов были использованы в настоящей работе в качестве основных источников по тематике полиграфологии. Важно отметить, что в своих работах авторы широко ссылаются на зарубежные «классические» источники и, в то же время, строят практические и теоретические обобщения и выводы с учетом особенностей применения полиграфа в отечественной практике.

Ставшая уже классической монография «Детектор лжи» В.А.Варламова ([6]) является, пожалуй, первой отечественной работой, в которой сравнительно полно освещены практически все аспекты применения полиграфа. Доктор биологических наук Варламов В.А. на протяжении нескольких десятилетий

<sup>1</sup> Далее по тексту все утверждения, дающиеся со ссылкой на Ю.И.Холодного, цитируются по [19].

(с 1960-х гг.) занимается исследованиями в области диагностики психофизиологических состояний человека, в т.ч. и применительно к нуждам правоохранительных органов. В [6], изданной под редакцией кандидата юридических наук, генерал-лейтенанта милиции А.Г.Сапрунова рассматривается целый комплекс проблем полиграфологии, от составления тестов и тактики полиграфных проверок до анализа психофизиологических механизмов, лежащих в основе инструментальной «детекции лжи». Отдельный раздел посвящен анализу результатов (данных) обследований. В частности, в книге приводится словесное описание подхода, лежащего в основе алгоритмов автоматизированной обработки данных одной из распространенных отечественных КПС «Барьер». Отметим, что КПС «Барьер» (в своих первых модификациях), разработка которой неразрывно связана с именем В.А.Варламова, является первым компьютерным полиграфом, промышленно производимым в нашей стране (со второй половины 1980-х гг.). Современные модификации «Барьер» занимают одно из лидирующих положений на российском рынке компьютерных полиграфов, а также эксплуатируются за рубежом.

Помимо [6], нами даются ссылки на работы В.А.Варламова, написанные им в соавторстве с кандидатом биологических наук Г.В.Варламовым, экспертом в области разработки и применения полиграфов, и В.В.Коровиным, выдающимся полиграфологом международного уровня ([7]).

Наиболее полный (из числа общедоступных) отечественный учебный курс «Инструментальная «детекция лжи» ([19]) разработан полиграфологами С.И.Оглоблиным и А.Ю.Молчановым, экспертами-психологами, долгое время служившими в профильных подразделениях российских силовых ведомств. Курс соответствует программе подготовки полиграфологов в ИК ФСБ РФ (где применяется в качестве учебного пособия), а в основе его лежит программа подготовки полиграфологов для МВД, принятая в 2002 г. (разработана С.И.Оглоблиным). Курс охватывает все аспекты полиграфологии. Важно отметить, что [19] является, видимо, первой работой, доступной для общего пользования, в которой излагается алгоритм т.н. метрической оценки КГБ СССР. Существенная особенность работы [19] заключается в том, что ее авторами – профессиональными психологами – сделан критический обзор всех основных конкурирующих психофизиологических теорий.

Хорошо известны специалистам справочник «Из записной книжки полиграфолога» А.М.Петрова и С.Г.Мягких ([22]) и две другие их работы: [23] (в соавторстве с кандидатом психологических наук С.Ю.Бессоновой) и [41] (в соавторстве с доктором филологических наук И.Ю.Черепановой). Эти работы, в совокупности также касаясь практически всех аспектов полиграфологии, все же скорее направлены на систематизацию практических приемов использования полиграфа в деятельности правоохранительных органов. К некоторым элементам полиграфологии авторы предложили несколько отличные от традиционных для нашей страны подходы (например, к типологии полиграфных стимулов; к построению беседы с обследуемым и др.). За несколько лет, прошедших со времени опубликования этих работ, к идеям авторов в среде разработчиков полиграфных систем проявился интерес. Он выразился, в частности, во включении в последние модификации отечественных КПС модулей графологического и суггестивно-лингвистического анализа; переход на предложенную авторами типологию стимулов (в ПО для КПС «Диана»).

Каждая из названных выше книг предназначена для использования в качестве учебного пособия при подготовке специалистов-полиграфологов российских государственных силовых ведомств.

Те или иные частные вопросы разработки и применения полиграфов и КПС в целях «детекции лжи» затрагиваются и в других использованных в нашей работе публикациях: [4], [2], [3], [43], [45], [15], [44], [25], [28], [29], [30], [37], [39].

Также использованы публикации, посвященные принципам функционирования, разработки и применения (в психофизиологических и медицинских исследованиях) программно-аппаратных устройств класса полиграф безотносительно «детекции лжи»: [24], [1], [36], [38].

Перечень справочной и научно-технической литературы, цитируемой в разделе о программной реализации КПС «Полигон», будет дан в параграфе 3.1.3.

### **2.1.3 Методический принцип и теоретические основы полиграфологии**

#### **2.1.3.1 Методический принцип полиграфологии**

Основами полиграфологии являются психофизиология, психология и, отчасти, криминалистика.

**Методический принцип полиграфологии** состоит в соединении (с учетом психофизиологического феномена) происходящих в организме человека психологических процессов, непосредственной и объективной регистрации не поддающихся, и параллельно с ними протекающих физиологических процессов, поддающихся объективной регистрации. Напомним, что «соединить эти скрытые процессы с каким-либо одновременно протекающим рядом доступных для объективного наблюдения процессов» одним из первых предложил в 20-х гг. прошлого века выдающийся советский психолог и физиолог А.Р.Лурия.

**Психофизиологический феномен** (формулировка автора) заключается в устойчивой связи интенсивности физиологических изменений в организме человека (реакций) и информационно-психологических свойств стимулов, предъявление которых человеку сопровождается этими реакциями. Механизмы такой связи (или же взаимовлияния) между психическими и физиологическими процессами в организме человека не раскрыты современной наукой.

Отечественная полиграфология использует формулировку психофизиологического феномена, данную Ю.К.Азаровым, первым (с 1975 г.) начальником профильного отдела КГБ СССР: «психофизиологический феномен заключается в том, что внешний стимул (слово, предмет, изображение предмета, свет, звук и пр.), несущий человеку значимую для него в конкретной ситуации информацию о событии, запечатленном в его памяти, устойчиво вызывает физиологические реакции, превышающие реакции на гомогенные (однородные с ним) стимулы, предъявляемые в тех же условиях, но не связанные с упомянутым событием и не несущие человеку ситуационно значимую информацию» ([19]).

Возможность объективной инструментальной регистрации физиологических процессов, протекающих в организме человека, с одной стороны, и знание эмпирически выведенных закономерностей совместного протекания этих физиологических процессов с психологическими, с другой стороны, позволяют использовать полиграфные психофизиологические обследования в целях формирования представления о параметрах тех или иных психологических процессов и состояний обследуемого человека.

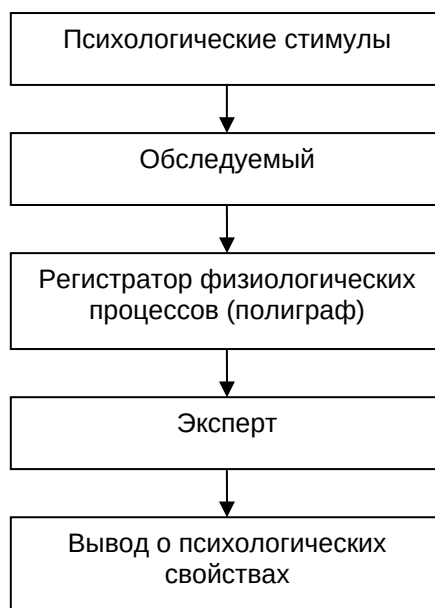


Рис.1. Общая схема полиграфного психофизиологического обследования.

В ходе полиграфного обследования (рис.1) психологические стимулы (вопросы, образы) вызывают изменения состояния психики обследуемого человека. Эти изменения сопровождаются физиологическими реакциями (со стороны вегетативной нервной системы), которые регистрируются полиграфом. На основе анализа динамики физиологических процессов обследуемого эксперт или экспертная система делают вывод о значении свойств психологического характера<sup>1</sup>.

### 2.1.3.2 Теоретические основы полиграфологии

Разработка теоретических основ инструментальной «детекции лжи» «за рубежом проводится только в США, Канаде и Израиле. Специалисты из других государств (пожалуй, за исключением России), лишь ассимилируют теоретические и методологические достижения американских, канадских и израильских полиграфологов» [19].

В настоящее время нет ни одной теории психофизиологических обследований, характеризующейся широкой применимостью и цельностью. Недостаточное внимание к разработке теоретических основ полиграфологии преимущественно обусловлено действием следующих двух факторов [19]:

- Высокая эффективность метода, подтвержденная семидесятилетним опытом его использования, позволила полиграфологам-практикам сосредоточиться исключительно на конкретных методических и практических аспектах его применения.

<sup>1</sup> Здесь мы имеем в виду как свойства обследуемого: реагировать определенным образом на стимулы того или иного вида, так и свойства стимулов: содержать для данного обследуемого эмоциональную информацию.

- Классическая университетская психология не уделяла должного внимания разработке теоретических основ метода в силу того, что в американском научном сознании полиграфная проверка в определенной степени ассоциируется с попытками «вторжения в частную жизнь» и деятельностью спецслужб. Поэтому абсолютное число ученых-академистов предпочитало делать карьеру в области исследования более традиционных психологических проблем.

В работе «Theories and applications in the detection of deception. A psychophysiological and international perspective» (цит.по: *Оглоблин С.И., Молчанов А.Ю.*) американские ученые Г.Бен-Шахар (Ben-Shkhar G.) и Дж.Фереди (Furedy J.) описывают все существующие теории (всего их порядка десяти), подразделяя их на два класса:

1. теории, признающие аффективно-мотивационные процессы главными факторами применимости полиграфных методов;
2. теории, признающие когнитивные процессы главными факторами применимости полиграфных методов.

Для примера рассмотрим одну из таких теорий (в интерпретации специалистов московской полиграф-школы «Эпос», [25]) – потребностно-информационную теорию эмоций П.В.Симонова.

Эмоция есть отражение мозгом человека какой-либо актуальной потребности (ее качества и величины) и вероятности (возможности) ее удовлетворения, которую субъект произвольно оценивает на основе врожденного и ранее приобретенного индивидуального опыта.

Эмоциональное возбуждение связано с наличием актуализированной потребности и вероятностью ее удовлетворения и выражается в структурной формуле 1:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E} \left( P, (Ин - Ис) \right), \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}$  – эмоция, ее степень, качество и знак

$P$  – сила и качество актуальной потребности

$(Ин - Ис)$  – оценка вероятности (возможности) удовлетворения потребности (достижения цели) на основе имеющегося опыта:

$Ин$  – информация о средствах, необходимых для удовлетворения потребности

$Ис$  – информация о существующих средствах, которыми реально располагает субъект.

«Информация о средствах» понимается как отражение всей совокупности средств достижения цели: знания, которыми располагает субъект, совершенство его навыков, энергетические ресурсы организма, время достаточное или недостаточное для организации соответствующих действий и т.п.

Оценка вероятности достижения цели осуществляется путем сопоставления информации о средствах, способах, времени и т.д., прогностически необходимых ( $Ис$ ) и реально имеющихся ( $Ис$ ) у субъекта для удовлетворения потребности. В условиях полиграфной проверки потребность может состоять в том, чтобы скрыть ту или иную информацию.

Низкая оценка вероятности удовлетворения потребности означает, что у человека в существующих условиях нет возможности получения необходимого ему результата. И осознанное или неосознанное понимание этого факта является источником переживания сильных отрицательных эмоций.

Высокая вероятность удовлетворения потребности означает, что человек без сомнения понимает возможность достижения цели. И это является причиной для спокойного эмоционального состояния.

Помимо оценки вероятности, на степень эмоционального напряжения влияет сила актуализированной потребности: чем сильнее потребность, тем выше эмоциональное возбуждение при равной возможности достижения необходимого результата.

Эмоционально возбужденный мозг реагирует на широкий круг предположительно значимых сигналов, чье истинное значение, соответствие или несоответствие реальной действительности выясняется лишь позднее, по мере сопоставления с этой действительностью.

Нарастание эмоционального напряжения, с одной стороны, расширяет диапазон извлекаемых из памяти энграмм<sup>1</sup>, а с другой стороны, снижает критерии «принятия решения» при сопоставлении этих энграмм с наличными стимулами. В связи с этим, при возникновении эмоционального напряжения объем вегетативных сдвигов (учащение сердечного ритма, подъем кровяного давления, выброс гормонов в кровяное русло и т.д.), как правило, превышает реальные нужды организма. Таким образом, говорят о функциональной избыточности эмоций, наблюдаемой в ходе полиграфного обследования в виде «физиологических реакций».

Отметим, что рассмотренная теория позволяет объяснить лишь ограниченный круг наблюдаемых в полиграфологии явлений.

<sup>1</sup> Энграмма памяти – комплекс структурно-функциональных изменений, предполагающий не только запечатление внешней ситуации, но и субъективное отношение организма к ней. Учитывая ранее приобретенный опыт, а следовательно, опираясь на факторы, уже отсутствующие в настоящем, энграмма выступает основой активности организма и реалистического прогнозирования им будущих ситуаций [40].

## 2.1.4 Методики полиграфных проверок

На основании правил, по которым психологические стимулы (вопросы) формулируются, объединяются в тесты (вопросники) и, затем, в ходе обследования предъявляются обследуемому, различают три методики полиграфных проверок.

Основным ключом классификации стимулов (вопросов) в полиграфологии является их функциональное назначение. В соответствии с ним, различные школы, выделяют от трех до 12-15 типов стимулов. Впрочем, первичной классификацией можно назвать следующую:

Таблица 1. Классическая типология стимулов полиграфных проверок.

№	Наименование типа стимулов	Русское обозначение	Международное обозначение
1.	Проверочные (Relevant)	П	R
2.	Контрольные (Control)	К	C
3.	Нейтральные (Irrelevant)	Н	I
4.	Комплекса вины (Guilty Complex)	КВ	GC
5.	Симптоматический (Symptomatic)	В	S
6.	Жертвенные (Sacrificial)	Ж	SR

Данная типология стимулов (будем называть ее классической), утвердилась в США около 40 лет назад. Она позволяет описывать любые методики и тесты полиграфных проверок.

Итак, под методикой в полиграфологии понимаются правила и логические принципы, по которым группируются и предъявляются стимулы, и затем анализируются зарегистрированные данные и выработывается целевое решение. Существуют три базовых логических принципа (три методики):

- методика проверочных и нейтральных вопросов (Relevant and Irrelevant Questions Technique);
- методика (выявления) скрываемой информации (Concealed Information Technique);
- методика контрольных вопросов (Control Questions Technique) (также называемая иногда методикой вопросов сравнения ([29])).

### 2.1.4.1.1 Методика проверочных и нейтральных вопросов (МПНВ)

Начиная с середины 70-х годов прошлого века, МПНВ в своем классическом варианте нигде в мире уже не используется. Методика традиционно ориентирована на общие признаки расследуемого события и основана на совместном использовании проверочных и нейтральных вопросов.

Базовый логический принцип МПНВ заключается в том, что у обследуемых, дающих ложные ответы на проверочные вопросы, будут возникать в ответ на них более выраженные реакции, чем реакции на нейтральные вопросы, а у лиц, отвечающих правдиво на проверочные вопросы, реакции на проверочные и нейтральные вопросы будут примерно одинаковы.

### 2.1.4.1.2 Методика контрольных вопросов (МКВ)

Как правило, в методике используют общие признаки устанавливаемого события. МКВ базируется на совместном применении проверочных, контрольных и нейтральных вопросов. Базовый логический принцип МКВ заключается в том, что непричастные к устанавливаемому событию лица будут более обеспокоены в ходе проверки контрольными вопросами, чем проверочными и, следовательно, дадут на них более выраженные физиологические реакции, и наоборот. Различие между реакциями на контрольные и проверочные вопросы является основанием для вынесения суждения о причастности или непричастности обследуемого лица к устанавливаемому событию.

### 2.1.4.1.3 Методика (выявления) скрываемой информации (МСИ, или МВСИ)

Методика базируется на использовании частных признаков устанавливаемого события, которые может знать только непосредственно вовлеченное в это событие лицо. Базовый логический принцип МВСИ заключается в том, что непосредственно связанные с устанавливаемым событием лица дадут более выраженные физиологические реакции на истинные признаки события, чем на ложные, вымышлен-

ные (так называемые дистракторы), в то время как для непричастных к событию обследуемых лиц, не осведомленных о конкретных элементах этого события, реакции на все вопросы будут равноценны нейтральным.

#### 2.1.4.1.4 Тесты полиграфных проверок

В области полиграфных проверок под тестом понимают конкретную реализацию базового логического принципа той или иной методики. Тесты одной методики опираются на единый логический принцип, но отличаются друг от друга:

- количеством вопросов;
- порядком их компоновки;
- видами используемых контрольных вопросов (для МКВ);
- моделью обработки полученных данных.

Формат теста удобно задавать как упорядоченный набор идентификаторов стимулов, входящих в тест. Каждый идентификатор должен указывать тип стимула. Например, формат т.н. модифицированного теста общих вопросов (Modified General Questions Test) Института полиграфа Министерства обороны США задается так:

Таблица 2. Формат теста MGQT (предъявления I и II)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	I <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>

Первая строка таблицы содержит порядковые номера стимулов («нулевой» стимул предъявляет-ся первым и т.д.), а вторая строка – идентификаторы стимулов, состоящие из типа стимула и его номера.

Ниже, в главе «Традиционные методы обработки данных», будет особо отмечено то, что каждой методике полиграфных проверок, и даже каждому тесту, соответствует определенный набор допустимых моделей принятия решений, учитывающих особенности анализируемого теста.

#### 2.1.5 Этапы полиграфной проверки

Полиграфную проверку следует рассматривать как комплексное мероприятие, начало которого соответствует моменту принятия решения о необходимости проведении такой проверки, а окончание – оглашению специалистом-полиграфологом итогового вывода. Собственно проведение тестирования (обследования) с применением полиграфа, которое традиционно вызывает большой интерес у наблюдателей и привлекает к себе основное внимание, является лишь одним из этапов полиграфной проверки.

Различные школы предлагают различные подходы к выделению этапов полиграфной проверки. Так, многие американские специалисты выделяют в полиграфной проверке пять этапов: подготовка проверки; предтестовая беседа; непосредственно обследование; послетестовая беседа; экспертная оценка результатов [19]. В отечественной профессиональной среде предлагаются разбиения на шесть [7], восемь [22] этапов и др. Можно утверждать, что во всех случаях эти этапы охватывают один и тот же процесс, а подходы различаются, по сути, лишь степенью детализации и способом группировки выполняемых операций по этапам. Мы в своей практике считаем удобным деление полиграфной проверки на девять этапов, как это предложено в [19]:

1. ознакомление с фабулой дела и принятие решения о возможности проверки;
2. детальное изучение материалов дела;
3. составление тестов;
4. организационное обеспечение мероприятия;
5. проведение предтестовой беседы;
6. собственно тестирование на полиграфе;
7. послетестовая беседа;
8. экспертный анализ полученных полиграмм и вынесение целевого решения;
9. составление заключения эксперта.

Документ посвящен рассмотрению автоматизации операций восьмого этапа – этапа анализа полиграмм, или **обработки зарегистрированных данных обследования**. Характеристика этого этапа приводится в главе 2.2.

Следует подчеркнуть, что на практике операции, выполняемые полиграфологом, не обязательно следуют друг за другом строго соответственно тому порядку, в котором перечислены этапы полиграфной проверки. Последовательность этапов полиграфной проверки указывает преимущественный порядок выполнения операций и определяет оптимальный режим решения задач, стоящих перед полиграфологом при осуществлении им движения к цели проверки. Неизбежна своеобразная «диффузия» этапов проверки и даже итеративный характер выполнения операций разных этапов. В частности, это касается операций

рассматриваемого в настоящей работе этапа обработки данных обследования (оценки полиграмм), т.к. на протяжении всего этапа тестирования необходимо осуществлять предварительную обработку (оценку) регистрируемых данных для обеспечения методической корректности процедуры и валидности регистрируемых данных. Возможны корректировка программы обследования, перезапись участков полиграмм и другие манипуляции как с априорными, так и с регистрируемыми в ходе обследования, данными.

## 2.1.6 Полиграмма как модель данных полиграфного обследования

### 2.1.6.1 Определение полиграммы

Главным компонентом и главной формой представления данных полиграфного обследования является полиграмма. Сама задача обработки данных полиграфных обследований при использовании неформализованных или экспертных методов часто называется в специальной литературе «оценкой полиграмм».

Полиграммой называется непрерывная синхронная графическая запись (рис.2) динамики регистрируемых в ходе полиграфного обследования физиологических процессов, размещенная на бумажном (чернильнопишущий полиграф) или электронном (экран монитора компьютерного полиграфа) носителе [19].

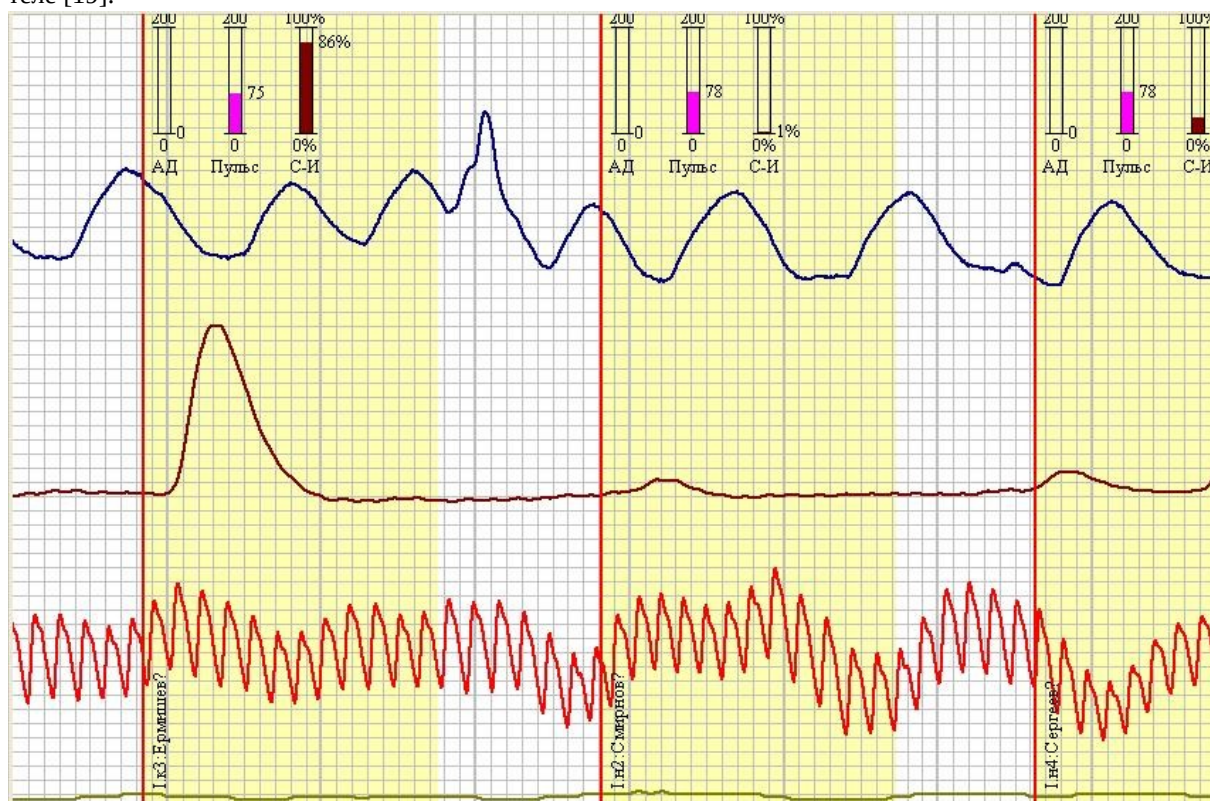


Рис.2. Фрагмент полиграммы (обследование проведено автором с применением полиграфа «Поляр» и КПС «Полигон»). Отображены сигналы: дыхательной активности, КГР, ССА.

Более общее определение дает В.А.Варламов: «Полиграмма – зафиксированные в процессе проведенного тестирования психофизиологические показатели» [6].

Уже на протяжении более чем семи десятилетий в соответствии с международными стандартами полиграммой считается графическая запись динамики как минимум трех физиологических процессов: дыхания, активности сердечно-сосудистой системы и электродермальной активности (кожно-гальванической реакции).

В том случае, если на полиграмме отсутствует запись хотя бы одного из перечисленных физиологических процессов, то такая полиграмма рассматривается как невалидная и не может быть использована для вынесения обоснованного суждения (принятия целевого решения).

Помимо указанных процессов, в ходе проверки могут также регистрироваться тремор (двигательная активность обследуемого) и фонограмма (запись энергии речевого сигнала).

Канал регистрации тремора (вазомоторной активности) не является информационным каналом и выполняет служебную функцию контроля возможного примитивного механического противодействия со стороны обследуемого лица.



Канал фонограммы также выполняет лишь служебную функцию: он обеспечивает возможность более точной фиксации момента и продолжительности вопросов полиграфолога и ответов обследуемого.

## 2.1.6.2 Структурные элементы полиграммы

### 2.1.6.2.1 Структура полиграммы в аспекте динамики физиологических показателей

На основании динамики регистрируемых в ходе проверки физиологических процессов общая структура полиграммы состоит (рис.3) из трех компонентов [19], а именно:

- реакций;
- артефактов;
- фона.

В соответствии с традициями полиграфной школы КГБ СССР (определение Ю.И.Холодного) под реакцией понимают: «заметное (в условиях осуществляемого наблюдения) изменение динамики регистрируемого физиологического процесса в ответ на предъявленный входе проверки стимул (вопрос, предмет, изображение предмета)».

В области инструментальной «детекции лжи» специалист имеет дело с быстротекущими реакциями, т. е. с такими реакциями, длительность которых не превышает 20–25 секунд.



Рис.3. Структура полиграммы по [19] (С.И.Оглоблин, А.Ю.Молчанов, 2004).

Кроме непосредственных реакций (реакций собственно на предъявленный стимул), различают также следовую реакцию, или реакцию облегчения, под которой (определение Ю.И.Холодного) имеют в виду: «постепенное продолжительное изменение динамики регистрируемого физиологического процесса, следующее за его быстротекущими изменениями в ответ на предъявленный ситуационно значимый стимул». Реакция облегчения может развиваться в любом из трех информационных каналов (дыхании, КГР, кардиоканале) и является мощнейшим показателем ситуационной значимости вызвавшего ее стимула.

Следующим структурным компонентом полиграммы является фон, т. е. (Ю.И.Холодный) «относительно стабильное протекание физиологических процессов в организме человека, пребывающего в состоянии покоя».

В практике полиграфных проверок состояние покоя – это (Ю.И.Холодный) «состояние сидящего человека, которому не задают вопросов». Фон представляет собой (Ю.И.Холодный) «условную физиологическую норму, свойственную конкретному человеку в отсутствие дестабилизирующих воздействий, влияний или факторов».

Последним структурным компонентом полиграммы являются артефакты (необязательный, побочный компонент).

В соответствии с традициями полиграфной школы КГБ СССР (определение Ю.И.Холодного) под артефактом понимают: «заметное по сравнению с фоном изменение динамики регистрируемого физиологического процесса непосредственно не связанное с предъявленным в ходе проверки стимулом, а обусловленное действием иных экзогенных (внешних) и эндогенных (внутренних) факторов».

В.А.Варламов и др. ([7]) выделяют еще один, четвертый тип динамики физиологических сигналов: последствие. Последствие соотносится со следовой реакцией по классификации Ю.И.Холодного.

### 2.1.6.2.2 Структура полиграммы в аспекте составляющих ее данных

Выше, в параграфе 2.1.2.1, приводя собственное определение полиграммы, мы говорили, что полиграмма – основная форма визуализации данных полиграфного обследования. Она объединяет в графическом изображении: сигналы, зарегистрированные полиграфом в процессе предъявления обследуемому стимулов; маркеры, отмечающие моменты предъявления стимулов и свойства стимулов; некоторые дополнительные данные (маркеры артефактов, параметры работы полиграфа и пр.).



В соответствии с этим, мы рассматриваем в качестве структурных элементов полиграммы (рис.4) зарегистрированные с помощью полиграфа сигналы (в их графическом отображении) и маркеры, указывающие моменты или интервалы тех или иных событий (момент предъявления стимула, интервал протекания реакции и т.д.).

Частным случаем маркеров является т.н. область, или интервал, который задается двумя маркерами: маркером начала интервала и маркером окончания интервала. Основными интервалами (областями), составляющими структуру полиграммы являются:

- стимульный, или внутримультовый, интервал (область), соответствующий интервалу наблюдения реакции на стимул;
- междимультовый интервал (область) – участок полиграммы, находящийся между двумя смежными стимульными интервалами;
- область артефакта – участок полиграммы, на котором наблюдается артефакт (такая область может пересекаться с другими областями полиграммы).

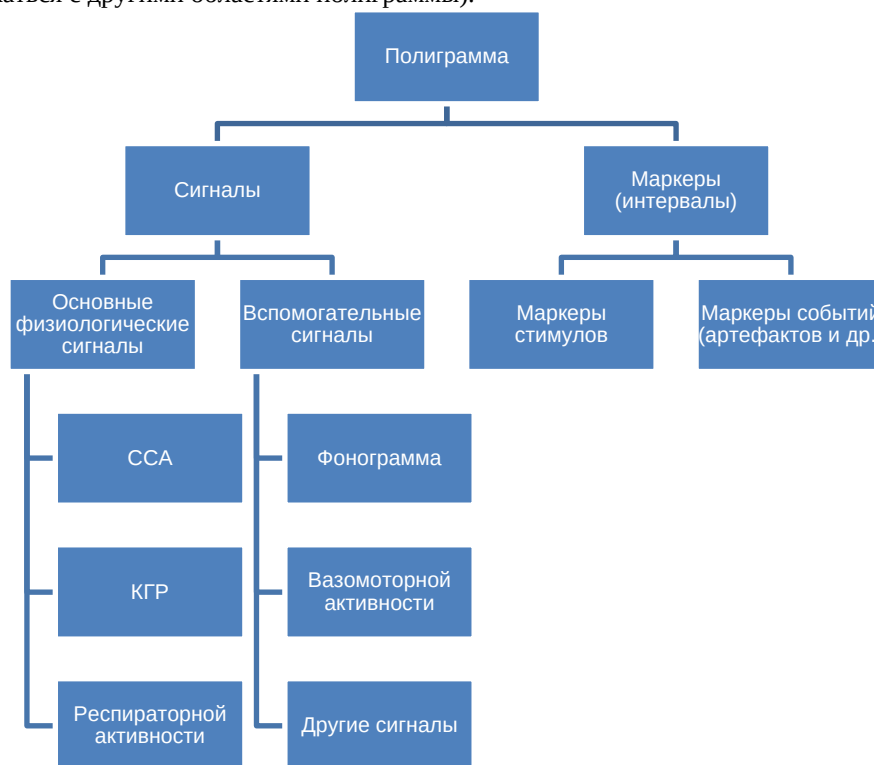


Рис.4. Структура полиграммы по А.Ю.Бабикову.

### 2.1.6.3 Полиграмма как структура данных

При автоматизированной обработке данных обследований, выполняемой в соответствии с формальными моделями, традиционное понятие полиграммы трансформируется в понятие полиграммы как структуры данных.

Все исходные данные полиграфного обследования организуются ([17]) следующим образом: «обследование» ← «тест» ← «предъявление» ← «стимул» ← «параметры реакции». «Обследование» – структура данных верхнего уровня, описывающая все полиграфное обследование. Остальные структуры в совокупности образуют метаструктуры типа «полиграмма» (об этом подробно в Специальной части). Классическое же понимание полиграммы отражает другие – неформализованные – аспекты представления данных обследования.

## 2.2 Цели и задачи обработки данных полиграфных обследований

Как уже было сказано, в общем случае цель полиграфного обследования (и шире: полиграфной проверки) состоит в выяснении (определении) правдивости исследуемого при ответе на те или иные (интересующие инициатора проверки) вопросы. В конкретных случаях перед полиграфологом ставится цель либо выяснить, обладает ли исследуемый теми или иными (интересующими инициатора обследования) сведениями, либо узнать содержание определенных сведений, которыми исследуемый обладает, но которое скрывает.

В принципе, цель полиграфной проверки может быть достигнута без проведения собственно обследования (обследуемый предоставляет требуемую информацию, например, подписывает признательные показания и т.п.). Мы будем говорить о случаях, когда полиграфное обследование все-таки имеет место.

В соответствии со сложившимися международными стандартами, говорят о четырех потенциально возможных исходах полиграфного обследования [19], образующих полную группу событий:

- DI – Deception Identified – ложь обнаружена. В отечественной практике говорят о «принятии обвинительной версии».
- NDI – No Deception Identified – ложь не обнаружена, «принятие оправдательной версии».
- IN – Inconclusive – неопределенность, т.е. невозможность на основании полученных (зарегистрированных) данных проведенного обследования принять обвинительную или оправдательную версию.
- NR – No Result – нет результата. Невозможность принять решение по независящим от специалиста причинам (например, отказ обследуемого от дальнейшего прохождения проверки).

Следует отметить, что в некоторых полиграфных проверках, например в т.н. скрининговых проверках, в случае исхода DI от специалиста требуется дать дополнительную информацию относительно того, на какие именно вопросы обследуемым вероятно даны лживые ответы.

Достижение цели полиграфного обследования совпадает с принятием экспертом целевого решения ({DI, NDI, IN, NR}). Оно, в рассматриваемых случаях, принимается на основе результатов обработки данных обследования.

Целью обработки данных обследования является, очевидно, преобразование этих данных к такому виду, на основе которого эксперту было бы удобно в рамках используемой им модели выработать целевое решение.

Перечислить задачи обработки данных полиграфных обследований не так легко. Дело в том, что у специалистов-полиграфологов нет общего понимания и общих формулировок этих задач, что, в свою очередь, обусловлено влиянием различных используемых методик полиграфных проверок – с одной стороны, – и используемых различных подходов к обработке данных – с другой стороны – на состав этих задач.

В этой работе мы сделали попытку описать общую модель обработки данных полиграфных обследований и очертить общие задачи такой обработки. Нами предложена следующая постановка этих задач с учетом последующей их формализации. Задачи, которые необходимо решить на этапе обработки данных полиграфного обследования (т.е. на этапе «оценки полиграмм»), разделяются на четыре группы:

1. Оценка валидности<sup>1</sup> данных обследования на основе правил предметной области, составляющих базу знаний эксперта (человека или интеллектуальной компьютерной системы).
2. Получение характеристик зарегистрированных полиграфом в ходе процедуры обследования сигналов и расчет на их основе числовых интегральных характеристик физиологических реакций обследуемого на каждый из предъявленных ему стимулов.
3. Эвристическая и статистическая обработка полученных интегральных характеристик реакций, соотнесенных с известными а priori параметрами соответствующих стимулов, с целью достоверной дифференциации стимулов с различной значимостью путем последовательного формирования показателей выраженности реакций, силы реакций и значимости стимулов<sup>2</sup>.
4. Интерпретация результатов обработки в соответствии с принятыми психолого-психофизиологическими методиками с целью выявления стимулов, сопровождавшихся лживыми ответами обследуемого.

Предложенные четыре группы задач этапа обработки данных определяют на концептуальном уровне сформулированную нами и рассматриваемую ниже модель обработки данных психофизиологических обследований – т.н. значимостно-ориентированную модель анализа полиграмм.

В дополнение к названному, по итогам множества обследований предлагается выполнять статистическую обработку результатов (выводов) множества обследований для проверки эффективности использованных моделей принятия решения и их совершенствования.

Очень интересной и важной нам представляется задача создания практически значимой «модели полиграфолога» и ее реализации в виде экспертной системы – программного робота. Если модель обработки данных (такая, как предложенная в данной работе) уже предполагает наличие (у себя на «входе») данных для обработки и предназначена для их преобразования и представления эксперту в удобном, «интегральном» виде, то «модель полиграфолога» призвана такие данные не только обрабатывать, но, в первую очередь, получать и формализовывать их, а затем, на основании результатов их обработки, выносить целевое решение.

<sup>1</sup> Понятие валидности не совпадает с понятием адекватности. Говоря об адекватности модели или метода, подразумевают соответствие этой модели или метода имеющимся экспериментальным данным. Говоря о валидности модели или метода, подразумевают соответствие этой модели или метода той цели, для достижения которой эту модель или метод собираются применять.

<sup>2</sup> Определения названным терминам даются в специальной части нашей работы.

В качестве иллюстрации к проблеме создания «модели полиграфолога» приведем следующее общеизвестное в среде полиграфологов наблюдение. Все без исключения существующие автоматизированные системы, претендующие на вынесение целевого решения, совершают следующую ошибку: «...при проведении теста, состоящего из ряда имен, в том числе и имени опрашиваемого, независимо от того, скрывает он свое имя или отвечает правдиво, компьютер всегда покажет ложь на его собственное имя. Результат компьютерного обсчета не изменится, даже если опрашиваемый будет лгать на все имена, кроме своего» [22].

Для получения полезных и нетривиальных результатов «модель полиграфолога» должна оперировать данными многократно более сложными, чем те, которые здесь именуются «данными обследования». Задачу создания «модели полиграфолога» мы, разумеется, в данной работе перед собой не ставим.

## 2.3 Традиционные методы обработки данных

### 2.3.1 Классификация традиционных методов

Согласно общепринятой классификации ([19], [41], [22]), методы обработки данных (методы оценки полиграмм) представлены методами т.н. качественной, балльной и метрической оценок. Эти семейства методов складывались постепенно и в разное время, поэтому их различие представляется естественным.

По нашему мнению, основанием для такого разделения методов обработки данных удобно выбрать способ оценки параметров реакции (о параметрах реакций см. в специальной части), лежащий в основе методов той или иной группы. Качественной оценке присуще сугубо субъективное определение (оценивание) экспертом параметров реакций. Метрическая оценка максимально формализует определение (оценивание, измерение) параметров реакции. Балльная оценка занимает промежуточное положение.

Можно выделить и другие свойства, по которым также четко прослеживается различие этих методов: степень формализованности анализируемых данных, спектр решаемых задач, требования к объему экспертного опыта ЛПР и др. Сопоставим традиционные методы обработки полиграмм по этим свойствам (табл.3).

Таблица 3. Сопоставление методов качественной, балльной и метрической обработки полиграмм.

		Свойства методов			
		Степень формализованности анализируемых данных	Степень субъективности результатов обработки	Спектр решаемых задач	Требования к объему экспертного опыта ЛПР <sup>1</sup>
Методы обработки данных	Качественная оценка	Крайне малая	Большая	Выделение наиболее значимых стимулов	Очень высокие
	Балльная оценка	Малая	Средняя	То же + Количественная оценка значимости стимулов	Высокие
	Метрическая оценка	Большая	Малая	То же + Объективно обоснованная оценка достоверности выводов <sup>2</sup>	Средние

Как будет показано ниже, метрическая оценка, являясь наиболее привлекательным методом в смысле «качества» принимаемых на его основе целевых решений, сопряжена с наибольшими затратами

<sup>1</sup> В понятие «объем экспертного опыта» мы включаем такие составляющие «профессионализма», как стаж работы полиграфолога, знание типовых и редких паттернов реакций, владение методами психодиагностики и т.п.

<sup>2</sup> Обоснованность оценки достоверности выводов заявляется, однако в традиционном методе метрической оценки эта «обоснованность» вызывает сомнения (будет показано ниже).

рабочего времени специалиста на обработку данных. Возможность снизить эти затраты посредством автоматизации процесса метрической оценки представляется веским доводом в подтверждение целесообразности разработки соответствующей автоматизированной системы.

Существует и другая классификация методов обработки данных – деление их на т.н. методы «вертикальной» и «горизонтальной» оценки [7]. Оно осуществляется по способу сравнения между собой реакций. Ниже, давая описание каждому из базовых методов, мы охарактеризуем его с позиций обеих классификаций.

## 2.3.2 Метод качественной оценки

### 2.3.2.1 Общие принципы качественной оценки

Качественная экспертная оценка полиграмм появилась в первой четверти прошлого века одновременно с рождением самой технологии инструментальной «детекции лжи».

На протяжении почти пяти десятилетий качественная оценка являлась единственной системой анализа результатов полиграфной проверки и даже в 80-е годы прошлого века, когда «новая волна» полиграфологов полностью перешла на балльную систему оценки, вся «старая гвардия» (специалисты, начавшие свою карьеру в 1930-40-е годы) продолжала использовать исключительно качественный метод. Так, например, сам Джон Рейд (разработчик техники контрольных вопросов) открыто заявлял о своем «личном недоверии к количественной системе оценки реакций».

Качественная экспертная оценка заключается в том, что специалист анализирует зарегистрированную на полиграмме динамику физиологических процессов, опираясь лишь на собственный субъективный опыт.

При вынесении суждения о ситуационной значимости того или иного стимула единственной опорой полиграфолога является знание информативных признаков физиологических реакций.

Когда полиграфолог использует качественную оценку, то ему следует придерживаться международного (американского) стандарта, в соответствии с которым стимул признается ситуационно значимым в том случае, если в ответ на него возникают реакции не менее чем в 2 из регистрируемых в ходе проверки физиологических процессах.

Использование качественной системы оценки полиграмм является наиболее целесообразным когда:

- реакции устойчиво возникают на определенный стимул теста;
- реакции на данный стимул носят демонстративный («выпуклый») характер;
- на другие стимулы теста реакции выражены незначительно, либо они носят (по предъявлениям) неустойчивый («мерцающий») характер;
- полиграфолог вынужден принимать решение в условиях жесткого дефицита времени и не имеет возможности использовать балльную или метрическую систему оценки.

Таким образом, к достоинству качественной системы оценки следует отнести возможность обработки полиграмм в предельно короткие сроки.

Главным же недостатком качественной оценки полиграмм является ее выраженный субъективизм. Достоверность принятого решения (особенно в том случае, если информативные признаки реакций выражены незначительно или носят неустойчивый характер) находится в прямой зависимости от профессиональной квалификации, опыта и интуиции полиграфолога.

Результаты качественной оценки полиграммы в обязательном порядке оформляются в таблицу следующего формата:

Таблица 4. Результаты качественной оценки

Предъявление	Стимул	Каналы		
		Дыхание	Кардио	КГР
I				
II				
...				
N				
Итог				

Таблица заполняется следующим образом. В каждом из предъявлений отыскивается стимул (стимулы), вызвавшие наиболее выраженные по большинству каналов реакции. Идентификаторы (номера) этих стимулов записываются в столбце «Стимул» строки соответствующего предъявления. В столбцах группы «Каналы» отмечается (маркируется), по каким каналам наблюдается выраженная реакция на ука-

занные стимулы. В последней строке обобщаются все предыдущие записи путем выбора стимула (стимулов), наиболее часто вызывавшего от предъявления к предъявлению сильные реакции.

### 2.3.2.2 Качественная оценка тестов Бакстера

Наряду с приведенным выше общим алгоритмом проведения качественной оценки, существует специальный алгоритм качественной оценки тестов типа Zone Comparison Test (ZCT) К.Бакстера. В таких тестах проверочные вопросы (R) относятся к красной функциональной зоне, контрольные вопросы (C) относятся к зеленой функциональной зоне, симптоматические вопросы (S) составляют белую функциональную зону, а контрольный вопрос комплекса вины (GC) входит в черную функциональную зону. Сила реакция в каждой зоне оценивается качественно согласно алгоритму (выше) по шкале (–) – нет реакции, (+) – есть реакция.

На основе полученных сочетаний реакций в каждой из функциональных зон, методика К.Бакстера определяет восемь возможных исходов качественной оценки результатов теста.

Достаточно подробно алгоритм выполнения оценки ZCT описан в [19].

### 2.3.3 Методы балльной оценки

#### 2.3.3.1 Общая характеристика

Система стандартизированной балльной экспертной оценки полиграмм была предложена выдающимся американским специалистом в области «детекции лжи» Кливом Бакстером в 1960 году. Балльная оценка в значительной степени устраняет субъективизм качественной системы оценки и вносит в процесс анализа полученных результатов элементы стандартизации, что позволяет проконтролировать процесс принятия решения полиграфологом и установить интервал «непринятия решения», т. е. интервал неопределенности. Таким образом, к достоинствам балльной оценки относятся стандартизация (нейтрализация субъективизма) и быстрота принятия решения. Основным недостатком балльной системы оценки является «объективный» субъективизм при обработке канала дыхания и кардиоканала.

В настоящее время наиболее употребительными являются три системы балльной оценки:

- трехбалльная оценка Института полиграфа Министерства обороны США (ИП МО США);
- семибалльная оценка Клива Бакстера;
- трехбалльная оценка полиграфной школы КГБ СССР.

#### 2.3.3.2 Трехбалльная оценка ИП МО США

Трехбалльная оценка Института Полиграфа Министерства Обороны США предназначена исключительно для обработки тестов методики контрольных вопросов.

Суть трехбалльной оценки заключается в том, что между собой попарно сравниваются (отдельно по каналам КГР, дыхания и плетизмограммы) ответные реакции на контрольный и проверочный вопросы теста. В том случае, если выраженность реакции по конкретному каналу на проверочный вопрос превышает выраженность реакции на контрольный вопрос, то реакции (по данному каналу) присваивается (–1) балл. Если выраженность реакции на контрольный вопрос выше, чем на проверочный, то реакции присваивается (+1) балл. Если же выраженность реакций не поддается дифференцировке, то реакции присваивается 0 баллов. После завершения такого попарного обчета реакций все присвоенные баллы суммируются и заносятся в специальные таблицы принятия решения.

После этого специалист (на основании эмпирической статистики) определяет, какой же из стимулов (проверочный или контрольный) является для данного обследуемого ситуационно значимым.

#### 2.3.3.3 Семибалльная оценка ZCT Бакстера

Семибалльная система оценки используется исключительно при обработке результатов теста зон сравнения Клива Бакстера. Первое предъявление ZCT К. Бакстера имеет такой формат:

Таблица 5. Формат ZCT К.Бакстера

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	I	I	S	SR	I	C <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	S	GC

При этом проверочные вопросы относятся к красной функциональной зоне, контрольные вопросы относятся к зеленой функциональной зоне, симптоматические вопросы составляют белую функциональную зону, а контрольный вопрос комплекса вины входит в черную функциональную зону.

При анализе результатов ТЗС специалист опирается на следующие четыре постулата К. Бакстера:

1. если выраженность реакций на нейтральные вопросы устойчиво ниже, чем на контрольные вопросы, то обе эти категории вопросов были сформулированы корректно и обследуемый реагирует на них адекватно;
2. если выраженность реакций на тематические контрольные вопросы устойчиво выше, чем на проверочные вопросы, то обследуемый признается «правдивым» при ответах на проверочные вопросы;
3. если выраженность реакций на проверочные вопросы устойчиво выше, чем на тематические контрольные вопросы, то обследуемый признается «лживым» при ответах на проверочные вопросы;
4. если выраженность реакций на проверочные вопросы и тематические контрольные вопросы не поддается дифференцировке, то результат, даже несмотря на значительную выраженность реакций в ответ на проверочные вопросы, признается неопределенным.

Специфика обработки теста по К.Бакстеру заключается в том, что последовательно проводятся качественная и количественная (балльная) оценка полиграмм. При этом количественной оценке подвергаются лишь вопросы структурных зон (C R C), а реакции на остальные вопросы формата учитываются в качественном анализе полиграмм.

Качественная оценка проводится в режиме on-line и используется для дополнительного оперативного контроля степени адекватности реагирования обследуемого на сформулированные специалистом проверочные и контрольные вопросы.

После завершения качественной оценки специалист приступает к количественной (балльной) оценке.

Семибалльная оценка К. Бакстера проводится следующим образом.

В каждой зоне (C R C) сравниваются между собой реакции на проверочный и один из контрольных вопросов. При этом если реакция на проверочный вопрос носит «выраженный и продолжительный характер», то он сравнивается с более слабым контрольным вопросом. Если же реакция на проверочный вопрос не имеет «выраженного и продолжительного характера», то проверочный вопрос сравнивается с более сильным (по выраженности реакций) контрольным вопросом.

Балльное различие между реакциями на проверочный и контрольный вопросы зоны квалифицируется таким образом:

1. если выраженность реакции на проверочный вопрос резко превышает выраженность реакции на контрольный вопрос, то выставляется оценка (–3) балла;
2. если выраженность реакции на проверочный вопрос значительно превышает выраженность реакции на контрольный вопрос, то выставляется оценка (–2) балла;
3. если выраженность реакции на проверочный вопрос незначительно превышает выраженность реакции на контрольный вопрос, то выставляется оценка (–1) балл;
4. если выраженность реакций на проверочный и контрольный вопросы не поддается дифференцировке, то выставляется (0) баллов;
5. если выраженность реакции на контрольный вопрос незначительно превышает выраженность реакции на проверочный вопрос, то выставляется оценка (+1) балл;
6. если выраженность реакции на контрольный вопрос значительно превышает выраженность реакции на проверочный вопрос, то выставляется оценка (+2) балла;
7. если выраженность реакции на контрольный вопрос резко превышает выраженность реакции на проверочный вопрос, то выставляется оценка (+3) балла.

При этом сравнение реакций (тесты методики контрольных вопросов) по электродермальному каналу производится американскими специалистами на основе следующего эмпирически установленного правила:

1. если амплитуды (длительность) сравниваемых между собой двух кожно-гальванических реакций относятся как 1 к 2, то различию между этими реакциями присваивается 1 балл;
2. если амплитуды (длительность) сравниваемых между собой двух кожно-гальванических реакций относятся как 1 к 3, то различию между этими реакциями присваивается 2 балла;
3. если амплитуды (длительность) сравниваемых между собой двух кожно-гальванических реакций относятся как 1 к 5, то различию между этими реакциями присваивается 3 балла;
4. если соотношение амплитуд (длительности) сравниваемых между собой двух кожно-гальванических реакций менее чем 1 к 2, то выставляется оценка 0 баллов, т. е. реакции признаются не дифференцируемыми.

Степень различия в выраженности реакций по респираторному каналу и кардиоканалу оценивается экспертно, на основе профессионального опыта полиграфолога.

Выставленные балльные оценки заносятся в таблицу следующего формата:

Таблица 6. Балльная оценка ZCT Бакстера

Пред. I	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	Сумма по	Общая сумма
---------	----------------	----------------	----------	-------------

			каналу	
канал КГР				
пневмоканал				
кардиоканал				
Пред. II	$R_1$	$R_2$	Сумма по каналу	Общая сумма
канал КГР				
пневмоканал				
кардиоканал				
Пред. III	$R_1$	$R_2$	Сумма по каналу	Общая сумма
канал КГР				
пневмоканал				
кардиоканал				
				<b>Итоговая сумма</b>

Таблица принятия целевого решения для трех предъявлений двухзонного ТЗС К. Бакстера такова:

Таблица 7. Таблица принятия решений по результатам трех предъявлений ТЗС К. Бакстера

Итоговая сумма	+7 и выше	от +6 до -12	-13 и ниже
Решение	ПРАВДА (NDI)	НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ (IN)	ЛОЖЬ (DI)

Существует и другой способ вынесения целевого решения (принятия версии) по результатам ТЗС К. Бакстера. В этом случае результаты каждого из трех предъявлений оцениваются по отдельности на основании следующей таблицы принятия решения:

Таблица 8. Таблица принятия решений для одного предъявления ТЗС К. Бакстера

Итоговая сумма	+3 и выше	от +2 до -4	-5 и ниже
Решение	ПРАВДА (NDI)	НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ (IN)	ЛОЖЬ (DI)

Если DI (NDI) имеет место во всех трех предъявлениях, то вероятность достоверности вывода превышает 90%.

Специалисту следует так же помнить и о том, что если хотя бы в одной зоне (по всем предъявлениям) имеется DI, то независимо от итоговой суммы выносится DI по всему тесту зон сравнения.

### 2.3.3.4 Трехбалльная оценка полиграфной школы КГБ СССР

Трехбалльная оценка полиграфной школы КГБ СССР была разработана в 80-х годах прошлого века. Эта система экспертного анализа полиграмм является весьма простой и позволяет быстро обрабатывать полученные результаты.

Суть трехбалльной оценки заключается в том, что реакция на каждый стимул (отдельно по респираторному каналу, кардио каналу и электродермальному каналу) по каждому предъявлению теста выставляются баллы в следующем порядке:

1. максимальная по выраженности реакция данного предъявления получает 2 балла;
2. вторая по выраженности реакция данного предъявления получает 1 балл;
3. все остальные реакции данного предъявления получают 0 баллов.

Присвоенные баллы заносятся в специальную таблицу и суммируются по всем предъявлениям данного теста. Затем на основании простого ранжирования полученных балльных сумм (по каждому стимулу теста) выделяется стимул, получивший наибольшее количество баллов. Этот стимул и признается ситуационно значимым. Таблица трехбалльной оценки имеет следующий вид:

Таблица 9. Балльная оценка КГБ СССР

Стимул	Каналы	Предъявления				Сумма
		I	II	...	N	
1	Дыхание					
	Кардио					
	КГР					
2	Дыхание					
	Кардио					
	КГР					
...	Дыхание					
	Кардио					
	КГР					
n	Дыхание					
	Кардио					
	КГР					

Как правило, данная трехбалльная система оценки полиграмм используется при обработке тестов МСИ и скринингового теста, однако ее применение возможно и по отношению к тем отечественным тестам МКВ, в которых решение принимается по принципу максимального контрольного вопроса (ТСТ, ТОЗВ, ТПО, ТКОВ).

К началу 90-х годов прошлого века вся американская и, следовательно, европейская полиграфология полностью перешла на балльную систему анализа.

## 2.3.4 Методы метрической оценки

### 2.3.4.1 Общая характеристика

Существует два понимания термина *метрическая оценка*. Согласно первому, метрическая оценка есть семейство методов оценки полиграмм, основанных на измерении параметров реакций (параметров сигналов) с последующей математической обработкой полученных массивов данных. Второе понимание, традиционное, но более узкое, называет метрической оценкой метод (алгоритм) оценки полиграмм, разработанный специалистами полиграфной школы КГБ СССР в 80-е годы прошлого века. Этот метод признанно является на сегодняшний день наиболее надежной системой анализа полиграмм в силу того, что практически полностью исключает элементы субъективизма в процессе принятия решения специалистом-полиграфологом.

В этом параграфе мы рассмотрим метрическую оценку в ее узком понимании, подчеркивая, вместе с тем, что основой разрабатываемой нами модели обработки данных и принятия решений неизбежно будет метрическая оценка в широком смысле.

По нашему мнению, предлагаемый в методе метрической оценки КГБ СССР алгоритм статистической обработки данных (т.н. вычисление вероятности выделения значимого стимула) имеет ряд слабых сторон. Будучи основанным на однофакторном дисперсионном анализе, он имеет те же ограничения, что и последний. Это и другие обстоятельства заставляют нас пересмотреть данный традиционный алгоритм при разработке КПС «Полигон».

В то же время, метрическая оценка в широком смысле безусловно является наиболее эффективным и надежным подходом к обработке полиграмм.

Основными достоинствами метрической оценки являются:

1. минимизация субъективизма при анализе результатов полиграфной проверки;
2. возможность расчета статистически обоснованной вероятности вынесения обвинительной или оправдательной версии (целевого решения).

Основными недостатками данной системы оценки полиграмм (в случае ручного варианта обсчета) являются ее относительная трудоемкость и значительные временные затраты. Однако с появлением компьютерных систем (отечественные системы «Фемида», «Архонт» и др.), автоматизирующих проведение метрической оценки, указанные недостатки были в существенной степени устранены.

Применение метрической оценки является наиболее целесообразным при проведении судебной психофизиологической экспертизы (полиграфной проверки в строгих процессуальных рамках), а также в тех случаях, когда «цена» (социальная значимость) проверки объективно высока.



### 2.3.4.2 Метрическая оценка КГБ СССР

На основе выделенного (на контрольных тестах) симптомокомплекса<sup>1</sup> с определенными информативными параметрами реакций (как правило, это амплитудно-частотные параметры), производится расчет вероятности возникновения выявленного симптомокомплекса на значимые стимулы в проверочных тестах. Затем (путем простого ранжирования интегральных показателей стимулов проверочных тестов) устанавливаются ситуационно значимые (в рамках темы проверки) стимулы и принимается решение в пользу обвинительной или оправдательной версии.

Таким образом, метрическая оценка включает в себя следующие этапы:

1. выделение симптомокомплекса на контрольных (служебных) тестах и тщательное измерение его параметров при помощи обычной или электронной линейки на каждый стимул по всем тестам вопросника;
2. расчет вероятности выделения значимого стимула (ВВЗС) с использованием критерия Стьюдента (на однородных рядах контрольных тестов);
3. ранжирование интегральных показателей стимулов проверочных тестов и выделение среди них максимально значимых в ситуации проверки;
4. принятие решения в пользу обвинительной или оправдательной версии с вероятностью, рассчитанной на контрольных тестах.

Использование метрической системы оценки полиграмм требует соблюдения четырех обязательных правил:

1. выявление симптомокомплекса и расчет вероятности выделения ситуационно значимого стимула проводится не менее чем на двух контрольных тестах (ТОКВ или СА тест);
2. при расчетах следует использовать не менее трех независимых информативных признаков симптомокомплекса, выделенных не менее чем в двух физиологических процессах, регистрируемых в ходе проверки;
3. в триаде (два контрольных теста и один проверочный тест) строго запрещено изменение изначально выбранных для оценки параметров реакций от предъявления к предъявлению теста;
4. все расчеты производятся на основе не менее чем трех валидных (свободных от артефактов) предъявлений каждого теста.

С точки зрения конкретной технологии, метрическая оценка полиграмм (в широком смысле) всегда начинается с тщательного измерения параметров реакций каждого стимула каждого предъявления каждого теста.

После тщательного измерения всех (для начинающего специалиста) возможных параметров реакций на каждый стимул по каждому тесту в отдельности сырые данные измерений параметров (будем обозначать эти параметры А, В, С и т.д.) заносятся в специальные таблицы формы «А», которые имеют для отдельного теста следующий стандартный вид:

Таблица 10. Метрическая оценка. Информативный параметр А (таб.ф.«А»)

		Предъявления			
		I	II	...	N
Стимулы	1	$a_{11}$	$a_{21}$	...	$a_{N1}$
	2	$a_{12}$	$a_{22}$	...	$a_{N2}$
	...	...	...	...	...
	n	$a_{1n}$	$a_{2n}$	...	$a_{Nn}$
Коэффициент инверсии		-1 или +1			

Проанализировав сырые значения таблиц формы «А», специалист определяет информативные признаки (3-4 признака), устойчиво выделяющие (причем выделяющие количественно) значимый стимул на контрольных тестах, и устанавливает коэффициент инверсии каждого информативного признака. Коэффициент инверсии ( $K_{инв}$ ) используется для того, чтобы устранить в последующих расчетах взаимное усреднение разнонаправленных процессов, т.е. преобразовать все признаки, выделяющие тот или иной стимул из ряда, в однонаправленные по знаку числовые значения. Так, если какой-либо информативный признак контрольного стимула в тесте общих контрольных вопросов устойчиво выделяется из ряда в большую сторону, то ему присваивается  $K_{инв}$  равный (+1). Если же какой-либо информативный признак

<sup>1</sup> Определение понятия симптомокомплекса приводится в специальной части пояснительной записки.

контрольного стимула устойчиво выделяется из ряда в меньшую сторону, то ему присваивается  $K_{инв}$  равный (-1).

Затем специалист переносит величины этих информативных признаков (А, В, С и т.д.) в таблицу формы «В» и подвергает «сырые» данные нормализации, т. е. переводит «сырые» баллы в Z-оценки и заносит Z-оценки ( $A^*$ ,  $B^*$ ,  $C^*$ ) в соответствующие графы той же таблицы.

Таблица 11. Метрическая оценка. Таблица формы «В»

Инф. призна. № ст.	предъявление I				предъявление II				предъявление ...				предъявление N			
	Пр. A1	Пр. B1	Пр. C1	Пр. D1	Пр. A2	Пр. B2	Пр. C2	Пр. D2	Пр. Ai	Пр. Bi	Пр. Ci	Пр. Di	Пр. Ai	Пр. Bi	Пр. Ci	Пр. Di
1	a11	b11	c11	d11	a21	b21	c21	d21	...	...	...	...	a <sub>ij</sub>	B <sub>ij</sub>	c <sub>ij</sub>	d <sub>ij</sub>
2	a12	b12	c12	d12	a22	b22	c22	d22	...	...	...	...	a <sub>ij</sub>	B <sub>ij</sub>	c <sub>ij</sub>	d <sub>ij</sub>
3	a13	b13	c13	d13	a11	b11	c11	d11	...	...	...	...	a <sub>ij</sub>	B <sub>ij</sub>	c <sub>ij</sub>	d <sub>ij</sub>
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...				
n	a1j	b1j	c1j	d1j	a2j	b2j	c2j	d2j	...	...	...	...	a <sub>ij</sub>	B <sub>ij</sub>	c <sub>ij</sub>	d <sub>ij</sub>
Ср.знач.	$\bar{a}_1$	$\bar{b}_1$	$\bar{c}_1$	$\bar{d}_1$	$\bar{a}_2$	$\bar{b}_2$	$\bar{c}_2$	$\bar{d}_2$	...	...	...	...	$\bar{a}_i$	$\bar{b}_i$	$\bar{c}_i$	$\bar{d}_i$
$\sigma$	$\sigma_{a_1}$	$\sigma_{b_1}$	$\sigma_{c_1}$	$\sigma_{d_1}$	$\sigma_{a_2}$	$\sigma_{b_2}$	$\sigma_{c_2}$	$\sigma_{d_2}$	...	...	...	...	$\sigma_{a_i}$	$\sigma_{b_i}$	$\sigma_{c_i}$	$\sigma_{d_i}$
1	$a_{11}^*$	$b_{11}^*$	$c_{11}^*$	$d_{11}^*$	$a_{21}^*$	$b_{21}^*$	$c_{21}^*$	$d_{21}^*$	...	...	...	...	$a_{ij}^*$	$b_{ij}^*$	$c_{ij}^*$	$d_{ij}^*$
2	$a_{12}^*$	$b_{12}^*$	$c_{12}^*$	$d_{12}^*$	$a_{22}^*$	$b_{22}^*$	$c_{22}^*$	$d_{22}^*$	...	...	...	...	$a_{ij}^*$	$b_{ij}^*$	$c_{ij}^*$	$d_{ij}^*$
3	$a_{13}^*$	$b_{13}^*$	$c_{13}^*$	$d_{13}^*$	$a_{23}^*$	$b_{23}^*$	$c_{23}^*$	$d_{23}^*$	...	...	...	...	$a_{ij}^*$	$b_{ij}^*$	$c_{ij}^*$	$d_{ij}^*$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
n	$a_{1j}^*$	$b_{1j}^*$	$c_{1j}^*$	$d_{1j}^*$	$a_{2j}^*$	$b_{2j}^*$	$c_{2j}^*$	$d_{2j}^*$	...	...	...	...	$a_{ij}^*$	$b_{ij}^*$	$c_{ij}^*$	$d_{ij}^*$

При этом в расчетах используются среднее значение по каждому признаку и по каждому предъявлению теста (пр.:  $a_{ij}$ ) и среднеквадратическое отклонение ( $\sigma_{ij}$ ) по каждому предъявлению теста.

Среднее значение (пр.: по признаку А) рассчитывается по очевидной формуле:

$$\bar{a}_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n}$$

где n – количество стимулов теста.

Среднее квадратичное отклонение (допустим, по признаку А) рассчитывается по формуле:

$$\sigma_{a_i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (a_{ij} - \bar{a}_i)^2}{n}}$$

где n – количество стимулов теста.

Формула нормирования полученных («сырых») данных представляет собой следующее выражение (пр.: для признака А):

$$a_{ij}^* = \frac{(a_{ij} - \bar{a}_i)}{\sigma_{a_i}} \quad (2)$$

Далее специалист заносит в соответствующие графы таблицы формы «С» суммы нормированных данных каждого признака по всем предъявлениям (пр.: для признака А) по следующей формуле:

$$A_j = \sum_{i=1}^N a_{ij}^*$$

где N – количество предъявлений.

Затем, с учетом  $K_{инв}$  специалист рассчитывает величину интегрального показателя (ИП) по каждому стимулу и заносит ее в таблицу формы «С».

Так, для каждого стимула теста интегральный показатель рассчитывается следующим образом (пр.: для четырех информативных признаков):

$$ИП = A_j \times K_{инв} + B_j \times K_{инв} + C_j \times K_{инв} + D_j \times K_{инв} \quad (3)$$

Таблица 12. Метрическая оценка. Таблица формы «С»

Информативный признак	Пр. А	Пр. В	Пр. С	Пр.Б	Интегральный показатель
стимул 1	A1	B1	C1	D1	ИП1
стимул 2	A2	B2	C2	D2	ИП2
стимул 3	A3	B3	C3	D3	ИП3
...	...	...	...	...	...
стимул j	Aj	Bj	Cj	Dj	ИПj
К инверсии	{+1; -1}	{+1;-1}	{+1; -1}	{+1;-1}	Окно контроля (0.00)

Затем, в каждом из контрольных тестов специалист проводит ранжирование полученных интегральных показателей по всем стимулам. Тот стимул теста, чей интегральный показатель имеет наибольшее положительное значение, признается ситуационно значимым.

Вероятность выделения значимого стимула (ВВЗС) рассчитывается на контрольных тестах (по каждому в отдельности) на основе критерия Стьюдента. При этом значения вероятности по двум контрольным тестам должны быть максимально близкими.

Коэффициент Стьюдента ( $t_{st}$ ) рассчитывается по следующей формуле:

$$t_{st} = \frac{ИП_{зн}}{\sigma_{ИП}} \quad (4)$$

Где среднеквадратичное отклонение интегрального показателя определяется следующим образом:

$$\sigma_{ИП} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (ИП_j)^2}{n}} \quad (5)$$

где n — количество стимулов.

Далее (по таблицам Стьюдента) специалист определяет вероятность выделения значимого стимула (ВВЗС). Следует еще раз подчеркнуть, что ВВЗС рассчитывается только на контрольных тестах, которые специально предназначены для этой цели. На проверочных тестах ограничиваются расчетом интегральных показателей стимулов и последующим (на основе ИП) ранжированием стимулов данного теста. Стимул, получивший максимальный положительный ИП, признается ситуационно значимым с той вероятностью, которая была рассчитана на контрольных тестах.

Затем на основании выделившегося ситуационно значимого стимула принимается обвинительная или оправдательная версия.

Специалисту необходимо помнить о том, что вероятность выделения значимого стимула (на контрольных тестах) должна достигать не менее 85%. В противном случае, в соответствии со стандартом полиграфной школы КГБ СССР, результаты проверки признаются невалидными [19].

## **3 Реализация принятых методов обработки данных полиграфного обследования в КПС «Полигон»**

### **3.1 Проблема реализации традиционных методов обработки данных**

#### **3.1.1 К разработке моделей и подсистемы обработки данных обследований**

Анализируя общепринятые сегодня модели обработки полиграмм, специалисты отмечают: «системы оценки трудно непосредственно сравнивать между собой ввиду разной терминологии и отсутствия достаточного объема опубликованных деталей» [29].

Применительно к алгоритмам автоматизированной обработки данных, в настоящее время существуют лишь (sic!) публикации описательного характера: «...отсутствие информации связано с заинтересованностью фирм-разработчиков программ в сохранении тайны алгоритмов обработки и оценки правдивости (лжи) обследуемого субъекта» [7].

Среди всех доступных для ознакомления публикаций нам не удалось обнаружить ни одного достаточного по полноте описания формального алгоритма обработки данных полиграфных обследований. В то же время, в ряде работ (например, [6], [29], [19]) приводятся фрагменты таких формальных моделей.

Более того, по нашему мнению, бытующие в полиграфологии представления сформированы, в основном, специалистами из сфер психологии, физиологии, криминалистики – т.е. не инженерами, – и в нынешнем виде не предоставляют возможностей для создания эффективной адекватной формальной модели. Поэтому для создания эффективных средств автоматизации для предметной области требуется вначале разработать основополагающую концептуальную модель решаемой задачи.

#### **3.1.2 К проблеме применения адекватных методов математической статистики в обработке данных обследований**

Традиционные методы обработки полиграмм (данных полиграфных обследований) не решают (за исключением метода метрической оценки КГБ СССР) задач математической статистики, таких как проверка статистических гипотез. Принятие целевого решения, зачастую, не сопрягается с вычислением экспертом каких либо вероятностных характеристик.

Период становления современной полиграфологии (1920-1960 гг.) характеризовался приверженностью специалистов к качественной оценке, где степень формализованности оцениваемых данных близка к нулю. Достаточная точность качественной экспертной оценки, проводимой профессиональными немногочисленными полиграфологами, спровоцировала движение полиграфологии в направлении вырабатки эмпирических неформальных моделей принятия решений. Этому способствовал и уровень развития аппаратного обеспечения того времени (аналоговые полиграфы).

Главная задача математической статистики – получение тех или иных вероятностных оценок – до недавнего времени не была востребована полиграфологией. С повышением степени формализованности данных и с появлением возможности автоматизированной их обработки, эксперты-полиграфологи и разработчики полиграфных систем стали обращаться к задаче получения вероятностных характеристик при вынесении целевого решения. При этом остро встали три проблемы, ограничивающие применение существующие методов математической статистики:

- малые объемы выборок;
- неизвестный характер распределения случайных величин (параметров реакций);
- лабильность распределений значений параметров реакций.

Очевидной представляется необходимость обращаться, в первую очередь, к непараметрическим методам математической статистики. Однако лабильный характер распределений параметров реакций накладывает ограничения на применимость и этих методов.

По нашим данным, никто из разработчиков полиграфных систем не преодолел указанные трудности. При разработке каждого конкретного алгоритма обработки данных обследований (полиграмм) следует с особым вниманием относиться к включению в него тех или иных методов математической статистики.

### 3.1.3 Литература по специальной части работы

Источники информации, использованные при выполнении специальной разработки дополнительно к рассмотренным в общей части, относятся к областям математической статистики ([5, 9, 16, 27, 33]), численных методов ([10, 11, 42, 31, 32, 38]), теории цифровой обработки сигналов ([20]), математическому моделированию ([11, 21]), разработке автоматизированных информационных систем ([8, 26]).

Далее по ходу рассуждения, при упоминании тех или иных задействованных в работе понятий, методов, алгоритмов, будут даваться ссылки на содержащие необходимые описания работы.

## 3.2 Концептуальная модель обработки данных обследований

### 3.2.1 Назначение и состав моделей обработки данных полиграфных обследований

Целью этапа обработки данных полиграфных обследований мы устанавливаем, согласно значимость-ориентированной концепции, *определение значимости* для обследуемого стимулов из некоторого множества (т.н. проверочных стимулов).

Модели обработки данных полиграфных обследований определяют задачи, методы и алгоритмы преобразования данных полиграфных обследований для достижения цели этапа обработки данных.

На концептуальном уровне модели задают понятийный аппарат и принципы, закладываемые в основу формальных моделей. Формальные модели определяют структуру обрабатываемых данных и последовательность операций над ними, т.е. алгоритмы их преобразования в искомый результат.

Концептуальная модель базируется на психофизиологической теории *направленной актуализации личностно-значимых смыслов* [19] и значимость-ориентированной концепции полиграфных проверок.

### 3.2.2 Информационная модель процедуры полиграфного обследования

В своем докладе [4] мы впервые предложили информационную модель полиграфного обследования (рис.5).

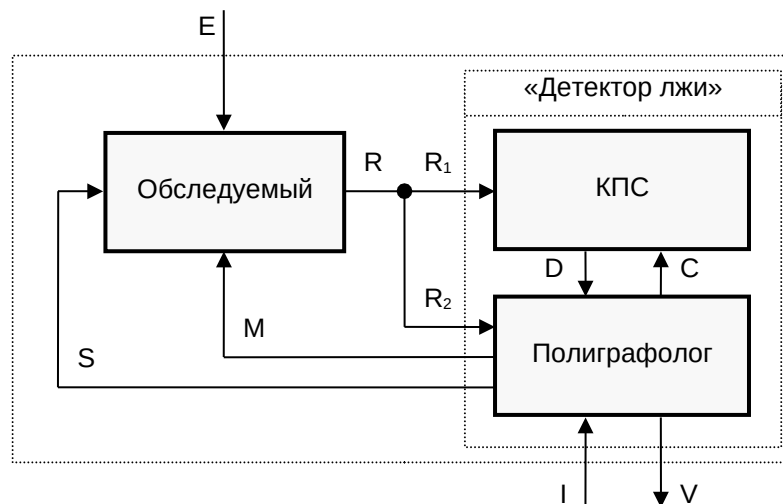


Рис.5. Информационная модель процедуры СПФО.

На рисунке 5 латинскими буквами обозначены:

*S* – стимулы, предъявляемые обследуемому.

*E* – влияние внешней среды на психофизиологическое состояние обследуемого.

*M* – управляющие воздействия (директивы, психологические воздействия) полиграфолога на обследуемого.

*R* – комплекс физиологических и поведенческих реакций обследуемого в ответ на стимулы и экзо- и эндогенные возмущения. Реакции разделяются на регистрируемые КПС ( $R_1$ ) и регистрируемые экспертом непосредственно ( $R_2$ ).

*D* – данные (о реакциях), зарегистрированные и обработанные КПС.

*C* – управление работой КПС.

*I* – знания об объекте исследования (обследуемом), полученные экспертом вне обследования.

$V$  – выводы эксперта относительно исследуемых свойств объекта (обследуемого) (целевое решение).

Важным свойством предложенной модели является то, что в отличие от классической бихевиористской схемы «стимул – реакция», постулируется зависимость «выхода», т.е. реакций  $R$ , не от одного лишь «входа» (стимулов  $S$ ), но и от воздействий  $M$  и  $E$  (причем  $E$  трактуется не столько как «помеха» из теории управления, сколько как комплекс сходных по результатам воздействия с  $S$  и  $M$  внешних факторов), а также от эндогенных факторов (объект обследования является активной системой!).

### 3.2.3 Связь психофизиологического состояния обследуемого с сигналами, регистрируемыми полиграфом

#### 3.2.3.1 Полиграфные сигналы как отображение параметров состояния обследуемого

В соответствии со схемой полиграфного психофизиологического обследования (рис.), психологические стимулы ( $S$  на рис.5) изменяют психологическое состояние (обозначим его  $\Psi$ ) обследуемого. Состояние  $\Psi$  зависит от многих, в том числе принципиально неучитываемых, факторов. В условиях психофизиологического обследования необходимо наблюдать взаимодействие  $\Psi$  и  $s \in S$ . Постулируется, что существует некоторая зависимость

$$\vec{\Psi} = \vec{\Psi}(s), \quad (6)$$

в которой  $\Psi$  рассматривается как функция только от стимула  $s$  вследствие попытки минимизации влияния всех прочих факторов. Главнейшая задача полиграфолога и состоит в том, чтобы в рамках обследования, путем применения специальных психотехнических и психофизиологических приемов обеспечить выполнение условия (6).

Далее, учитывая наличие психофизиологического феномена, и применяя методологический принцип психофизиологии (полиграфологии), утверждаем:

$$\vec{R} = (\vec{R}_1, \vec{R}_2) \propto \vec{\Psi}, \quad (7)$$

(обозначения  $R$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  вводятся в модели на рис.5). Условие (7) формулируется как принцип взаимосвязи параметров психического и физиологического состояний. В полиграфном обследовании принцип (7) используется в одном направлении: утверждается, что параметры физиологических процессов, сопровождающих психические, отображают (в достаточной степени для целей обследования) параметры психологического состояния.

Физиологические процессы (или показатели<sup>1</sup>)  $R_i = (r_1 \dots r_n)$  регистрируются посредством полиграфа. При этом каждому из показателей  $r_i$  ставится в соответствие сигнал полиграфного датчика (или электрода)  $u_i$ . Механизм формирования сигналов  $u$  включает в себя два важных этапа ([1]): 1) получение отображение физиологического процесса с помощью аналогового датчика (или электрода) и 2) дискретизация сигнала с датчика по уровню и по времени преобразовательными каскадами компьютерного полиграфа.

Каждый дискретный сигнал  $u$  характеризуется набором своих параметров  $P_u$ , причем входящие в этот набор параметры могут иметь различный характер: моментальные (например, уровень в момент времени), интервальные (например, средний уровень на интервале); амплитудно-частотные (в общем случае) и специфические для конкретного типа сигнала (например, длительность RR интервала кардиограммы).

С учетом допущений (6) и (7), эти параметры  $P_u$  каждого из полиграфных сигналов рассматриваются как (в некотором роде) отображения параметров состояния обследуемого. На практике наблюдается некоторая зависимость значений компонентов  $P_u$  от стимулов, предъявляемых обследуемому. Следовательно, через параметры  $P_u$  возможно проследить психологическое влияние стимулов на обследуемого и оценивать информационно-психологические свойства этих стимулов.

Утверждение о наличии (опосредованной) связи параметров сигналов, регистрируемых полиграфом, с подлежащими выявлению свойствами стимулов, предъявляемых обследуемому, фактически лежит в основе всех методов обработки данных полиграфных обследований. Вместе с тем, при разработке и описании всех без исключения традиционных методик, никто из специалистов-полиграфологов ранее не выполнил анализа, достаточного по глубине для выявления этого основополагающего принципа обработки данных полиграфных обследований.

<sup>1</sup> Под физиологическим показателем понимают «деятельность органа или системы в числовом представлении» [7], а точнее – параметр физиологического процесса [24]. Мы также используем понятие физиологического параметра – параметра физиологического сигнала.

### 3.2.3.2 Динамика физиологических показателей

Под *динамикой состояния или показателя* понимается изменение во времени значений его параметров, и, более узко, характер (тенденция) таких изменений.

Динамика сигналов, регистрируемых полиграфом (выше эти сигналы обозначены как  $y_i$ ), отражает (с некоторыми оговорками) динамику соответствующих физиологических показателей обследуемого (на рис.5 они обозначены  $R_i$ ).

### 3.2.3.3 Типы динамики физиологических сигналов

Динамику сигналов, регистрируемых полиграфом (имеются в виду основные сигналы), удобно характеризовать физиологичностью и реактивностью. Предлагаемая классификация динамики полиграфных сигналов приведена на рис.6.

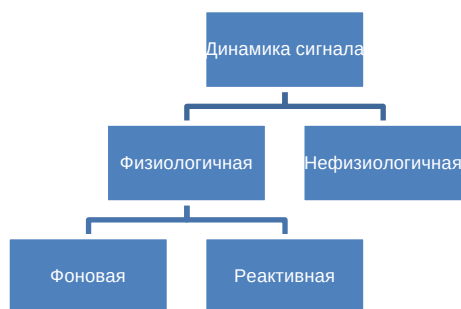


Рис.6. Типы динамики полиграфных сигналов.

*Физиологичность сигнала* – характеристика того, отражает ли сигнал динамику того физиологического показателя (процесса), которому поставлен в соответствие. Сигналы, регистрируемые полиграфом, могут не отражать физиологических показателей обследуемого (например, из-за неверной настройки датчиков). Сигналы могут отражать помимо физиологических процессов и нефизиологические воздействия на датчики и электроды (механические, электромагнитные), или порождаться неисправностями датчиков и сенсорного блока.

*Реактивность сигнала*, определенная для физиологичных сигналов, есть степень отклонения текущей динамики сигнала от фоновой его динамики. Напомним, что под фоновой динамикой понимается (по Ю.И.Холодному) относительно стабильная динамика физиологического показателя обследуемого, пребывающего в состоянии покоя; во время полиграфного обследования состояние покоя – это «состояние сидящего человека, которому не задают вопросов».

Динамика физиологичного сигнала, характеризующаяся сравнительно большой реактивностью, называется *реактивной*.

### 3.2.3.4 Понятие артефакта в аспекте динамики полиграфных сигналов

Во введенных для описания динамики полиграфных сигналов терминах можно дать определение артефакта. Артефакт заключается в присутствии на рассматриваемом участке полиграммы сигнала с нефизиологичной динамикой, а также, если рассматриваемый участок – межстимульный интервал, – в наличии на нем сигнала с реактивной динамикой.

Отметим, что некоторые специалисты расширяют понятие артефакта, включая в него произвольные физиологические реакции обследуемого (вызываемые им с целью противодействия).

Можно дать следующее емкое определение артефакту на полиграмме: *артефакт* – это реакция, вызванная не стимулом, а также любая нефизиологичность полиграфного сигнала.

## 3.2.4 Понятие реакции . Характеристики реакции

### 3.2.4.1 Понятие реакции

Реакция – одно из ключевых понятий в полиграфологии. Оно имеет много оттенков: от близкого к общедисциплинарному до «интервала на полиграмме, на котором наблюдаются сильные изменения динамики физиологических показателей». Основная трактовка понятия реакции в полиграфологии подразумевает под реакцией изменение динамики физиологических процессов в организме обследуемого, вызванное предъявленным обследуемому стимулом. Реакция наблюдается на полиграмме в правой окрестности маркера предъявленного стимула.

Информацию о реакции несут физиологические сигналы, регистрируемые полиграфом, а само «изменение динамики» характеризуется параметрами этих сигналов. Такая трактовка легко согласуется с

общесистемным определением реакции как ответа системы на воздействие. Ответ системы выражается в изменении параметров состояния системы, и, возможно, ее выходных параметров.

*Реакцию* обследуемого на стимул мы определяем как изменение значений физиологических параметров состояния обследуемого, вызванное этим стимулом.

Говоря о реакции на полиграмме, имеют в виду соответствующий этой реакции участок полиграммы: совокупность фрагментов полиграфных сигналов и их параметров.

### **3.2.4.2 Параметры реакций**

Принципиально, что параметры полиграфных сигналов можно рассматривать как отображения параметров состояния обследуемого. В соответствии с методическим принципом полиграфологии, на основе анализа параметров сигналов, регистрируемых полиграфом, становится возможным делать выводы об изменении параметров состояния обследуемого как физиологического, так и психического характера.

*Параметры реакции* – это параметры регистрируемых полиграфом сигналов или производные от этих параметров величины, характеризующие сигнал в некоторой окрестности стимула, вызвавшего реакцию. Параметры сигналов могут быть различны: они являются амплитудно-частотными в общем смысле (например, дискретный спектр как векторный параметр любого полиграфного сигнала), либо специфическими для сигнала определенной природы (например, длительность интервала RR кардиограммы).

Значения параметров реакции изменяются от стимула к стимулу. Различные стимулы вызывают различные изменения параметров состояния обследуемого.

### **3.2.4.3 Выраженность и сила реакции**

Связь между параметрами реакции и значимостью стимулов проявляется в различии т.н. силы реакций на разные стимулы.

В среде специалистов-полиграфологов нет единого толкования терминов «выраженность реакции» и «сила реакции», хотя оба они используются более чем широко. Предлагается четкое разграничение этих двух понятий.

Под *выраженностью реакции* предлагается понимать степень отличия значений параметров реакций от их фоновых значений. Отметим, что понятие выраженности реакции соотносится с понятием реактивности динамики.

*Сила реакции* – относительная характеристика выраженности реакции, получаемая сравнением выраженности данной реакции с некоторой «опорной» выраженностью.

### **3.2.4.4 Субъективно-качественный подход к оценке реакций**

Выраженность и сила реакций экспертом оценивается, как правило, субъективно-качественно. Под этим понимается следующее. Во-первых, оценка дается по номинальной или ординальной шкале («сильная», «слабая», «большая» и т.п.). Во-вторых, факторы, влияющие на результат оценки, практически не формализованы. Параметры реакций, на основе анализа которых и выполняется определение выраженности и силы реакций, не измеряются, а оцениваются, что называется, «на глаз». При этом, набор параметров, подвергающихся рассмотрению экспертом, может быть различен от реакции к реакции.

Субъективно-качественный подход предъявляет высокие требования к объему экспертного опыта, знанию экспертом эмпирических правил сравнения реакций друг с другом. Этот подход лежит в основе качественной и, по большому счету, балльной систем обработки полиграмм.

### **3.2.4.5 Метрический подход к оценке реакций**

Метрический подход к оценке реакций противопоставляется субъективно-качественному. Он характеризуется, во-первых, тем, что вполне определенные параметры реакции измеряются по вполне определенному алгоритму, и, во-вторых, неизменностью (от реакции к реакции) набора анализируемых параметров.

Метрический подход является основой всех формальных моделей обработки данных полиграфных обследований.

### **3.2.4.6 Свойства реакций**

#### **3.2.4.6.1 Неспецифичность реакций**

Физиологические реакции, регистрируемые в ходе полиграфного обследования, *неспецифичны* по отношению к своей причине. Это означает, что на основе анализа параметров реакции принципиально



невозможно установить причину реакции<sup>1</sup>. Явления и процессы различного содержания и даже различной природы (например, разнообразные эмоции, боль и т.п.) могут приводить к идентичным (по наблюдаемым параметрам) физиологическим реакциям.

#### **3.2.4.6.2 Устойчивость (повторяемость) реакций**

Один и тот же стимул, будучи предъявлен в ходе обследования неоднократно, очевидно, должен вызывать у обследуемого сходные между собой реакции<sup>2</sup>. Свойство реакции (на конкретный стимул) сохранять свою выраженность (и силу) сравнительно неизменной от предъявления к предъявлению стимула, будем называть *устойчивостью* реакции.

#### **3.2.4.6.3 Угасание (ослабление) реакций**

В действительности, по психофизиологическим причинам устойчивость реакции, как правило, нарушается (в сторону уменьшения выраженности) по мере повторных предъявлений стимулов теста. Такое явление можно рассматривать как свойство *угасания* реакций на данный стимул в ходе обследования.

Угасание в большей степени характерно для реакций на стимулы, имеющие меньшую значимость для обследуемого.

#### **3.2.4.6.4 Сопряженность параметров реакции**

Важным с точки зрения обработки данных обследования является свойство *сопряженности* параметров реакции, которое заключается в том, что выраженные реакции одновременно проявляются в параметрах, относящихся к различным физиологическим показателям. Говорят, что «реакция наблюдается одновременно по нескольким каналам».

### **3.2.5 Значимость стимула . Показатель значимости стимула**

*Значимость* мы называем главной характеристикой стимула в полиграфной проверке. Значимость стимула как его свойство складывается из: степени значимости стимула и ее априорной и апостериорной известности. Все применяемые разновидности стимулов можно практически однозначно стратифицировать на основании их значимости и необходимости ее выяснения.

Значимость стимула – это степень его апеллирования (по субъективной оценке) к актуальным потребностям субъекта (А.Ю.Бабилов).

Степень значимости стимула характеризуется показателем значимости, который может принадлежать различным шкалам (номинальной, количественной).

Оценка (показатель) значимости стимулов, очевидно, является относительной качественной или количественной характеристикой значимости стимулов, предъявленных обследуемому. Значимость проявляется как: а) свойство стимула вызывать эмоциональные переживания (или другие регистрируемые психофизиологические процессы) у обследуемого; б) характеристика глубины (уровня, силы) вызываемых стимулом эмоциональных переживаний.

В первом случае оценка (показатель) значимости имеет качественный дихотомический характер и указывает на наличие свойства значимости у стимула: «есть значимость» – «нет значимости». Во втором случае оценка может быть как качественной («высокая значимость»), так и количественной (измеряемой по некоторой шкале).

Как было сказано, обработка данных обследования должна привести к формированию оценок значимости каждого из стимулов (проверочных стимулов) обследования. Общепринятый подход, лежащий в основе получения этих оценок, заключается в сравнении по определенным правилам *выраженности и силы реакций* обследуемого на предъявленные ему стимулы друг с другом. Названный общепринятый подход не является строго определенным ни в смысле однозначности понятийного аппарата, ни в смысле формулировки задач обработки данных.

### **3.2.6 Общий принцип решения задачи обработки данных полиграфного обследования**

Основой для определения значимости стимула являются параметры физиологических сигналов, зарегистрированных полиграфом во временной окрестности предъявления обследуемому стимула (т.е. во время реакции обследуемого на стимул). Это обстоятельство покажется самоочевидным инженеру, но, по нашему убеждению, не до конца осознается многими полиграфологами, не имеющими технического образования.

<sup>1</sup> Впрочем, в некоторых случаях можно предположить характер причины, вызвавшей реакцию.

<sup>2</sup> Имеется в виду предъявление стимулов в рамках одного теста.

Принцип определения значимости проверочных стимулов состоит в выяснении связи (по уровням или значениям) между наблюдаемыми параметрами физиологических сигналов и значимостью контрольных (значимых и незначимых) стимулов и последующей экстраполяции этой выявленной связи на проверочные стимулы. Этот принцип нами формулируется впервые; используемые в настоящее время подходы являются частными и нестрогим определенным случаями применения предлагаемого принципа.

### 3.2.7 Информативность параметров реакций и информативные признаки реакций

#### 3.2.7.1 Понятие информативности параметра реакции

Итак, утверждается, что каждый из параметров полиграфных физиологических сигналов связан (находится в зависимости) со значимостью стимула, после предъявления которого сигнал был зарегистрирован, а значение параметра измерено. Силу и направление связи (по значению или уровню) параметра с величиной значимости стимулов мы называем *информативностью* этого параметра. Информативность параметра характеризуется коэффициентом информативности.

Параметры со сравнительно высокой информативностью будем называть информативными параметрами.

#### 3.2.7.2 Понятие информативного признака реакции

*Информативный признак (сильной) реакции* – это некоторая стереотипная динамика информативного параметра реакции, характерная для реакций, вызванных стимулами с большой значимостью. Сведения об информативных признаках реакции можно учитывать в коэффициентах информативности параметров.

#### 3.2.7.3 Паттерны

*Паттерн реакций* (или *паттерн полиграммы*) – стереотипная совокупность информативных признаков, наблюдаемая в реакциях на один или несколько (смежных) стимулов и позволяющая эксперту делать вывод о силе реакций и значимости соответствующих стимулов.

Например, паттерном, склоняющим к принятию оправдательной версии, является совместное устойчивое наблюдение выраженных реакций (наблюдаются информативные признаки) на стимулы типа Control и невыраженных (без информативных признаков) – на стимулы типа Relevant.

Субъективно-качественный подход к оценке полиграмм основан на знании экспертом информативных признаков и паттернов реакций. Применение метрического подхода к оценке полиграмм и автоматизация их обработки практически обесценивает (перекрывает) многие эмпирические правила качественной оценки полиграмм.

### 3.2.8 Симптомокомплекс

#### 3.2.8.1 Понятие симптомокомплекса

Под симптомокомплексом понимается набор информативных параметров и информативных признаков, присущих обследуемому в течение данного обследования.

Формально мы определяем *симптомокомплекс* как нечеткое множество, образованное всеми наблюдаемыми параметрами полиграфных сигналов (параметров реакций). Степень принадлежности параметра к симптомокомплексу определяется информативностью этого параметра (коэффициент информативности также несет сведения об информативных признаках реакции).

Теория нечетких множеств излагается, например, в [26].

#### 3.2.8.2 Генеральный и индивидуальный симптомокомплексы

Существуют параметры, имеющие сравнительно высокую информативность у большинства обследуемых. Такие параметры выявляются по результатам большого числа обследований в отношении разных людей. Эти параметры объединяются в т.н. *генеральный симптомокомплекс*. Параметры, имеющие высокую информативность в данном конкретном обследовании, объединяются в *индивидуальный симптомокомплекс* обследуемого.

### 3.2.8.3 Лабильность симптомокомплекса

Симптомокомплекс характеризуется свойством *лабильности*, заключающимся в том, что информативность и информативные признаки каждого параметра в ходе обследования постепенно изменяются по психофизиологическим причинам, а сам симптомокомплекс как нечеткое множество, таким образом, изменяется во времени.

### 3.2.9 Обобщенная типология стимулов полиграфных проверок

Стимулы полиграфных проверок мы предлагаем различать (в аспекте оценки полиграмм) на верхнем уровне на проверочные, чья значимость а priori не известна и должна быть выяснена, и служебные, чья значимость предполагается оцененной или не нуждается в выяснении. Вводимая классификация стимулов приведена на рис.:

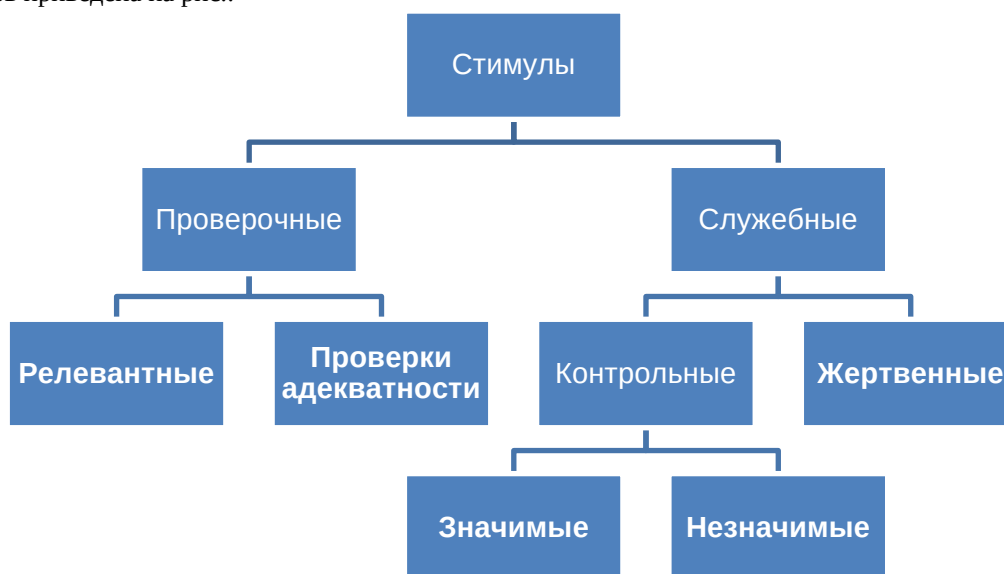


Рис.7. Классификация стимулов полиграфных проверок по А.Ю.Бабикову

Стимул, согласно предложенной классификации, может иметь в тесте один из пяти типов:

1. Проверочный релевантный (или собственно проверочный) – совпадает по определению с классическим типом Relevant. Значимость его а priori не известна и подлежит выяснению.
2. Проверочный проверки адекватности – объединяет в себе классические типы Guilty Complex и Symptomatic. Значимость его а priori не известна, подлежит выяснению. Высокая значимость стимулов проверки адекватности означает неадекватность обследуемого процедуре полиграфной проверки.
3. Контрольный значимый – соответствует классическому Control. Значимость его предполагается высокой.
4. Контрольный незначимый – соответствует классическому Irrelevant (Neutral). Значимость его предполагается низкой.
5. Жертвенный – соответствует классическому Sacrificial и характеризуется тем, что в обработке данных не участвует, и значимость его, таким образом, безразлична.

Введение новой, оригинальной типологии стимулов обосновано по двум причинам:

1. Весь спектр применяемых на практике типов стимулов в нашей типологии стратифицируется по единственному основанию: по значимости стимула. Существующие же классификации используют множество оснований и при этом часто не позволяют однозначно отнести стимул к тому или иному типу.
2. Принятая сегодня терминология в части классификации стимулов складывалась на протяжении десятилетий и является сочетанием терминов, предложенных на различных этапах развития полиграфологии. По этой причине традиционная терминология не учитывает объективно существующие сегодня взаимоотношения между различными типами стимулов. В отечественной терминологии это осложняется еще и применением не вполне удачных переводов американских терминов (наибольшие возражения вызывает использование термина «значимый» для типа Relevant).

### 3.3 Переход к формальной модели обработки данных обследований

#### 3.3.1 Операции получения и обработки данных обследований

На основе разработанной концептуальной модели, операции получения (ввода и регистрации) и последующей обработки данных обследования можно определить так:

1. Ввод программы обследования с априорными данными о стимулах.
2. Проведение обследования, с регистрацией первичных данных о реакциях (сигналов физиологических показателей) и с корректировкой данных о стимулах.
3. Приведение первичных данных о реакциях в форму, удобную для дальнейшей обработки, и композиция этих данных с данными о стимулах.
4. Обработка первичных данных методами цифровой обработки сигналов для получения т.н. «сырых» данных – параметров зарегистрированных сигналов соотнесенных с данными о стимулах.
5. Анализ «сырых» данных с выявлением артефактов и нефизиологических участков сигналов для принятия решения о возможности дальнейшей обработки данных (не входит в задачи настоящей работы).
6. Нормирование «сырых» данных по специальному алгоритму.
7. Формирование набора параметров, используемых для отыскания паттернов, и отыскание паттернов на зарегистрированных полиграммах.
8. Формирование интегральных показателей выраженности реакций на основе нормированных данных и найденных паттернов.
9. Формирование интегральных показателей силы реакций.
10. Формирование интегральных показателей значимости стимулов.
11. Обработка промежуточных и результирующих данных экспертной системой с выработкой целевого решения (не входит в задачи настоящей работы).

Примечание: первые два пункта относятся к операциям ввода и регистрации данных обследования; последний пункт касается выработки целевого решения, что мы считаем прерогативой эксперта.

#### 3.3.2 Укрупненный алгоритм обработки данных обследования

В этом параграфе мы предельно сжато описываем разработанную на основе предложенной концептуальной модели формальную модель обработки данных обследования. Следующие параграфы посвящены подробному описанию предлагаемого алгоритма.

1. Задача обработки данных полиграфных психофизиологических обследований состоит в определении значимости предъявленных обследуемому проверочных стимулов.
2. Под значимостью стимула понимается его способность изменять «психологическое состояние» обследуемого. Изменения психологического состояния, которые провоцируются стимулом, называются реакцией.
3. Показатель значимости стимула (априорно он определен для контрольных стимулов) характеризует силу реакции на стимул. Показатель значимости стимула принадлежит отрезку  $[0; 1]$ : 0 означает отсутствие реакции, 1 соответствует эталонной сильной реакции.
4. Итак, психологическое состояние зависит от предъявленного стимула:  $\Psi = \Psi(s)$ .
5. Психологическое состояние отображается на «физиологическое состояние»:  $\Phi(s): \Psi(s) \rightarrow \Phi(s)$ .
6. Физиологическое состояние отображается на множество сигналов, регистрируемых полиграфом:  $Y(s) = \{y_i(s)\}: \Phi(s) \rightarrow Y(s)$ .
7. Каждый полиграфный сигнал определяется (на стимульном интервале) своими параметрами (параметрами реакции):  $y_i(s) \leftrightarrow P_i(s) = i_i$ .
8. Таким образом, психологическое состояние можно определять через параметры полиграфных сигналов:  $\Psi(s) \leftrightarrow i_i$ .
9. Реакция характеризуется отклонением текущего психологического состояния от фонового психологического состояния под действием предъявленного стимула:  $\Delta\Psi(s) = \Psi(s) - \Psi_0$ .

10. Таким образом, реакцию можно определять через параметры полиграфных сигналов:  
 $\Delta\Psi(s) \leftrightarrow \dot{\lambda} \dot{\lambda}$ , где  $\Delta p_{ij}(s) = p_{ij}(s) - p_{ij}^0$  (фоновый уровень параметра удобно принять за нуль).

11. Значимость стимула связана с тем изменением психологического состояния, которое этим стимулом вызывается:  $\lambda(s) \leftrightarrow \Delta\Psi(s)$ , или  $\lambda(s) \leftrightarrow \dot{\lambda} \dot{\lambda}$ .

12. Опишем множество стимулов, предъявленных в ходе обследования:  
 $\hat{S} = (S^{con} = (s_1^{con} \dots s_k^{con}), S^{rel} = (s_1^{rel} \dots s_l^{rel})) = (\hat{s}_1 \dots \hat{s}_{k+l})$ . Обозначение «con» относится к контрольным стимулам (с априорно известной значимостью), «rel» – к проверочным.

13. Для множества стимулов определено множество показателей их значимости:  
 $\Lambda(s_1 \dots s_n) = (\lambda(s_1) \dots \lambda(s_n))$

$$\tilde{\lambda}(s) = \frac{\sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^{d_i} \alpha_{ij} \Delta p_{ij}^{\dot{\lambda}}(s)}{\sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^{d_i} |\alpha_{ij}|}$$

14. Функционал значимости стимула («теоретическая» значимость):

15. Необходимо ввести операцию нормирования множества (выборки):

$$v(A = \{a_1 \dots a_n\}) := \{v_1 \dots v_n\} : v_i = v(A)_i = \frac{\max A - a_i}{\max A - \min A}$$

16. Нормированные значения параметра сигнала:  $\Delta p_{ij}^{\dot{\lambda}}(\hat{s}_h) = v\left(\left|p_{ij}(\hat{s}_1) \dots p_{ij}(\hat{s}_{k+l})\right|\right)_h$

17. Информативность параметра сигнала:  $\alpha_{ij} = cor\left(\Lambda^{con} = \Lambda(S^{con}), \left|p_{ij}(s_1^{con}) \dots p_{ij}(s_k^{con})\right|\right)$

18. В качестве меры связи двух величин используется  $cor(A = \{a_1 \dots a_n\}, B = \{b_1 \dots b_n\})$  – коэффициент корреляции (ранговой, линейной и др.), принимающий значения из отрезка [-1; 1].

19. После вычисления «теоретической» значимости для всех стимулов обследования получают нормированные значения «теоретической» значимости:  $\tilde{\lambda}^{\dot{\lambda}}(\hat{S}) = v(\tilde{\lambda}(\hat{S}))$ , которые принадлежат отрезку [0; 1], как и показатели априорной значимости.

20. Адекватность построенной модели (функционала) характеризуется коэффициентом:  
 $\beta = cor\left(\Lambda^{con}, \tilde{\Lambda}^{con} = \tilde{\lambda}^{\dot{\lambda}}(S^{con})\right)$ .

21. Достоверность получаемых результатов характеризуется вероятностью выделения значимого стимула (ВВЗС). Задача ее определения сформулирована как задача однофакторного непараметрического анализа. Стимулы с априорно известной значимостью (фактор) распределяются по показателю значимости (уровень) в две (напр., для критерия углового преобразования Фишера) или более (напр., для критерия Краскела-Уоллиса) группы. С помощью выбранного непараметрического критерия проверяется значимость различий «теоретических» (т.е. рассчитанных с помощью построенного функционала) значимостей стимулов из разных групп.

### 3.4 Методы и алгоритмы основных этапов обработки данных обследований

#### 3.4.1 Цифровая обработка физиологических сигналов

Обработка данных обследования включает в себя процедуры преобразования сигналов, регистрируемых компьютерным полиграфом. Основные задачи этих процедур: структурирование и сохранение регистрируемых оцифрованных сигналов; выполнение цифровой фильтрации сигналов; отыскание параметров сигналов.

##### 3.4.1.1 Устройство блока сбора и первичной обработки сигналов

Рассмотрим функциональную схему блока сбора и первичной обработки сигналов компьютерного полиграфа на примере устройства «Поларг» модификации «DX3070» (рис.8). Источник приведенной ниже информации – техническая документация по устройству «Поларг DX3070», защищенному Патентом РФ [34].

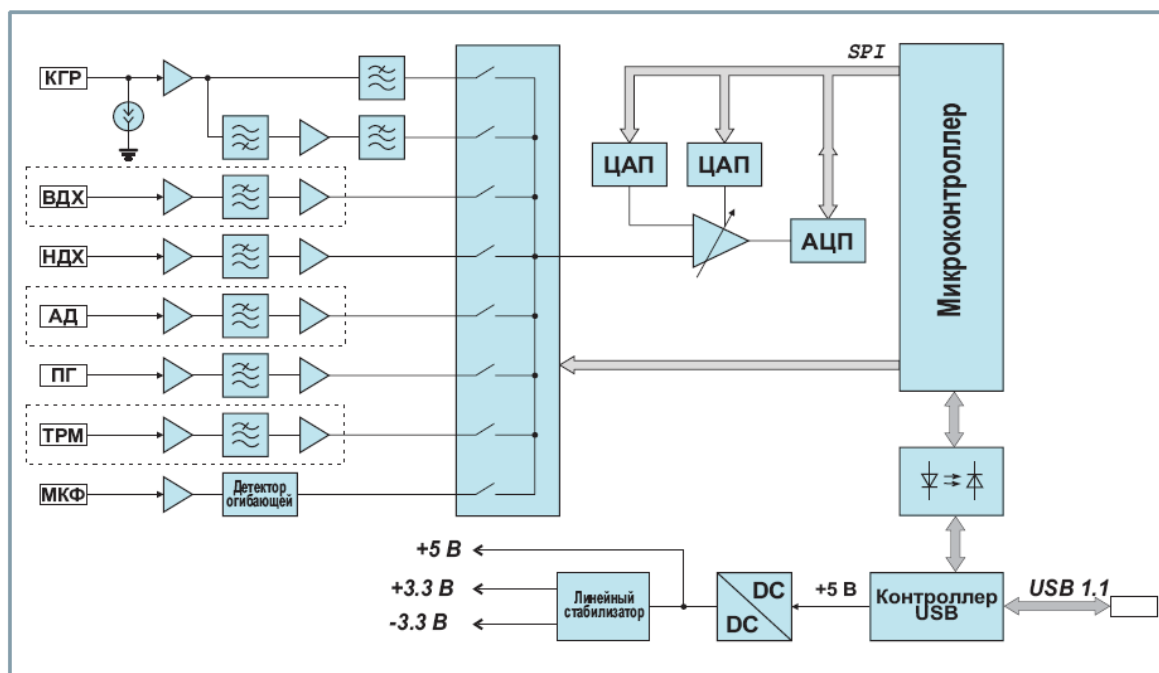


Рис.8. Функциональная схема сенсорного блока «Поларг DX3070».

Работа блока сбора и предварительной обработки данных организована следующим образом. Восемь выходов усилителей сигналов датчиков после предварительного усиления и фильтрации попеременно подключаются через коммутатор к входу инструментального усилителя (усилитель с регулируемым коэффициентом усиления). С выхода инструментального усилителя сигнал поступает на 12-разрядный АЦП.

Инструментальный усилитель позволяет согласовать размах сигналов датчиков с входным диапазоном АЦП. Кроме того, усилитель служит для компенсации постоянной составляющей сигналов датчиков, для чего на один из его входов подается напряжение с ЦАП.

Коммутатор, АЦП и два ЦАП инструментального усилителя управляются микроконтроллером по стандартной шине SPI (трехпроводный последовательный интерфейс).

Значения усиления и смещения по каждому каналу передаются в микроконтроллер из персонального компьютера по интерфейсу USB 1.1.

Микроконтроллер производит первичную обработку сигналов датчиков и, затем, передает информацию в компьютер по интерфейсу USB 1.1. Драйверы интерфейса снабжены оптронной гальванической развязкой.

Питание на схему блока поступает через изолирующий конвертер +5В/+5В.

Для контроля исправности датчиков и соединительных кабелей блок обработки формирует тестовый сигнал частотой 0,7 ... 0,8 Гц, подаваемый во все каналы, кроме канала МКФ.

Аналогичная (с некоторыми вариациями) функциональная схема реализована во всех выпускаемых сейчас отечественных полиграфах.

### 3.4.1.2 Модели регистрируемых полиграфом физиологических сигналов

При разработке подсистемы обработки данных полиграфных обследований нами были разработаны модели физиологических сигналов, регистрируемых полиграфом [18].

#### 3.4.1.2.1 Кожно-гальваническая реакция

Электрические свойства кожи закономерно связаны с психофизиологическим состоянием человека. Электрическая активность кожи во многом определяется активностью потовых желез. Активность потовых желез отражает определенные события, происходящие в головном мозгу. Как показывают исследования (см. в [24], [30], [36], [39]) величина (выраженность) КГР примерно пропорциональна интенсивности внутреннего переживания (интенсивности стресса) испытуемого.

КГР как полиграфный сигнал связана с первой производной по времени от сопротивления кожи постоянному току.

Ниже приведен перечень параметров реакции КГР. Речь идет о *первичных* параметрах, т.е. о таких, которые находятся из непосредственных данных, полученных с полиграфа. Исходными данными

являются: табличнозаданная функция  $y(t)$  – собственно динамика КГР, и множество точек  $S_i$  на оси времени, соответствующих моментам предъявления стимулов.

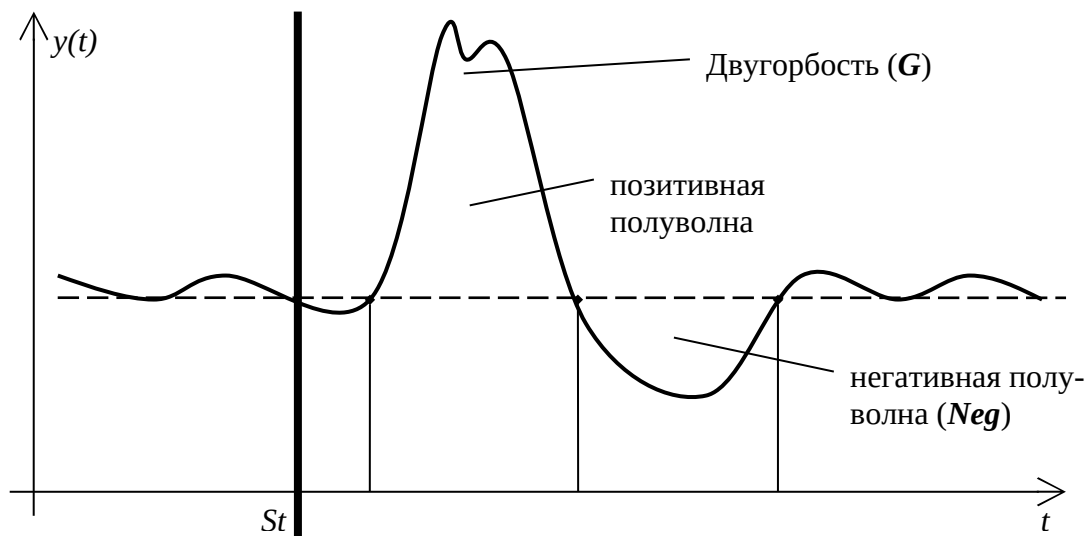


Рис.9. Модельный вид сигнала КГР в области реакции.

Таблица 13. Параметры структуры реакции КГР.

Обозначение	Описание
<b><i>Neg</i></b>	Величина <i>Neg</i> указывает, имеет ли место негативная полуволна ( <b><i>Neg</i></b> = 1, если имеет; <b><i>Neg</i></b> = 0, если нет)
<b><i>G</i></b>	Величина <i>G</i> указывает, имеет ли место двугорбость (на позитивной полуволне) ( <b><i>G</i></b> = 0 если нет; (0;1], если есть), если двугорбость имеет симметричный характер, <b><i>G</i></b> = 1. Таким образом, величина <i>G</i> пропорциональна степени приближенности данной реакции к симметричной двугорбости.

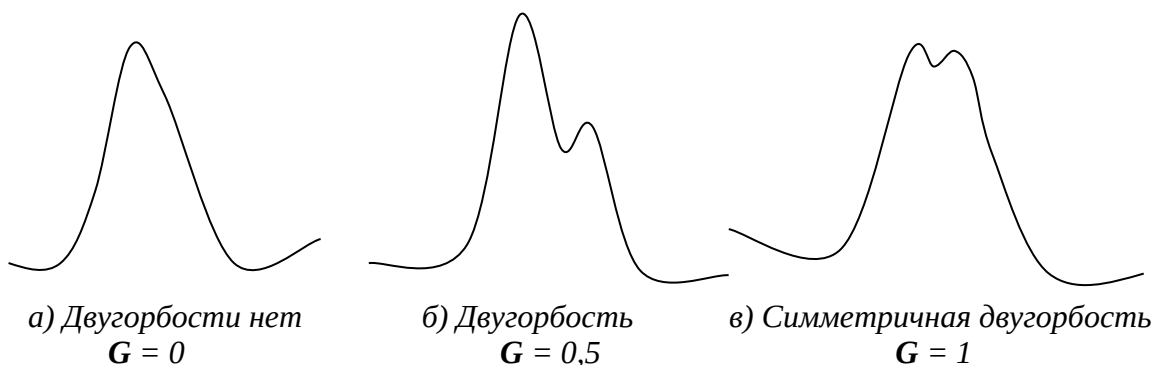


Рис.10. Параметр, характеризующий двугорбость КГР.

Таблица 14. Границы временных участков развития реакции КГР.

Обозначение	Описание
$St$	Отметка момента окончания озвучивания вопроса («стимул»)
$x1$	Начало реакции (начало позитивной полуволны)
$x2$	Пик реакции (пик позитивной полуволны)
$x3$	Конец позитивной полуволны (начало негативной полуволны)
$x4$	Пик негативной полуволны
$x5$	Конец реакции (конец негативной полуволны)

Примечание: если негативная полуволна отсутствует, то  $x3=x4=x5$ .

Таблица 15. Временные участки развития реакции КГР.

Обозначение	Формула	Описание
$T_{lat}$	$x1-St$	Латентное время (конкретной реакции)
$Dt+$	$x2-x1$	Время нарастания
$T+$	$x3-x1$	Длительность позитивной полуволны (длительность реакции)
$Dt-$	$x4-x2$	Время спада
$T-$	$x5-x3$	Длительность негативной полуволны
$T$	$x5-x1$	Длительность реакции полная

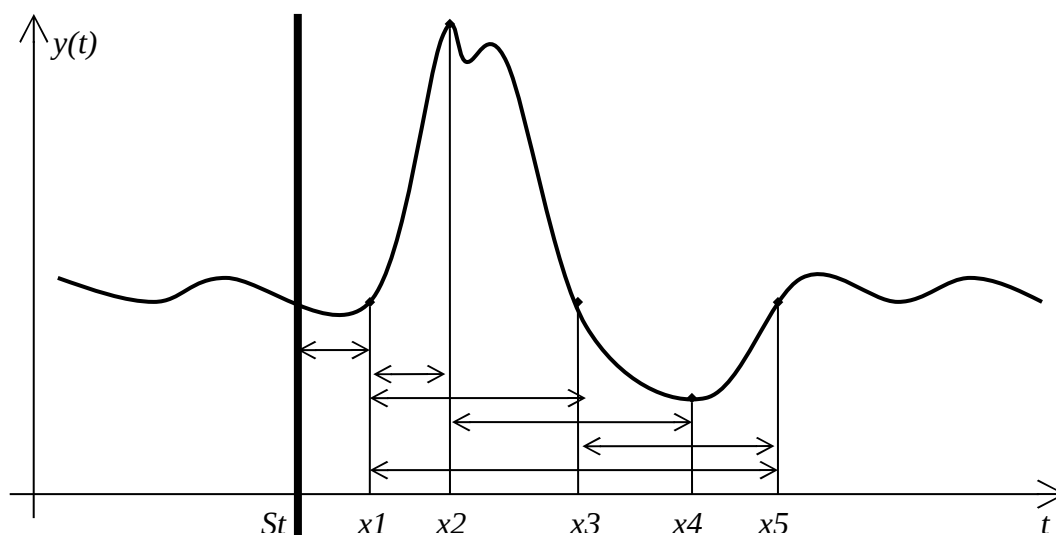


Рис.11. Временные участки развития реакции КГР и их границы.

Таблица 16. Амплитудные параметры реакции КГР.

Обозначение	Формула	Описание
$Y0$	горизонталь через функцию в точках $St, x1, x3, x5$	Средняя линия (изолиния) КГР (рассчитывается для каждой реакции).
$B+$	$ y0 - y(x2) $	Размах позитивной полуволны
$A+$	$y(x2)$	Амплитуда реакции (пик позитивной полуволны)
$B-$	$ y0 - y(x4) $	Размах негативной полуволны
$A-$	$y(x4)$	Пик негативной полуволны
$B$	$y(x2) - y(x4)$	Размах реакции



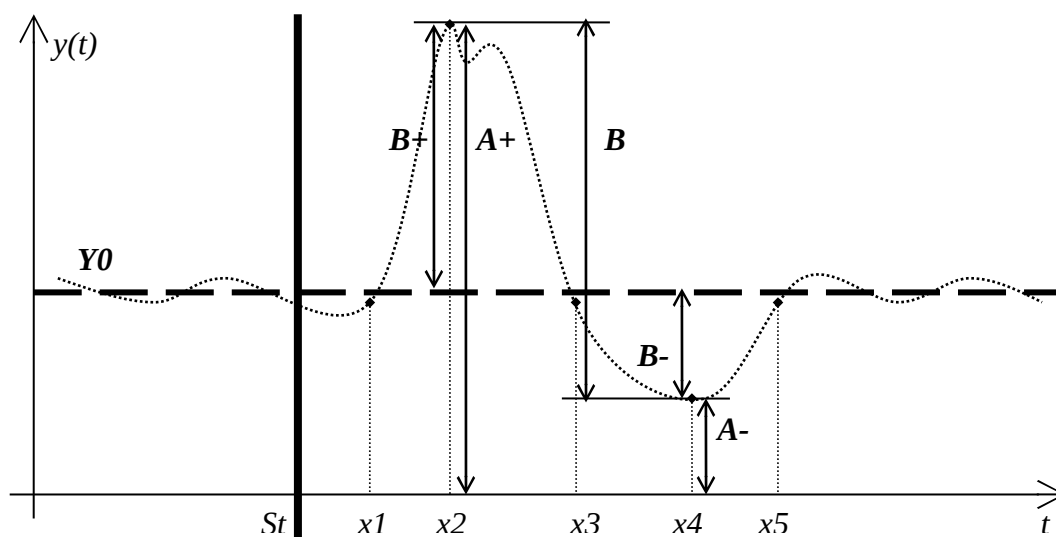


Рис.12. Амплитудные параметры реакции КГР.

Таблица 17. Мощностные параметры реакции КГР.

Обозначение	Описание
<b>S+</b>	Площадь между средней линией и позитивной полуволной
<b>S-</b>	Площадь между средней линией и негативной полуволной
<b>L</b>	Длина линии КГР (кривой) от St до конца интервала анализа

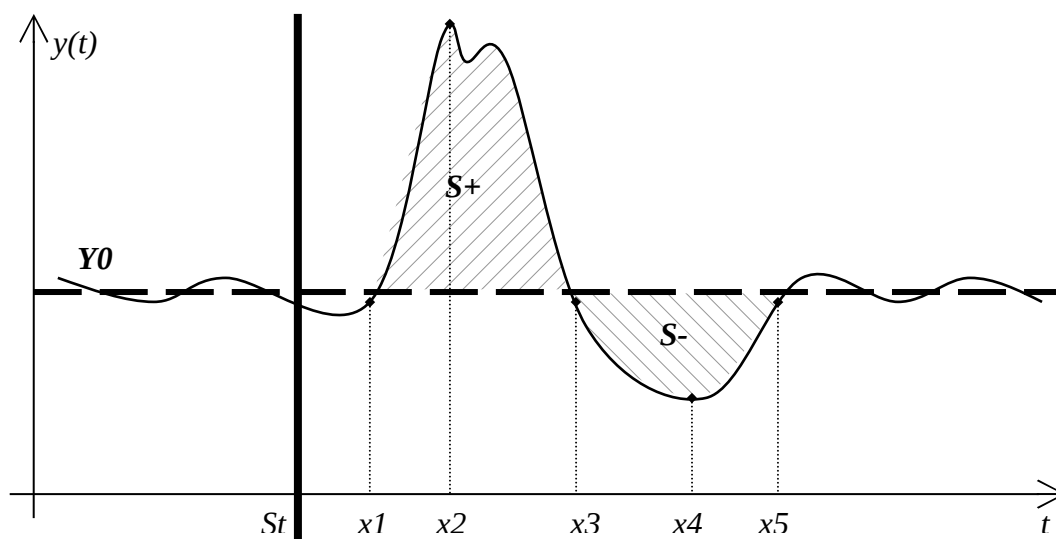
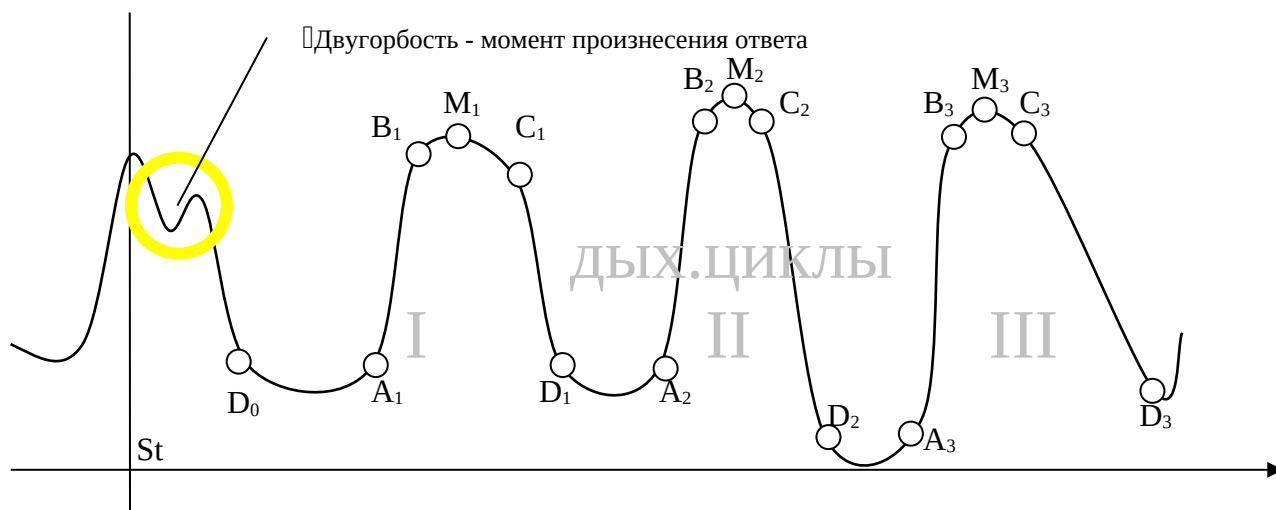


Рис.13. Мощностные параметры реакции КГР.

Дополнительно отметим, что сигнал КГР в сравнении с регистрируемыми сигналами активности респираторной и сердечно-сосудистой систем организма является в большей степени производным по отношению к реально происходящим в организме обследуемого физиологическим процессам. Под этим мы подразумеваем, что сигнал КГР находится в более сложной зависимости от фактически регистрируемых с помощью датчиков (электродов) физиологических параметров, чем кардио- и респираторные сигналы. Два последних, находятся в пропорциональной или даже линейной зависимостях от соответствующих регистрируемых показателей; сигнал же КГР имеет сложную дифференциальную зависимость от регистрируемого сопротивления кожи постоянному току (ЭКП).

#### 3.4.1.2.2 Респираторные каналы (ВДХ, НДХ)



□ Для двух известных точек  $A$  и  $B$  на плоскости графика дыхания число  $dy(A,B)$  есть модуль разности их ординат, а  $dx(A,B)$  – модуль разности их абсцисс.

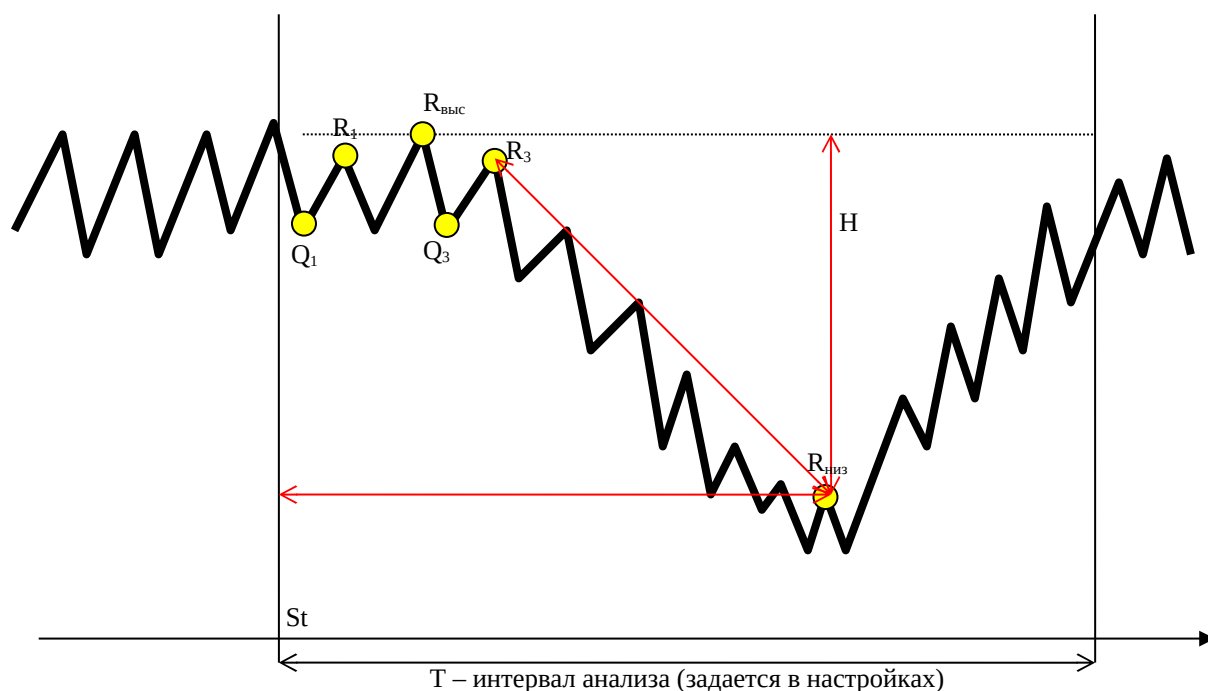
Обозначим  $i$  – номер цикла, начиная с первого после ответа (□ не считая цикла, который совпал с ответом).  $A_i$  – точка начала вдоха,  $B_i$  – точка завершения вдоха,  $M_i$  – точка максимума цикла,  $C_i$  – точка начала выдоха,  $D_i$  – точка завершения выдоха. Часто точки  $B$ ,  $M$ ,  $C$  совпадают.

□ ДЛЛка должна (отдельно) формировать массив точек  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $M$  для всех дыхательных циклов в полиграмме (т.е. без учета отметок о стимулах и без учета интервалов анализа).

Необходимо отыскивать для  $i = 1, 2, 3$ :

1. $dy(A_i, M_i)$ – амплитуда $i$ -го цикла.
2. $dy(A_i, B_i)$ – глубина вдоха.
3. $dy(C_i, D_i)$ – глубина выдоха.
4. $dx(A_i, B_i)$ – время вдоха.
5. $dx(C_i, D_i)$ – время выдоха.
6. $dx(A_i, B_i) / dx(C_i, D_i)$ – индекс Штерринга.
7. $dx(A_i, D_i)$ – длительность цикла.
8. $dx(A_i D_{i-1})$ – длительность «нижнего блока» перед циклом.
9. $dx(B_i C_i)$ – длительность «верхнего блока».
10. Площадь между кривой $A_i D_i$ и осью времени (прямой $y=0$ ).
11. $dx(A_1, M_3)$ – длительность двух с половиной циклов.
12. Длину прямой $A_1 D_2$ .
13. Длину кривой $A_1 D_3$ (длину линии дыхания).

### 3.4.1.2.3 Кардиоканалы (ПГ, ФПГ, АД)



Точки минимумов пульсограммы будем обозначать  $Q_i$ , точки максимумов –  $R_i$ , где  $i$  – номер кардиоцикла.

ДЛЛка должна (отдельно) находить все точки  $Q$ ,  $R$  на всём длиннике полиграммы.

Внутри интервала анализа счет кардиоциклов начинается с первого начавшегося после отметки  $St$ .

Если величины  $i$ ,  $j$  не заданы в настройках (пользователем), то они выбираются на этапе формирования симптомокомплекса оптимальным образом из множеств:  $i \in \{3, 5, 7\}$ ,  $j \in \{8, 10, 12, 14, 16\}$  и остаются фиксированными (неизменными) для всех полиграмм всех обрабатываемых тестов.

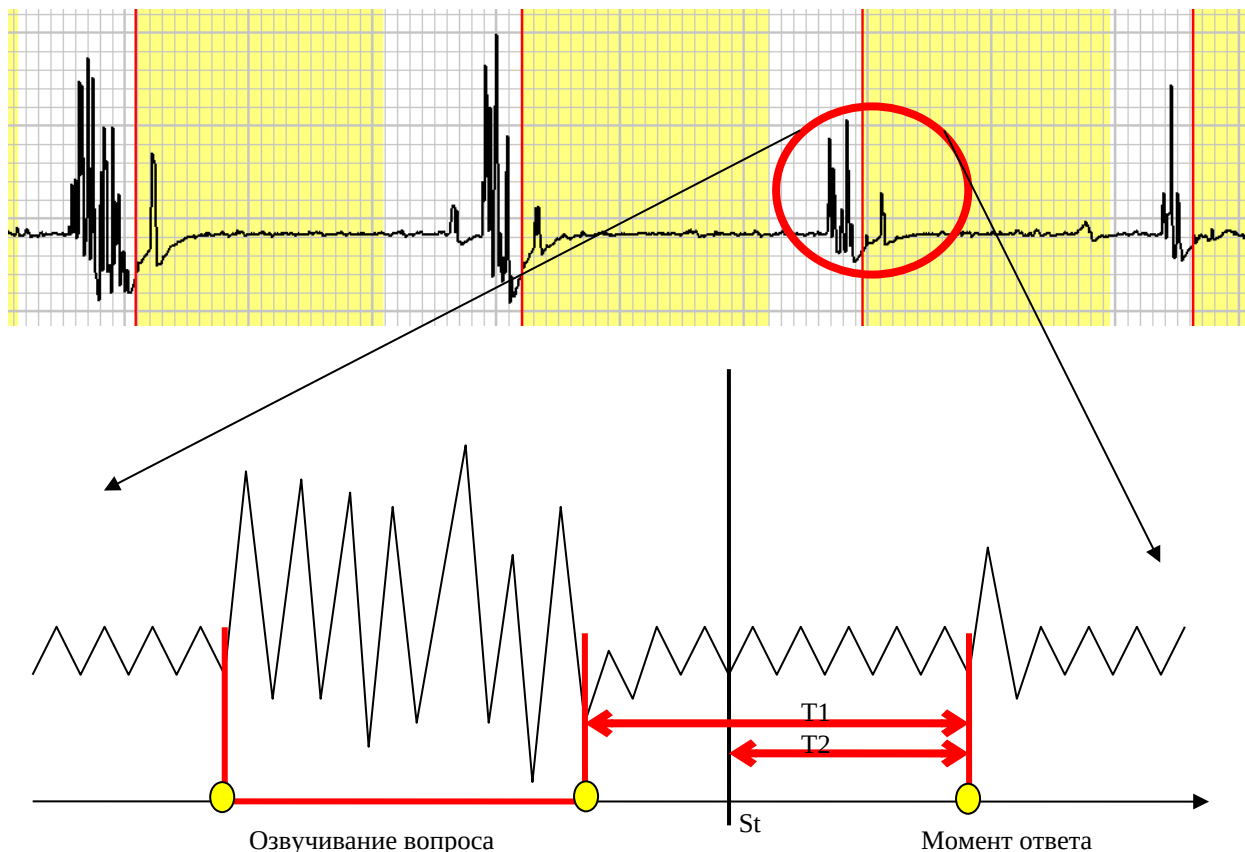
$R_{\text{низ}}$  обозначает самый «глубокий» максимум на интервале  $i$ - $j$ , т.е. имеющий минимальную в интервале  $i$ - $j$  ординату.  $R_{\text{выс}}$  – самый «высокий» максимум между  $St$  и  $R_{\text{низ}}$ .

Необходимо отыскивать для заданных фиксированных  $i, j$ :

1. $dx(R_i, R_j)$ – время от $i$ -го до $j$ -го максимума.
2. Амплитуду систолы максимальную (на отрезке $i-j$ ).
3. Амплитуду систолы минимальную (на отрезке $i-j$ ).
4. Амплитуду диастолы максимальную (на отрезке $i-j$ ).
5. Амплитуду диастолы минимальную (на отрезке $i-j$ ).
6. $H = dy(R_{\text{выс}}, R_{\text{низ}})$ – максимальную разность ординат двух максимумов.
7. $dx(St, R_{\text{низ}})$ – время от $St$ до самого глубокого максимума.
8. Длину прямой $R_3 R_{\text{низ}}$ .
9. Количество $N_{\text{max}}$ максимумов на внутривосстановительном интервале.
10. Среднюю частоту $F$ пульса на внутривосстановительном интервале, как отношение количества максимумов на внутривосстановительном интервале к длительности интервала в секундах, умноженное на 60: $F=60 \cdot N_{\text{max}}/T$ , где $T$ – длительность интервала анализа в секундах ( $T$ задается в настройках в секундах или миллисекундах (уточнить!) ). Единицей измерения $F$ получается [удар/минута].
11. Длину линии (ломаной) пульса от $St$ до конца внутривосстановительного интервала.

#### 3.4.1.2.4 Аудиоканал (МКФ)

Сигнал МКФ – это огибающая звукового сигнала, принимаемого микрофоном. Сигнал МКФ позволяет приблизительно судить о длительности и сравнительной громкости звуков. Анализируя график МКФ мы можем локализовать моменты начала и окончания озвучивания вопроса, момент ответа, а также выявить некоторые артефактные реакции, вызванные кашлем испытуемого или громкими внешними звуками.



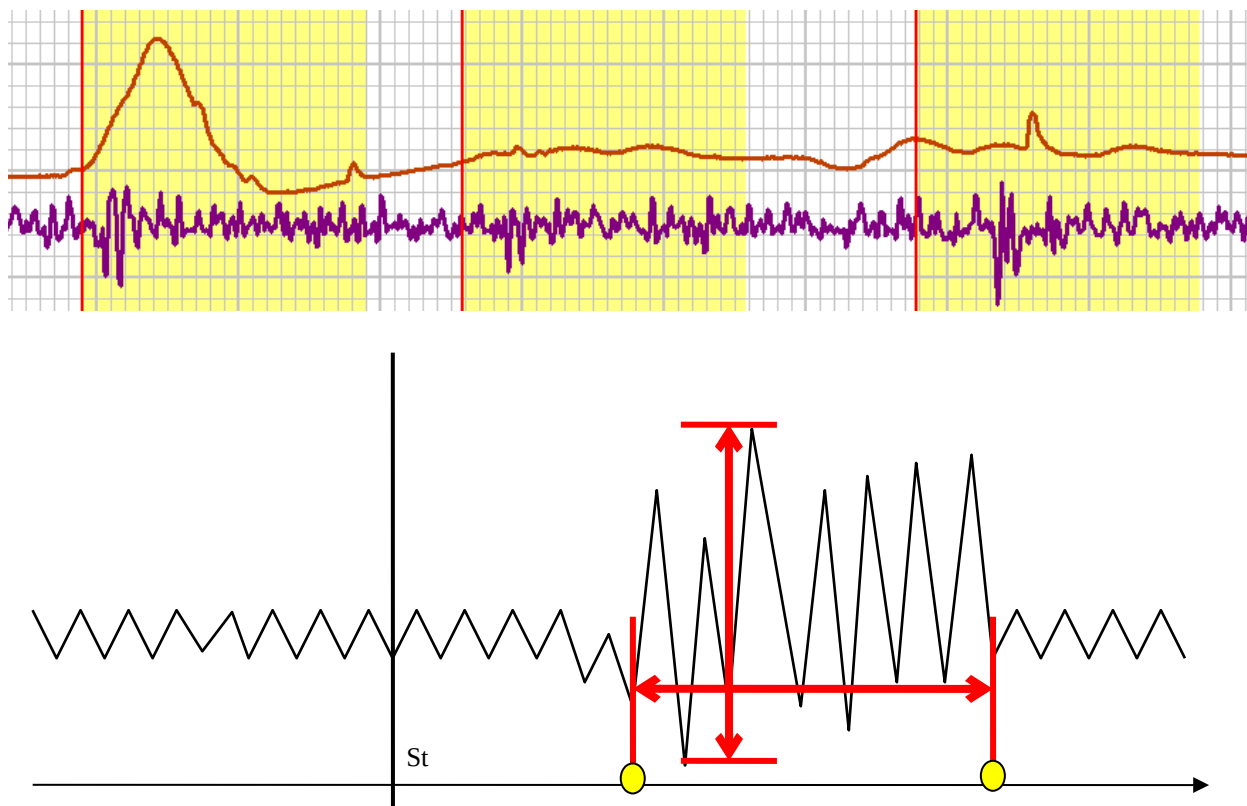
Нахождению подлежат абсциссы начала и окончания всех заметных изменений сигнала на всей полиграмме, а для каждого стимула нужно определять времена (длительности)  $T1$  и  $T2$  (см. рисунок выше):

- |   |
|---|
| 1. Время $T1$ между окончанием озвучивания вопроса и моментом ответа. |
| 2. Время $T2$ между отметкой $St$ о стимуле и моментом ответа.        |

Примечание: момент ответа не всегда четко виден на графике МКФ; момент ответа определяется совместным анализом сигналов МКФ, ВДХ, НДХ. В респираторных сигналах в момент ответа наблюдается двугорбость.

#### 3.4.1.2.5 Канал двигательной активности (ТРМ)

Структура сигнала ТРМ аналогична структуре сигнала МКФ. На рисунке показаны графики КГР и ТРМ:



Нахождению подлежат абсциссы начала и окончания всех заметных изменений сигнала на всей полиграмме, а на каждом внутрестимульном интервале нахождению подлежат:

- |   |
|---|
| 1. Максимальная амплитуда (размах) на отрезке от $St$ до $(St+5 \text{ сек})$ . |
| 2. Длительность сильного сигнала (0, если нет сильного сигнала).                |

#### **3.4.1.2.6 Артефакты на полиграммах**

Изменения динамики физиологических показателей, не связанные с реакцией испытуемого на предъявленный стимул, называются артефактами, или артефактными реакциями. По источнику артефактной реакции различают эндо- и экзогенные (относительно обследуемого) артефакты.

##### **3.4.1.2.6.1 Эндогенные моторные (механические) артефакты**

Наиболее легко выявляемым признаком (и причиной) эндогенного артефакта является двигательная (вазомоторная) активность испытуемого (произвольная или непроизвольная):

1. Движения рук и ног, пальцев.
2. Глубокие (форсированные) вдохи и выдохи.
3. Мышечные сокращения и спазмы у испытуемого.
4. Кашель, сглатывание.
5. Сбои дыхания, например, связанные с произнесением слов или с насморком.
6. Движения головы.
7. Произвольный вызов испытуемым болевого синдрома (кнопка в ботинке, прикусывание языка).
8. Смена позы (комплекс движений).

Для регистрации двигательной активности применяются датчики тремора (ТРМ), размещаемые под ножками кресла обследуемого или непосредственно на обследуемом (на конечностях, на голове). Движения пальцев как правило сопровождаются высокоамплитудными и высокочастотными искажениями сигналов КГР, ПГ, ФПГ.

Форсированные вдохи выявляются на графиках ВДХ, НДХ.

Моменты произнесения слов выявляются на графике МКФ.

##### **3.4.1.2.6.2 Эндогенные психогенные артефакты**

Эта группа артефактов связана с реакцией испытуемого на произвольно или непроизвольно возникающие в его психике образы, переживания, воспоминания. Методы выявления подобных артефактов пока рассматривать не будем, ввиду их сравнительной сложности.

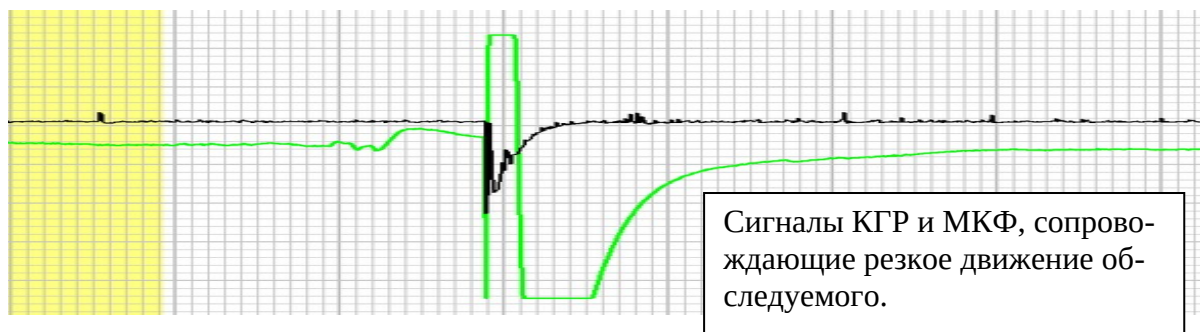
##### **3.4.1.2.6.3 Экзогенные артефакты**

Такие артефакты связаны с реакцией испытуемого на внешние раздражители – не стимулы теста. Основная причина и признак – громкий сторонний звук, что регистрируется датчиком МКФ.

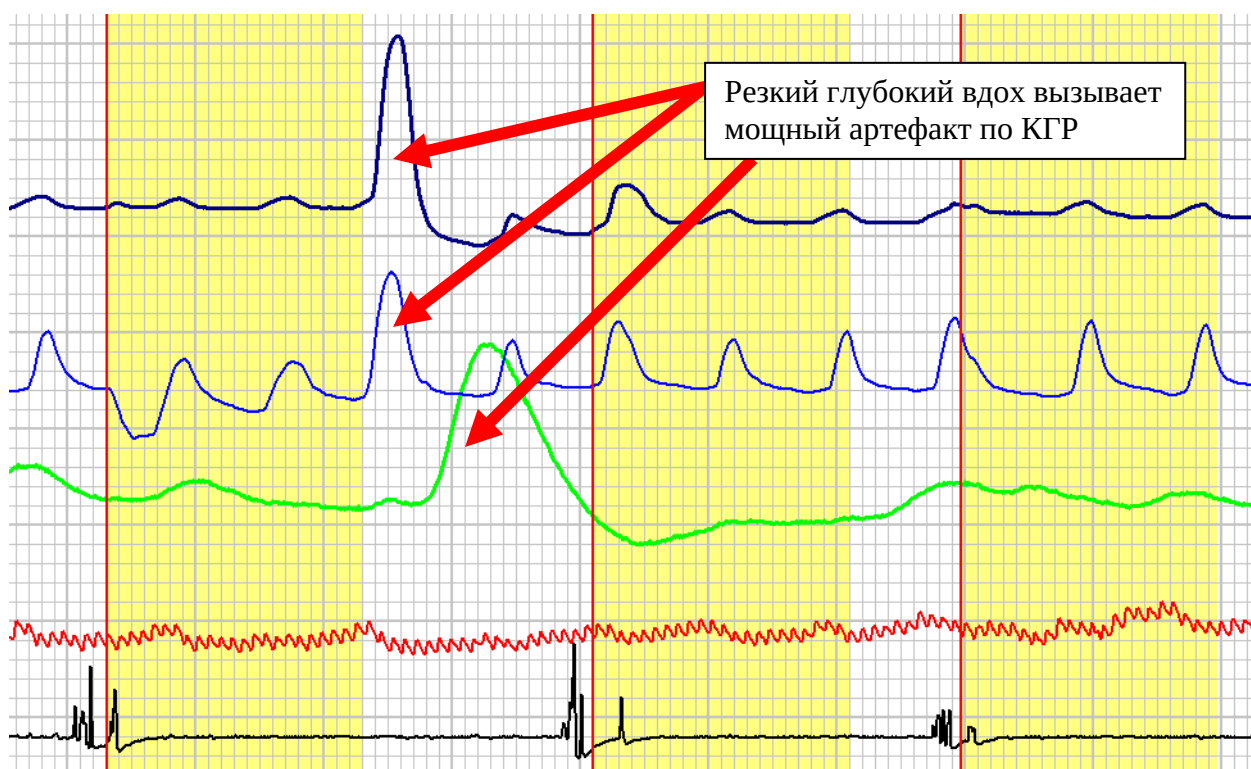
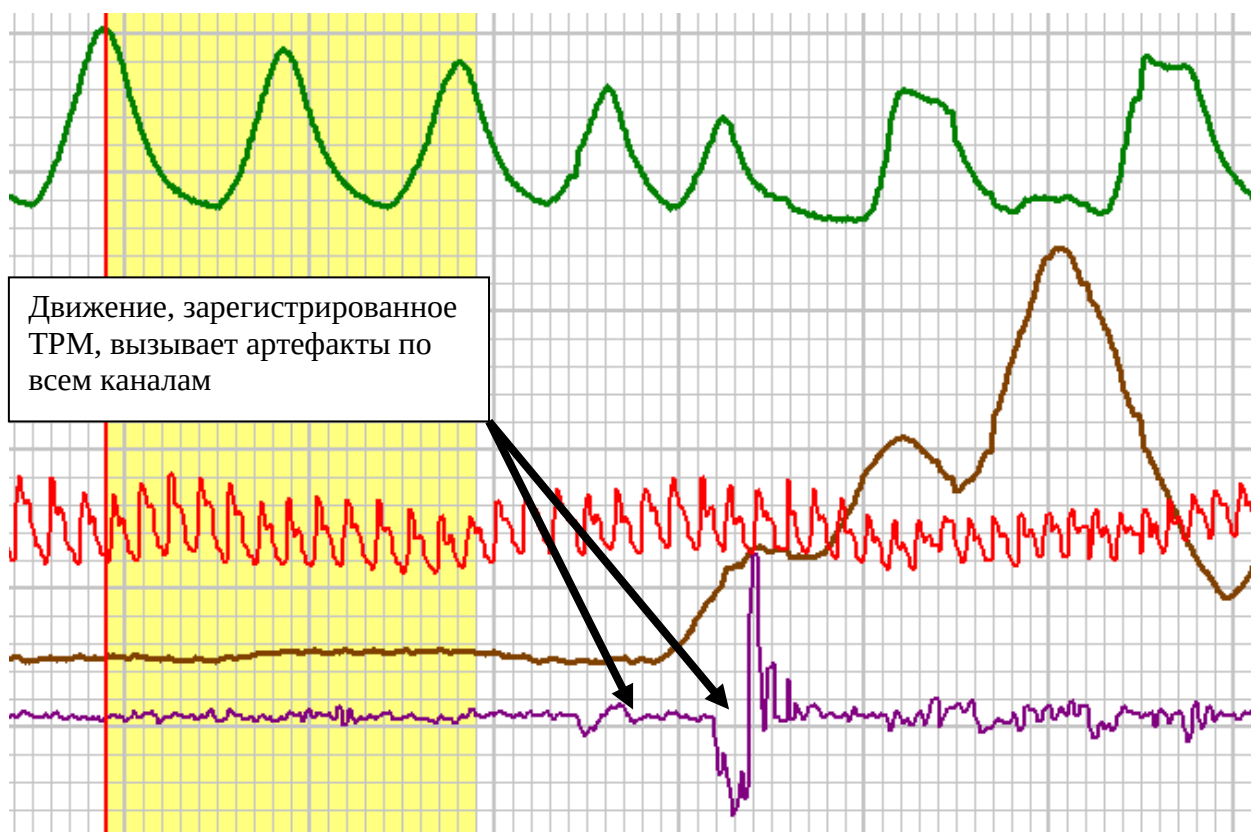
#### 3.4.1.2.6.4 Некоторые признаки артефактов

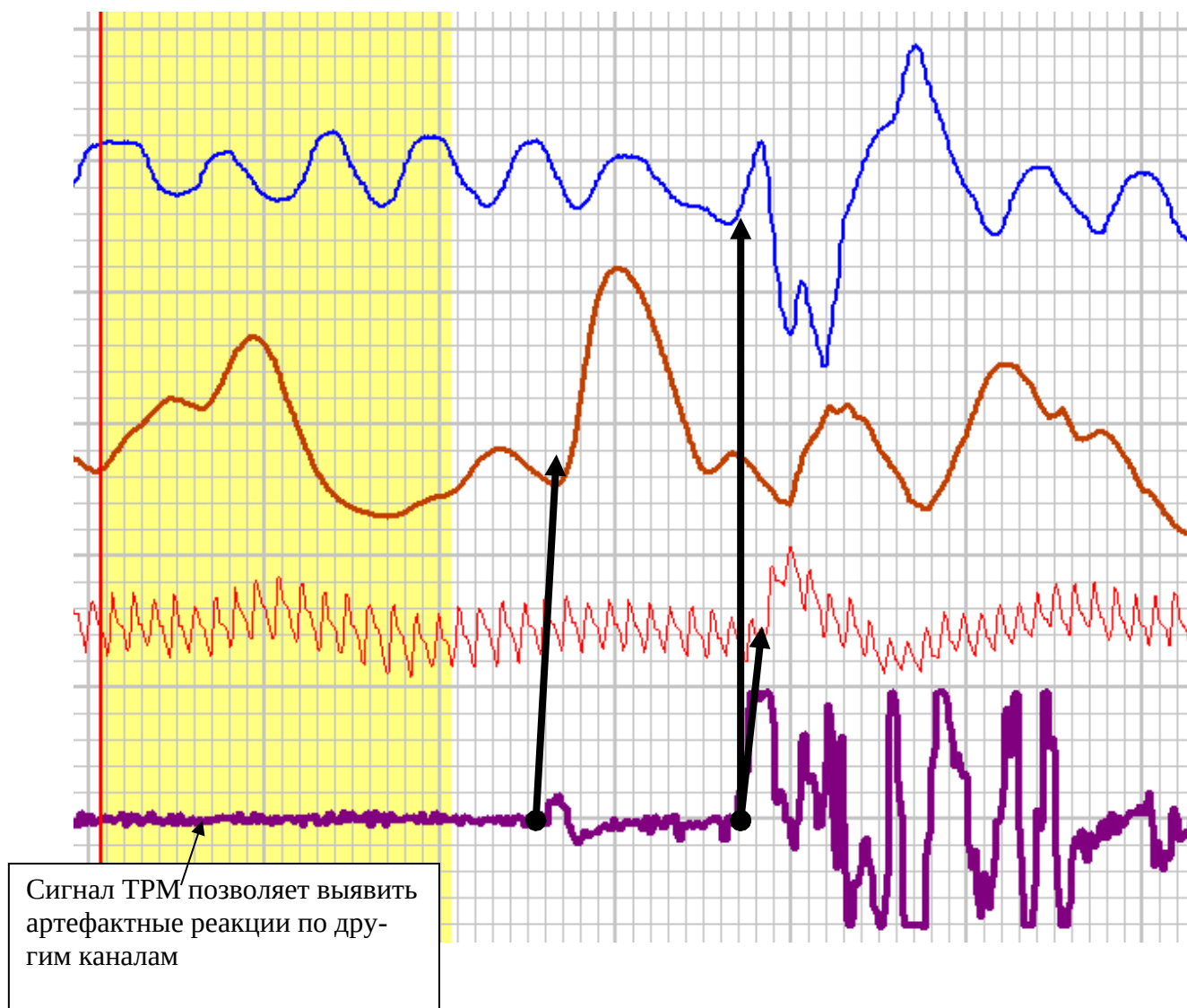
Скорее всего, артефактом является:

1. Реакция по каналам КГР и ПГ, последовавшая за форсированным вдохом.
2. Реакция по каналу КГР (и ПГ), последовавшая за громким звуком.
3. Реакция по каналу КГР, последовавшая за сильным сигналом ТРМ.
4. Реакция (КГР, ПГ, Дых), начавшаяся раньше 1 секунды после начала озвучивания очередного вопроса.
5. Реакция (КГР, ПГ, Дых), начавшаяся после 5 секунд от момента ответа.
6. Одновременное резкое хаотичное изменение сигналов КГР, ПГ, ТРМ.
7. Одновременное резкое изменение базальной линии ПГ и сигналов КГР и ТРМ.
8. Резкий уход сигнала КГР вниз, а затем его относительно медленное возвращение к базальной линии.
9. Резкий уход сигнала ВДХ, НДХ ниже изолинии вдохов (нижней огибающей дыхания), сопровождаемый заметным сигналом ТРМ.
10. Все сигналы, сопровождаемые сигналом ТРМ чрезвычайно высокой амплитуды.
11. Все сигналы, сопровождаемые сигналом МКФ чрезвычайно высокой амплитуды.
12. Сильная реакция (КГР, ПГ, Дых) на вопрос после очень большой (более 30-40 секунд) паузы между вопросами.









### 3.4.1.3 Цифровая фильтрация зарегистрированных сигналов

Фильтрацию сигналов необходимо выполнять в следующих целях:

1. устранение «белого» («приборного») шума в сигнале;
2. устранение механических (вызванных движениями обследуемого, например, дыханием) артефактов в сигнале;
3. получение производных сигналов, удобных для графического представления;
4. получение производных сигналов, удобных для последующего измерения параметров реакций.

Методы цифровой фильтрации разделяются на методы преобразования сигналов во временной области и в частотной области.

К первой группе относятся методы «скользящего среднего», «скользящей медианы», а также их комбинации (например, устранение тренда и др.).

Методы второй группы представлены частотными (спектральными) преобразованиями, самым популярным из которых является быстрое дискретное преобразование Фурье. Суть фильтрации сигнала в частотной области такова: сигнал, представленный временным рядом, разлагается в спектр, затем из спектра исключаются фильтруемые частоты, и сигнал восстанавливается из исправленного спектра в новый временной ряд.

В разработанных алгоритмах применяются методы из обеих групп. Хорошие описания этих методов и их алгоритмов приводятся, например, в [20], [21], [31], [32].

### 3.4.1.4 Отыскание параметров зарегистрированных сигналов

Следующим этапом обработки зарегистрированных данных является отыскание параметров полиграфных сигналов (точнее, параметров реакций в наших терминах).

Амплитудно-частотные параметры можно (с важными ограничениями, связанными с частотой дискретизации сигнала и длительностью анализируемых участков) отыскивать разложением сигнала в спектр. Однако большая часть информативных параметров отыскивается процедурами, действующими численные методы экстремального поиска, интерполяции и др.

Способы определения параметров дискретных сигналов приводятся, например, в [20], [21], [31], [33], [42], [16]. Фрагменты реализации таких алгоритмов в нашей подсистеме приведены в конце «Специальной части».

## 3.4.2 Формирование интегрального показателя значимости стимула

### 3.4.2.1 Вид показателя значимости стимула

В соответствии со сформулированным нами принципом получения информации о значимости стимулов, показатель значимости следует считать функцией от параметров реакции.

В метрической оценке КГБ СССР эта зависимость описывается формулой (3), т.е. показатель значимости вычисляется как линейная комбинация нормированных значений параметров реакции. Мы вводим следующие изменения в этот функционал:

- комбинируем в функционале все параметры из симптомокомплекса;
- вместо коэффициента инверсии  $K$  используем показатель информативности параметра реакции.

### 3.4.2.2 Функционал значимости стимула

#### 3.4.2.2.1 Общий алгоритм формирования функционала значимости стимула

Необходимо найти показатели информативности параметров реакции. Вновь возвращаясь к нашему генеральному принципу обработки данных, повторим, что информативность отыскивается как мера корреляционной связи между параметром реакции и показателем значимости стимула, причем в этом расчете задействуются все стимулы, для которых задана априорная значимость (т.е. все контрольные стимулы).

Сила корреляционной связи измеряется с помощью различных коэффициентов корреляции (их не менее десятка, см. напр. [5], [9], [16], [27]). Мы, в частности, параллельно вычисляем коэффициент линейной корреляции Пирсона (см. напр. [5]) и коэффициент ранговой корреляции Спирмена (см. напр. [16]), а затем комбинируем их.

Значения коэффициентов корреляции непосредственно определяют<sup>1</sup> значения информативности параметров.

#### **3.4.2.2.2 Особенности применения модели к обследованиям методики выявления скрываемой информации**

Обследование, построенное только из тестов методики выявления скрываемой информации (МВСИ), требует особого подхода к обработке данных. Наиболее объективная из существующих традиционных моделей (т.н. метрическая оценка КГБ СССР) не может быть применена к таким обследованиям, т.к. требует обязательного наличия служебных тестов, содержащих контрольные вопросы.

В приведенном выше виде наша модель также неявно предполагает наличие в обследовании контрольных вопросов. Однако, в отличие от традиционных частично формализованных моделей, наша модель может быть легко адаптирована и применена к обследованиям названного класса.

Такая модификация модели выполняется следующим образом.

Тесты МВСИ (GKT, POT, SPOT) предполагают наличие не более одного устойчиво значимого вопроса в случае обладания исследуемым «знаниями виновного», и отсутствие устойчиво значимого вопроса в случае неосведомленности исследуемого о частных признаках расследуемого события. Применение нашей модели сталкивается с единственным ограничением: в обследовании отсутствуют стимулы, априорно имеющие высокую значимость (контрольные значимые по нашей классификации стимулов), а также могут отсутствовать и априорно незначимые стимулы (контрольные незначимые).

Идея модификации нашей модели с тем, чтобы обойти названное ограничение, базируется на *комбинаторном принципе выявления неслучайности* реакции на один из вопросов теста. Этот принцип приводят С.И.Оглоблин, А.Ю.Молчанов в [19], и на нем основаны различные модели, например, комбинаторно-вероятностная модель ChanceCalc ([29]).

В тесте МВСИ, состоящем из  $n$  вопросов, в случае адекватности и «виновности» исследуемого, значимым будет лишь один вопрос. Поэтому записанный тест преобразуется в  $n$  виртуальных тестов, в каждом  $i$ -м из которых  $i$ -й вопрос полагается значимым, а остальные – незначимыми. И наша модель применяется к каждому из этих тестов. Полученные оценки адекватности функционала значимости анализируются на предмет однородности. Если в одном из случаев (например, в  $i$ -м случае) адекватность функционала велика, а в остальных случаях невысока, то принимается, что  $i$ -й вопрос является значимым, и есть основания для принятия версии DI по данному тесту. Если же во всех случаях адекватность функционалов примерно одинакова, решение DI принимать нельзя.

Функционал значимости стимула формируется по виртуальному тесту, обеспечивающему максимальную адекватность функционала.

#### **3.4.2.3 Проверка адекватности построенного функционала**

Под адекватностью построенного функционала значимости понимается соответствие рассчитанных с его помощью показателей значимости (на контрольные стимулы) показателям значимости этих стимулов, известным априорно.

Способ определения адекватности, в соответствии с предложенным в концептуальной модели принципом, заключается в вычислении силы корреляционной связи между рядом «теоретических», т.е. полученных с помощью построенного функционала, и рядом соответствующих им априорно известных показателей значимости контрольных стимулов.

В смысле вычисления силы связи, этот этап аналогичен этапу определения информативности параметров реакции

По полученным значениям коэффициентов корреляции можно непосредственно судить (с учетом соответствующего уровня значимости) об адекватности построенной модели (функционала значимости) априорно заданным данным.

#### **3.4.2.4 Определение вероятности выделения значимого стимула**

Именно определение *вероятности выделения значимого стимула (ВВЗС)* является самым слабым местом всех без исключения традиционных подходов. ВВЗС – это статистическая вероятность того, что при применении сформированного функционала значимости стимула к проверочным вопросам получаемое значение показателя значимости будет соответствовать действительности при условии соответствия действительности априорно известных показателей значимости.

---

<sup>1</sup> Добавим, что необходимо также учитывать и уровень значимости, соответствующий полученному коэффициенту корреляции. Уверенно говорить о сильной корреляции (и высокой информативности параметра реакции) можно, когда большое значение коэффициента наблюдается на низком уровне значимости.

ВВЗС определяется по двум выборкам, образованным значениями (вычисленными по построенному функционалу!) показателей значимости контрольных стимулов (т.е. тех стимулов, значимость которых полагается известной априори). В одной выборке представлены показатели значимости стимулов с априори низкой значимостью, а во второй выборке – с априори высокой.

Единственным из опубликованных алгоритмов, делающим попытку вычислять ВВЗС методами математической статистики, является т.н. метрическая оценка КГБ СССР (описана в «Общей части»). Определение ВВЗС там выполняется по модифицированному алгоритму однофакторного дисперсионного анализа (см. формулу (4)). Этот алгоритм неприменим к выборкам малого объема и данным не нормального распределения ([5], [16] и др.). Однако на практике он применяется к выборкам объемом менее 10 (следовательно и закон распределения этих данных достоверно установить невозможно).

Сказанное и позволяет нам утверждать, что традиционный подход неадекватен.

Мы используем непараметрические методы статистики, а именно: метод (критерий) Краскела-Уолиса ([33]) и метод (критерий)  $\phi^*$  (угловое преобразование Фишера) ([27]). Эти два метода, по очевидным причинам, адекватны обрабатываемым данным и позволяют получать математически обоснованную характеристику ВВЗС.

### **3.4.3 Интерпретация значений показателей значимости стимулов при выработке целевого решения**

Интерпретация полученных по результатам обследования значений показателей значимости стимулов осуществляется экспертом.

Общий же подход таков. Вначале делается вывод об адекватности психофизиологического состояния обследуемого процедуре проверки. Это имеет место, если апостериорная значимость контрольных значимых (Control) стимулов высока, а контрольных незначимых (Irrelevant) стимулов и стимулов проверки адекватности – низка.

В случае выполнения условия адекватности состояния обследуемого, решение NDI принимается, если значимость проверочных стимулов не превышает значимость контрольных значимых. Если значимость проверочных стимулов превышает значимость контрольных значимых стимулов, это может быть основанием для принятия версии DI. (Этот же критерий – сравнительная величина показателя значимости на проверочные релевантные вопросы – лежит в основе интерпретации результатов обследований, построенных только из тестов МВСИ).

## **3.5 Подсистема обработки данных КПС «Полигон»**

Разработанная модель реализована в компьютерной системе поддержки принятия решений «Аргус». Система «Аргус», в свою очередь, интегрирована в качестве подсистемы в компьютерную полиграфную систему «Полигон» (рис.14). Обе программные системы прошли официальную регистрацию в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам Российской Федерации (Роспатент) (подробнее см. Заключение).

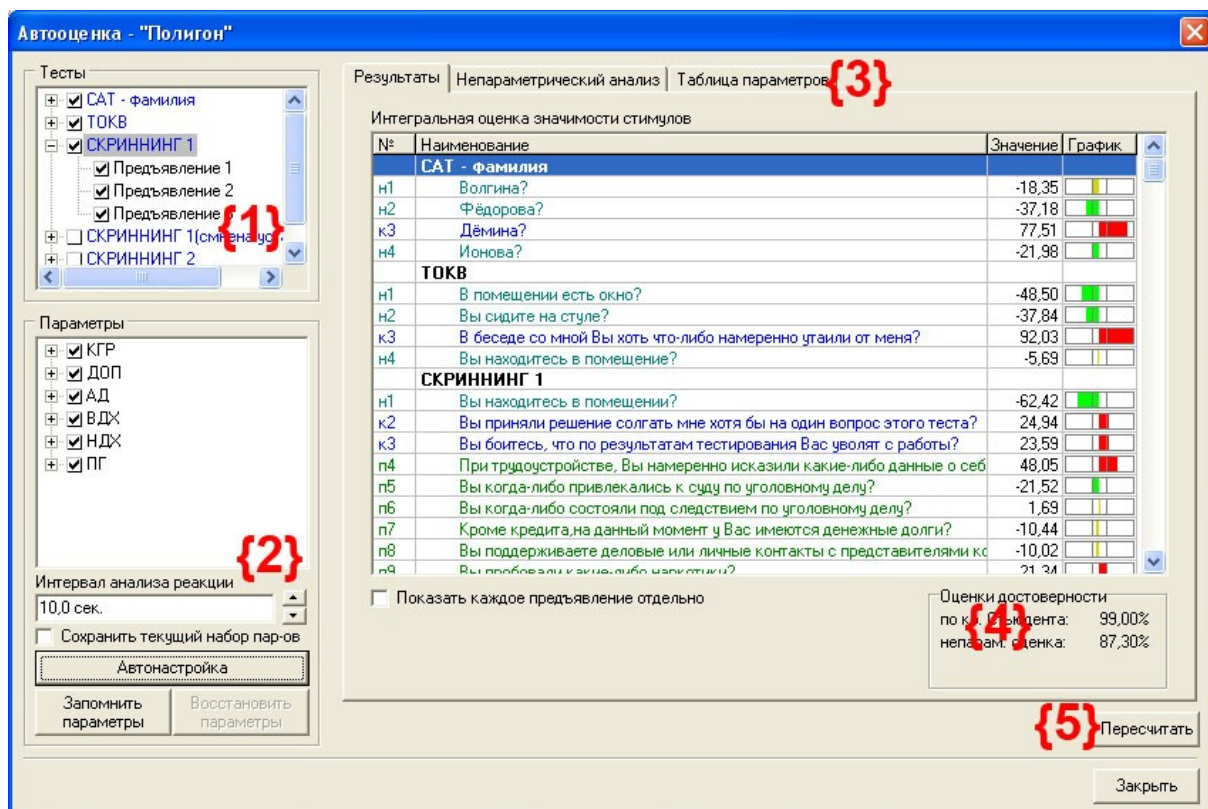


Рис.14. Окно подсистемы обработки данных обследования и поддержки принятия решений в КПС «Полигон».

Авторами-правообладателями КПС «Полигон» являются Максимов И.В., Молчанов А.Ю., Бабиков А.Ю. ([13]). Необходимо подчеркнуть, что в создании этой весьма сложной компьютерной системы приняли участие около 20 человек, среди которых особо нужно отметить программистов Ермишева А.Н. (главный программист и системный архитектор), Полякова И.В., Лукьянова А.С. (группа IT-разработчиков «Полигон Инфосистемы»).

### 3.5.1 Платформа и средства разработки

#### 3.5.1.1 Целевой контингент пользователей

Разработка ориентирована на широкое применение. Основной контингент пользователей – сотрудники служб психологического и психофизиологического отбора, кадровых служб и служб безопасности государственных и коммерческих предприятий.

Предполагалось, что требования к уровню владения ПК участников целевой аудитории пользователей должны быть минимальны (т.е. уровень «обычный пользователь»).

С этой точки зрения платформой для разработки системы «Полигон» были выбраны операционная система Windows XP (а позднее – Windows Vista), являющаяся наиболее массовой и доступной и, без сомнения, наиболее дружелюбной по отношению к пользователям без специальной подготовки.

#### 3.5.1.2 Доступность средств разработки

КПС «Полигон» состоит из модулей, написанных в средах Borland Delphi 7.0 и C++ Builder. При разработке подсистемы поддержки принятия решений «Аргус» необходимо было обеспечить максимально простую интеграцию ее в КПС «Полигон».

Второе соображение связано с соблюдением правовых норм. Как это ни печально, в среде разработчиков нередки случаи пренебрежения законодательством в сфере авторского права. Это выражается в использовании т.н. «пиратских» программ и программных систем. С точки зрения закона, применение нелегальной версии ОС или IDE, недопустимо. В то же время, цена лицензионных версий для ОС Windows может составлять несколько сотен долларов США, а средства разработки стоят тысячи и десятки тысяч долларов США.

В распоряжении автора имелась лицензионная версия IDE Borland Delphi 7.0 Enterprise, предоставленная компанией-разработчиком КПС «Полигон». Стоимость данной IDE составляет порядка двух тысяч долларов США.

Таким образом, с точки зрения законности пользования и по совокупности других факторов, среда разработки Borland Delphi 7.0 была единственно возможной для использования при разработке КПС «Полигон».

### **3.5.2 Модель данных обследования**

Подсистема «Аргус» разрабатывалась как компонент компьютерной полиграфной системы «Полигон» (об этом подробно в следующем параграфе). Соответственно, модель данных обследования, использованная в подсистеме «Аргус», вынуждена соответствовать модели данных обследования, имеющейся в КПС «Полигон»<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Авторы последней – Ермишев А.Н., Бабилов А.Ю., Молчанов А.Ю.

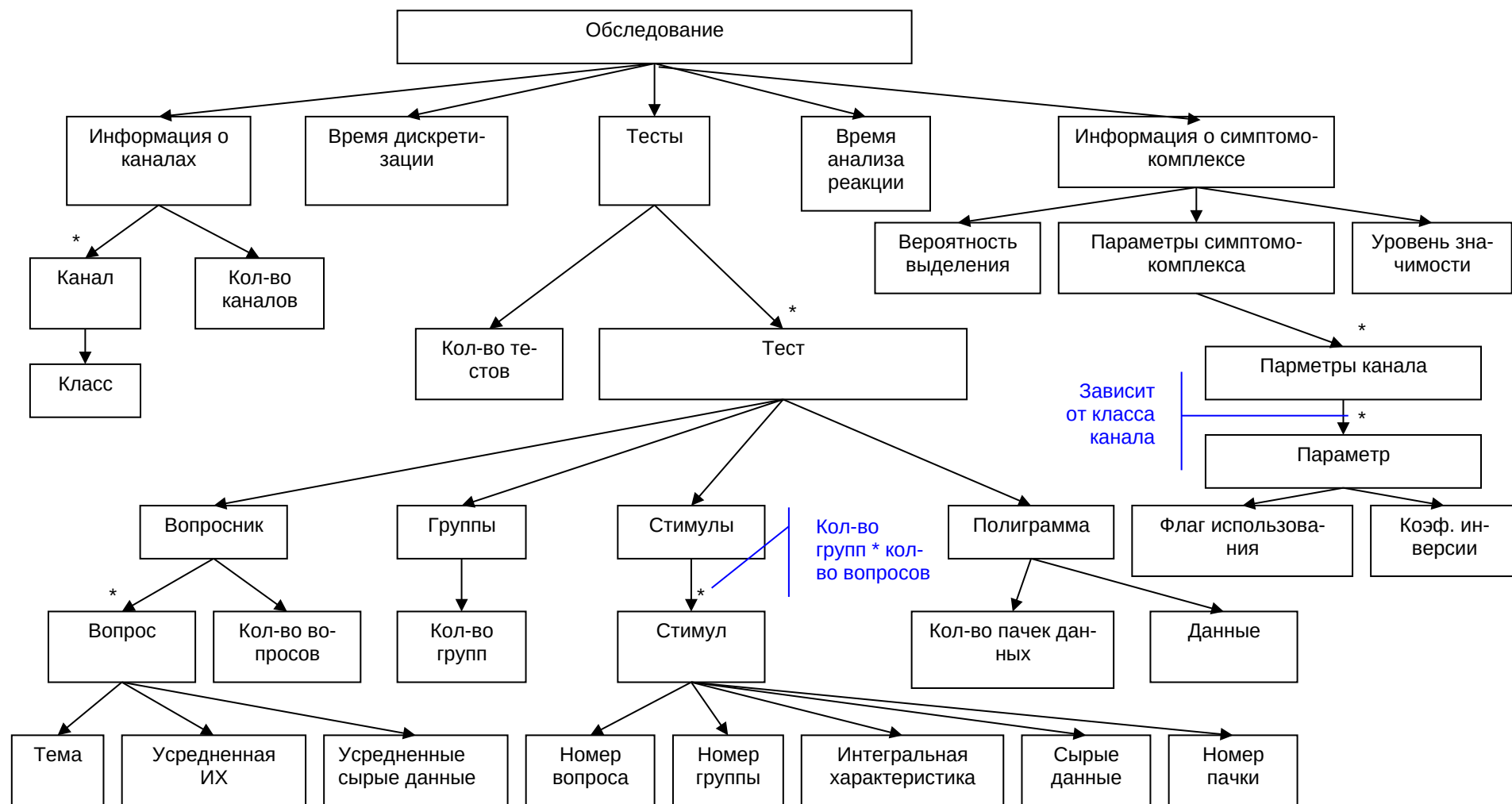
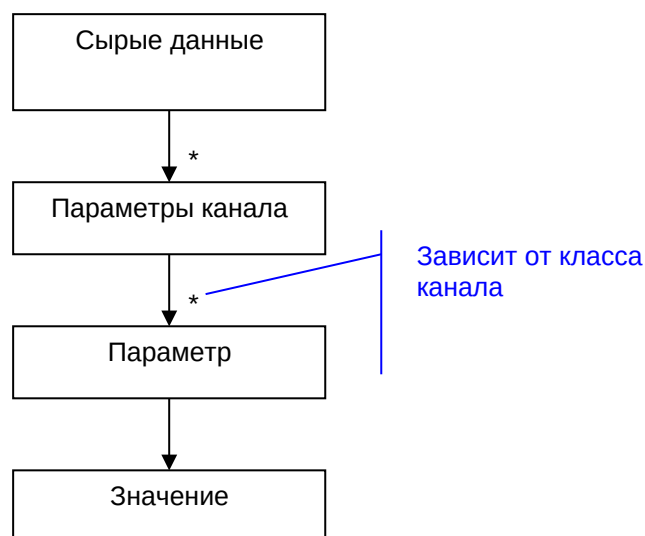


Рис.15. Информационная модель данных обследования КПС «Полигон» (начало).





Ри

с.15. Информационная модель данных обследования КПС «Полигон» (окончание).

Информационная модель данных обследования, изображенная на рис.15, вводится в одном из проектных документов КПС «Полигон»: «Протокол обмена данными. Информационная и физическая модель данных обследования» (Ермишев А.Н., Бабилов А.Ю., 2007, неопубл.), по которому мы и приводим здесь ее описание.

**Информация о каналах** (см. рис.15). Описывает количественный и качественный состав каналов. Количество каналов хранится в поле «Кол-во каналов». Далее идет список описателей каналов «Канал» с единственным полем «Класс», который характеризует класс сигнала, записанного в канале. Кол-во каналов варьируется в зависимости от прибора или по иным причинам.

**Время (интервал) дискретизации.** Это время в миллисекундах между двумя последовательными опросами прибора.

**Время анализа реакции.** Это время в миллисекундах, определяющее интервал анализа реакции ([«момент предъявления стимула», «момент предъявления стимула» + «время анализа реакции»]).

**Тесты.** Список тестов, участвующих в обработке. Структура содержит два поля: кол-во тестов «Кол-во тестов» и описатели тестов «Тест» в указанном выше количестве. Тесты записываются в порядке их предъявления.

**Тест.** Описатель теста состоит из четырех подструктур. «Вопросник» – список вопросов теста. «Группы» – описание групп (предъявлений). «Стимулы» – описатель предъявленных стимулов теста. И, наконец, «Полиграмма» – структура, описывающая записанную полиграмму.

**Вопросник.** Содержит два поля «Кол-во вопросов» - количество вопросов вопросника и список описателей вопросов «Вопрос» в указанном выше количестве. Вопросы записываются в порядке создания их пользователем.

**Вопрос.** Структура хранит тему «Тема», усредненные сырые данные, усредненную интегральную характеристику вопроса. Тема вопроса может быть «нейтральной», «проверочной» и «контрольной». «Усредненная ИХ» – вещественное число, характеризующее степень значимости вопроса в среднем для испытуемого. «Усредненные сырые данные» - это средние значения по всем предъявлениям вопроса для каждого параметра (см. описание структуры «Сырые данные»).

**Группы.** Содержит единственное поле «Кол-во групп» – количество предъявлений в тесте.

**Стимулы.** Содержит список описателей предъявленных стимулов «Стимул» в количестве равном «Кол-во групп» \* «Кол-во вопросов». Стимулы упорядочены в порядке предъявления, т.е. сначала записываются стимулы первого предъявления, затем второго и т.д.

**Стимул.** Состоит из полей: «Номер вопроса» - порядковый номер вопроса в «Вопроснике», к которому относится стимул, «Номер группы» – номер предъявления вопроса стимула, «Интегральная характеристика» – действительное число, характеризующее степень значимости вопроса для испытуемого, «Сырые данные» – значения всех параметров для стимула. (См. описание структуры «Сырые данные»). «Номер пачки» – номер пачки данных в полиграмме, на момент поступления которой был предъявлен стимул.

**Полиграмма.** Структура содержит поле «Кол-во пачек данных» – количество записанных пачек данных. И поле «Данные», в котором хранятся принятые значения сигналов для каждого канала. Коли-

чество каналов хранится в структуре «Описание каналов». Всего значений будет «Кол-во пачек данных» \* «Кол-во каналов».

**Информация о симптомокомплексе.** Определяет, какие параметры, с каким «коэф. инверсии», какого канала должны войти (в случае если структура является управляющей) или же вошли (в случае если структура является продуктом обработки инф.) в симптомокомплекс («Параметры симптомокомплекса»). «Вероятность выделения» и «уровень значимости» – вероятностные характеристики симптомокомплекса, т.е. они показывают, с какой вероятностью при заданном уровне значимости выделен симптомокомплекс.

**Параметры симптомокомплекса.** Для каждого «Канала», в зависимости от его класса (класс указан в «информации о каналах»), задано определенное число параметров. Для каждого параметра определены «Флаг использования в симптомокомплексе» и «Коэффициент инверсии». Если флаг принимает истинное значение, то параметр входит в симптомокомплекс, иначе нет. Коэффициент инверсии используется для расчета интегральных характеристик для стимулов.

**Сырые данные.** Структура хранит значения всех параметров для каждого канала. Кол-во и состав параметров канала зависит от его класса (который указан в «информации о каналах»). Значения параметров имеют вещественный тип данных.

### 3.5.3 Интеграция в КПС «Полигон»

Компьютерная полиграфная система «Полигон» является разработкой компании «Ареопаг-М» (Москва). Работы по проекту «Полигон» начаты в январе 2006 г. и успешно завершены (в качестве проекта) в апреле 2008 г.

Автор настоящей работы не являлся и не является сотрудником компании «Ареопаг-М», но наши разработки компанией применяются.

КПС «Полигон» является коммерческой разработкой, а ее материалы отнесены фирмой-разработчиком к коммерческой тайне (соответствующим приказом генерального директора компании). Таким образом, детали реализации КПС «Полигон» в настоящей работе раскрыты быть не могут.

Подсистема «Аргус» реализована в виде пакета модулей Delphi. Технически интеграция в КПС «Полигон» состояла в подключении соответствующих модулей подсистемы «Аргус» к основным модулям КПС «Полигон» и создании (в модулях «Полигон») объектов тех классов, которые предоставляются подсистемой «Аргус».

### 3.5.4 Режим «Ручная метрическая оценка»

#### 3.5.4.1 Назначение и возможности

Подсистема ручной метрической оценки обеспечивает выполнение оператором *ручной метрической оценки* (РМО) того или иного теста. Процесс проведения РМО для данного теста называется *сессией РМО* (*сессией*).

Подсистема РМО предоставляет оператору возможности (функции):

1. Выбора из фиксированного списка («базы») множества *параметров* (ПРМО), подлежащих измерению на полиграмме в данной сессии («схемы»).
2. Измерения с помощью электронной линейки ПРМО из схемы.
3. Ввода и хранения значений ПРМО в таблице особой формы – *таблице сырых значений* (ТСЗ). Редактирования содержимого ТСЗ.
4. Выполнения обработки содержимого заполненной ТСЗ по алгоритмам, основанным на приведенных в книге Оглоблина-Молчанова («выполнение *расчета ИП*»).
5. Отображения входных, промежуточных и выходных данных на экране.

#### 3.5.4.2 Состав

База параметров, множество схем, редактор схем, окно расчета ИП, таблица ТСЗ.

#### 3.5.4.3 Параметры РМО и база параметров РМО

*Параметром РМО* (ПРМО) называется величина, характеризующая тот или иной сигнал, регистрируемый полиграфом, измеряемая в процессе РМО по определенным правилам в окрестности каждого предъявленного ненулевого стимула теста.

Все ПРМО определяются на этапе разработки очередной версии Системы «Полигон», и их множество не подлежит изменению оператором. Множество всех ПРМО называем *базой ПРМО (БПРМО, или базой)*. Разные версии имеют, быть может, разные базы, необходимо обеспечить совместимость версий.

Каждый ПРМО имеет соответствующий ему параметр «автометрики», измеряемый автоматически.

Каждый ПРМО характеризуется:

1. Идентификатором
2. Ссылкой на соответствующий ему «автометрический» параметр, и, по этой ссылке:
  - a. Типом сигнала
  - b. Каналом
  - c. Названием длинным
  - d. Названием коротким
3. Способом измерения (X - время, Y - амплитуда, XY – длина отрезка прямой на плоскости, S – площадь под отрезком кривой сигнала, L – длина отрезка кривой сигнала, Other – вычисляемый автоматически вне «автометрики» или вводимый вручную параметр (напр., частное значений двух других параметров)).
4. Весовым коэффициентом (действительное число).

#### 3.5.4.4 Схемы ПРМО

*Схемой ПРМО (схемой)* называется множество из элементов БПРМО, параметры из которого подлежат измерению в данной сессии. Для удобства оператора вводится множество схем и его редактор, позволяющий именовать и сохранять текущую схему во множестве схем и удалять ту или иную схему из множества схем.

Схема может быть изменена внутри сессии без обнуления значений ПРМО для данного теста.

#### 3.5.4.5 Ввод, отображение и редактирование ПРМО. Таблица сырых значений

*Таблица сырых значений (ТСЗ)* служит для отображения и редактирования значений параметров из схемы в данной сессии. Строки ТСЗ соответствуют стимулам теста, столбцы – элементам текущей схемы. В ячейках отображаются значения ПРМО, введенные одним из способов:

1. Как результат ручного измерения электронной линейкой на полиграмме.
2. Как результат измерения подсистемой «автометрика».
3. Вручную оператором.
4. Как результат вычисления некоторой функции от ранее введенных элементов ТСЗ (например, как отношение значений в ячейках двух предыдущих столбцов ТСЗ).

Предъявление	Стимулы теста «Имя теста»	<input checked="" type="checkbox"/> «Параметр 1»	<input type="checkbox"/> «Параметр 2»	<input type="checkbox"/> «Параметр 3»
I	н1. Вопрос ?	<b>Мнение оператора / мнение «автометрики»</b>	<b>0 / 0</b>	<b>0 / 0</b>
	к1. Вопрос ?	<b>0 / 0</b>	<b>0 / 0</b>	<b>0 / 0</b>
	п1. Вопрос ?	<b>0 / 0</b>	<b>0 / 0</b>	<b>0 / 0</b>
II	к1. Вопрос ?	<b>0 / 0</b>	<b>0 / 0</b>	<b>0 / 0</b>
	н1. Вопрос ?	<b>0 / 0</b>	<b>0 / 0</b>	<b>0 / 0</b>
	п1. Вопрос ?	<b>0 / 0</b>	<b>0 / 0</b>	<b>0 / 0</b>
III	п1. Вопрос ?	<b>0 / 0</b>	<b>0 / 0</b>	<b>0 / 0</b>

	к1. Вопрос ?	0 / 0	0 / 0	0 / 0
	п1. Вопрос ?	0 / 0	0 / 0	0 / 0

Рис. Примерный вид ТСЗ.

ТСЗ выводится в панели (или на месте панели) «Стимулы и таблицы» главного окна «Полигон» (BottomPanel). Ячейки ТСЗ реагируют на клики, двойные клики, позволяют вводить данные вручную.

ТСЗ имеет контекстное меню:

Выбор параметров...
Выполнить расчет ИП...
Очистить таблицу...
Очистить столбец...
Очистить ячейку...

«Выбор параметров» открывает окно редактора схем.

«Выполнить расчет ИП» открывает окно расчета ИП.

«Очистить таблицу» обнуляет после подтверждения все пользовательские (вручную найденные) значения всех параметров для данного теста, в т.ч. и тех, которые не входят в текущую схему.

Пункт «Очистить столбец» доступен, если контекстное меню вызвано на ячейке, принадлежащей одному из столбцов ПРМО. После подтверждения обнуляется соотв. ПРМО.

Пункт «Очистить ячейку» доступен для ячеек, содержащих значение ПРМО. После подтверждения обнуляет ячейку.

### 3.5.4.6 Окно редактора схем «Выбор параметров метрической оценки»

В окне «Выбор параметров метрической оценки» в таблице, приведенного ниже вида, отображена БПРМО. Ставя или убирая галочки напротив очередного ПРМО, оператор формирует текущую схему. Помимо списка ПРМО, на форме размещены: список схем (комбобокс), кнопки «сохранить схему» и «удалить схему», кнопки «ОК» и «Отмена».

Включить	Обозначение (короткое название) + Канал	Способ измерения	Полное название
<input checked="" type="checkbox"/>	КГР А	Y (амплитуда)	Амплитуда позитивной волны КГР
<input type="checkbox"/>	...	...	...
<input type="checkbox"/>	ПГ L	L (длина кривой)	...

Выбор схемы из списка схем выставляет (убирает) в таблице ПРМО соответствующие галочки.

Изменение текущей схемы не очищает ТСЗ и не аннулирует ранее измеренные для данного теста значения тех ПРМО, которые исключены из схемы.

### 3.5.4.7 Окно «Расчет интегральных показателей»

В одном окне предлагается объединить две таблицы, как это предложено Ермишевым.

Параметры из текущей схемы	Весовой ко- эффициент
<input checked="" type="checkbox"/> Параметр 1	1.0
<input type="checkbox"/> Параметр 2	2.5
<input checked="" type="checkbox"/> Параметр 3	-1.0
<input checked="" type="checkbox"/> Параметр 4	-1.5

Вопрос теста	ИП	Ранг	График
н1. Нейтральный вопрос?	23.8	1	*****
п2. Проверочный вопрос?	-0.3	3	**
н2. Нейтральный вопрос?	13.8	2	*****
п2. Проверочный вопрос?	-2.3	4	*

### 3.5.4.8 Окно полиграммы в режиме РМО

Область вывода полиграммы контекстного меню не имеет.

Позволяет проводить измерения электронной линейкой, изменять экранные параметры графиков, двигать отметки стимулов, изменять ширину желтой зоны. Масштаб по оси X меняется.

### 3.5.4.9 Режимы работы электронной линейки

1. Измерение длины отрезка горизонтали (по оси X).
2. Измерение длины отрезка вертикали (по оси Y).
3. Измерение длины произвольного отрезка прямой (на плоскости XY).
4. Измерение длины отрезка кривой графика сигнала (L).
5. Измерение площади под отрезком кривой графика сигнала (S).

### 3.5.4.10 Правила

Действие оператора	Особые кондиции	Действие системы
Выбран параметр «П», определенный для канала «К» (параметр «П» делается текущим).		Все графики, кроме «К», выводятся на полиграмме черным цветом с единичной толщиной линии. «К» выводится в соотв. со своими настройками. Столбец параметра «П» в ТСЗ подсвечивается, радиокнопка в его шапке активируется.
	График «К» невидим (отключен)	Запрос: «Параметр «П», который вы хотите измерить, связан с каналом «К». График «К» сейчас выключен из отображения. Вы хотите включить вывод графика «К» на полиграмме? Да / Нет».
Двойной щелчок по ячейке ТСЗ		Осуществляется переход к соотв. данной ячейке предъявлению и стимулу.
	Ячейка принадлежит столбцу, соответствующему одному из ПРМО	Соответствующий ячейке ПРМО делается текущим.
Одинарный щелчок по шапке столбца, соответствующего параметру «П»		Параметр «П» делается текущим.
В текущую схему добавлен еще один параметр «П» из базы		ТСЗ не очищается, появляется еще один столбец, соответствующий ПРМО «П». Значения ПРМО «П» могут быть ненулевыми, если ранее для данного теста уже осуществлялось измерение ПРМО «П».
Из текущей схемы исключен параметр «П»		ТСЗ не очищается. Столбец «П» исчезает, однако все значения ПРМО «П» для данного теста сохраняются.

### 3.5.4.11 Пользовательский интерфейс и бизнес-логика

РМО определен только для записанных тестов. Метрическая оценка осуществляется только на одной открытой полиграмме. Не может быть двух открытых полиграмм, одновременно находящихся в РМО. РМО означает нахождение Системы в режиме ручной оценки. Включение/выключение РМО осуществляется пунктами подменю «Обработка данных» главного меню Системы. Кроме того, выход из РМО происхо-

дит при загрузке в структуру обследования нового обследования (т.е. при открытии или создании обследования)<sup>1</sup>.

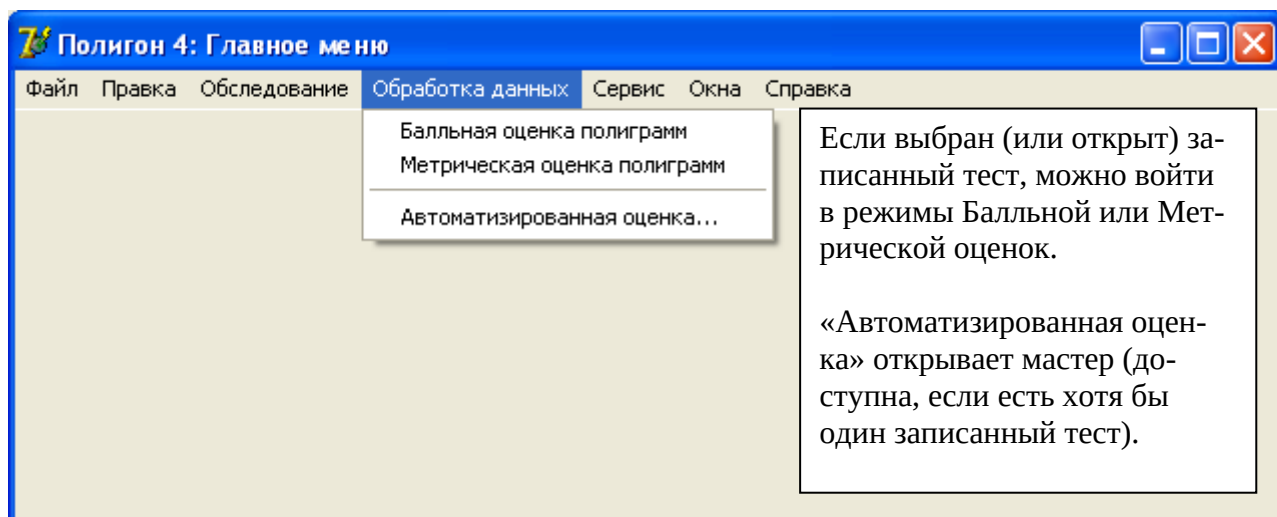


Рис. «Обработка данных» в главном меню Системы.

Пользователь выбирает записанный тест, просматривает его полиграмму и решает перейти в Режим Метрической Оценки (РМО). Щелкает соответствующую кнопку.

Переход в РМО переводит фокус на окно с полиграммой теста (если окно с полиграммой не открыто, оно открывается). Окно с полиграммой теста переходит в режим, соответствующий РМО.

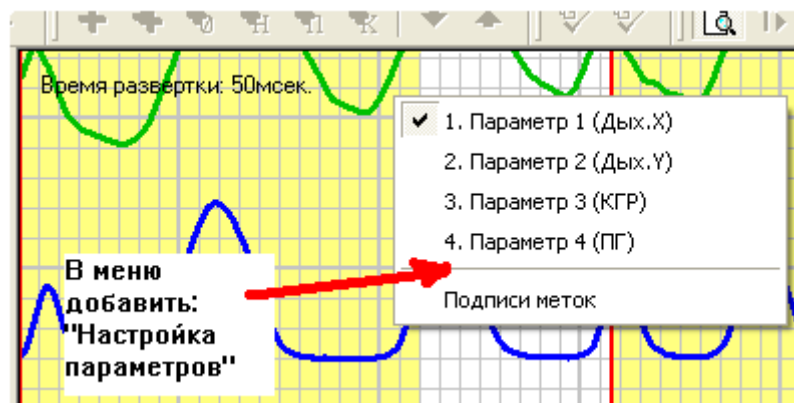


Рис. Контекстное меню области полиграммы в РМО.

База измеряемых в РМО параметров отлична от «множества predetermined параметров» Системы<sup>2</sup>. Такая база хранится отдельно.

<sup>1</sup> И, возможно, при каких-нибудь других условиях.

<sup>2</sup> «Множество predetermined параметров», подлежащих автоматическому нахождению ДЛЛкой Игоря Полякова.

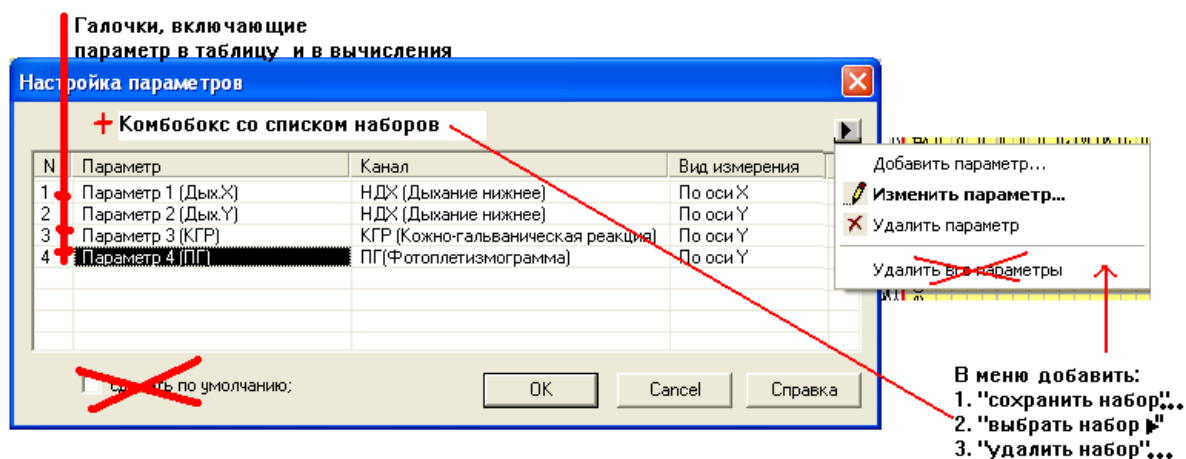


Рис. Окно настройки параметров ручной метрической оценки (База параметров и наборы).

В окне настройки параметров отображаются все параметры из базы. Те параметры, которые включены в текущий выбранный набор, отмечены галочками. Возможно, следует поставить на форму чекбокс «Выводить только параметры из текущего набора», который будет скрывать параметры без галочек.

Настройка параметров, точнее, их выбор (включение/выключение в таблицу) и добавление, доступна в процессе измерений, даже, если таблица уже частично заполнена. После отключения параметр из таблицы пропадает, но измеренные значения сохраняются, и, если этот параметр опять будет добавлен в таблицу, значения, измеренные ранее, восстановятся. Добавление нового параметра не очищает таблицу.

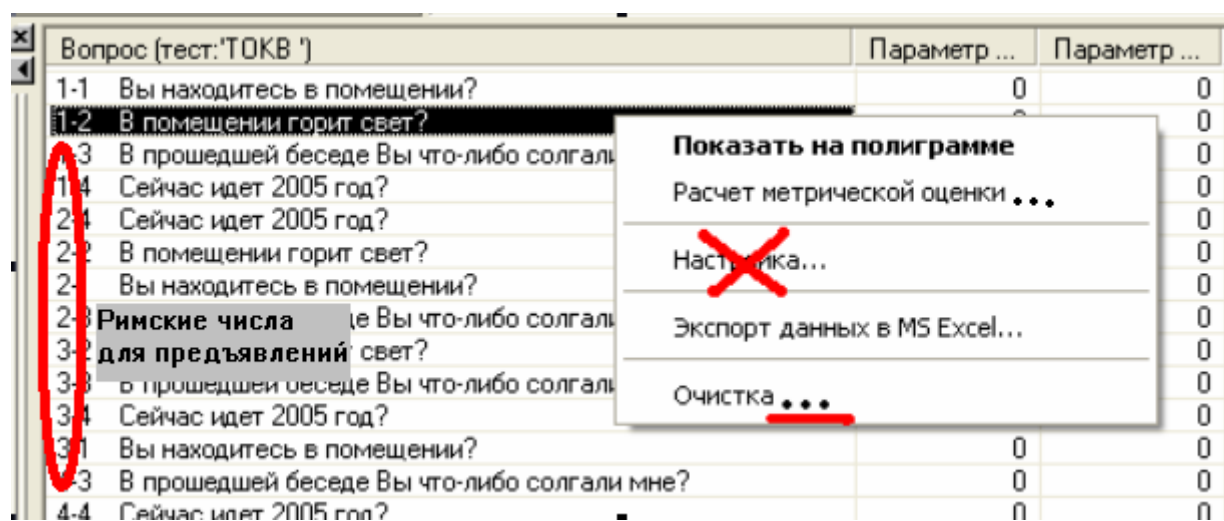


Рис. Таблица сырых данных ручной метрической оценки в панели «Стимулы и таблицы».



Для каждого параметра в такой базе определены наименование, весовой коэффициент<sup>1</sup>, канал (график), тип измерения. Типы измерения:

1. По оси X – измеряется время, длительность.
2. По оси Y – измеряется амплитуда, размах.
3. Длина прямой – измеряется длина произвольной прямой на плоскости OXY.
4. Длина кривой графика<sup>2</sup> – измеряется длина отрезка линии графика между двумя заданными на оси X точками  $x_1$  и  $x_2$ .
5. Площадь под кривой<sup>3</sup> – измеряется площадь фигуры, заключенной между отрезком линии графика, осью OX и вертикалями  $x=x_1$  и  $x=x_2$ .

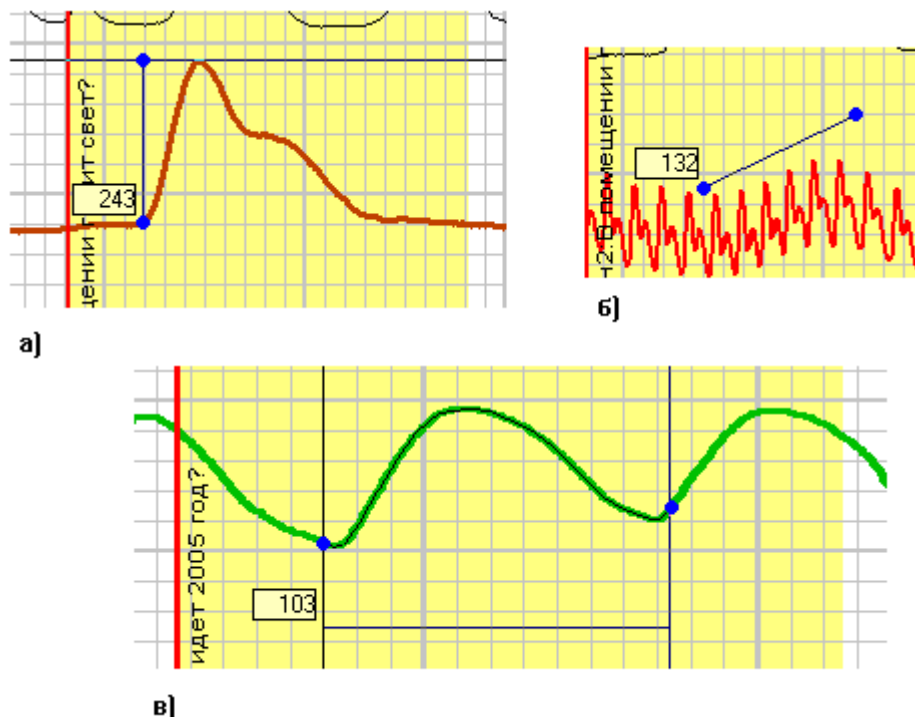


Рис. Выполнение измерений на полиграмме в РМО: а – по оси Y; б – по XY; в – площади, а также длины кривой.

Курсор мыши при выполнении измерений принимает вид: «вверх-вниз» при измерениях по Y; «влево-вниз, вправо-вверх» при измерениях по XY; «влево-вправо» при измерениях по X; «влево-вправо со значком ~» при измерениях длины кривой; «влево-вправо со значком S» при измерении площади.

При выборе параметра в контекстном меню области полиграммы, подсвечивается *только один*, связанный с ним, *график*.

<sup>1</sup> Весовой коэффициент редактируется только в форме расчета метрической оценки.

$$\lambda_{[y(x)]}^{x_2} := \sum_{x=x_1+1}^{x_2} \sqrt{(y(x)-y(x-1))^2 + 1}$$

<sup>2</sup> Длину отрезка кривой мы, вроде, так считали:  $x=x_1$

<sup>3</sup> Площадь как сумма всех  $y(x_i)$  на отрезке. Имеет смысл в таблицу выводить не эту сумму, а, скажем, сумму, деленную на некоторое число, с тем, чтобы избежать многозначных чисел.

**Коэффициенты инверсии**

Коэффициенты инверсии

Параметр	Вес
<input checked="" type="checkbox"/> Параметр 1 (Дых.Х)	1.00
<input checked="" type="checkbox"/> Параметр 2 (Дых.У)	1.00
<input checked="" type="checkbox"/> Параметр 3 (КГР)	1.00
<input checked="" type="checkbox"/> Параметр 4 (ПГ)	1.00

Параметры, которые в таблице не измерены (все значения - нули), по умолчанию в расчет не включаются

Вес, введенный здесь, сохраняется в базе параметров и может изменен только из этой формы.

< Назад    Далее >    Отмена    Справка

Рис. Второй экран формы расчета метрической оценки.

**Интегральные показатели**

Интегральные показатели

Стимул	ИП	Кр.Степень	Вероятност...
Вы находитесь в помещении?	-2.89	-0.76	0.10
В помещении горит свет?	6.35	1.68	0.90
В прошедшей беседе Вы что-либо солг...	-2.89	-0.76	0.10
Сейчас идет 2005 год?	-0.58	-0.15	0.10

Убрать столбцы. Ввести столбец "Ранг", где выводить "место" стимула, отсортировав ИП по убыванию (с учетом знака). Ранг = 1 - самый большой ИП и т.д.

Отмена    Справка

---

**Интегральные показатели**

Интегральные показатели

Стимул	ИП	Ранг	График
Вы находитесь в помещении?	0.00	2	<div><div></div></div>
В помещении горит свет?	0.00	4	<div><div></div></div>
В прошедшей беседе Вы что-либо солг...	0.00	1	<div><div></div></div>
Сейчас идет 2005 год?	0.00	3	<div><div></div></div>

< Назад    Готово    Отмена    Справка

Рис. Третий экран формы расчета метрической оценки.

После выхода из РМО, вся таблица сырых данных сохраняется. Потом, опять начав выполнять ручную метрическую оценку, пользователь вновь увидит уже заполненную ранее таблицу (в панели «Стимулы и таблицы»).

Пусть в результате вычислений получен массив интегральных показателей из  $n$  чисел, причем как отрицательных, так и положительных:  $A_i, i=1...n$ .

1. Выполним нормирование:

$$A_i^i = \frac{A_i - \mu}{M - \mu}; \forall i \quad \left| \begin{array}{l} \mu = 0,95 \times \min_{i=1,n} \{A_i\} \\ M = 1,05 \times \max_{i=1,n} \{A_i\} \end{array} \right.$$

Видно, что  $\forall A_i^i \in (0;1)$ .

2. Построим гистограмму в координатах  $(i, A_i^*)$ , причем цвет столбика  $i$  выбираем по следующему правилу: для нейтральных вопросов – зелёный, контрольных – синий, проверочных – красный<sup>1</sup>.

### 3.6 Результаты апробации КПС «Полигон»

#### 3.6.1 Исследование качества результатов, получаемых подсистемой обработки данных

Программы испытаний компьютерных систем оценки полиграмм практически не изменяются от исследования к исследованию. Основной характеристикой точности обработки данных автоматизированной системой традиционно рассматривают согласованность результатов компьютерной обработки с результатами, получаемыми контрольной группой экспертов. В [7], [43], [45], [44], [30], [39] приводятся результаты различных таких исследований, проводимых начиная с 1980-х гг. Общий вывод всех этих исследований в части определения названной характеристики таков: практически все существующие компьютерные системы автоматизированной обработки данных дают результаты, согласующиеся с результатами, полученными контрольной группой экспертов, не менее чем в 95% случаев (при условии отсутствия сильных артефактов в зарегистрированных данных).

Подчеркнем, что названный показатель можно рассматривать характеристикой достоверности результатов только в том смысле, в котором мы называем достоверным результат, озвучиваемый опытным и авторитетным экспертом.

Исследования данной характеристики нашей подсистемы проведены на базе ООО «Ареопак-М» – фирмы-производителя полиграфов «Поларг». Были использованы материалы обследований, проведенных штатными полиграфологами компании, а также обследований, проведенных пользователями «Поларг» из различных организаций. Сбор материалов осуществлялся дистанционно посредством сети Интернет с помощью КПС «Полигон» [3].

От шести различных экспертов-полиграфологов (трех сотрудников ООО «Ареопак-М» и трех сотрудников сторонних организаций) были получены материалы обследований и экспертные выводы по их итогам. Всего для целей исследования было собрано 315 обследований. Результаты исследования приведены в таблице 18.

Таблица 18. Исследование согласованности результатов, получаемых экспертами-людьми и подсистемой «Аргус» при обработке полиграфных обследований.

			Оценка экспертом результатов обработки, выполненной подсистемой «Аргус»						
			Проведено обследований	Согласен		С настройкой		Не согласен	
				Шт.	%	Шт.	%	Шт.	%
Эксперты	«А»	31	28	90%	2	6%	1	3%	
	«Б»	64	58	91%	4	6%	2	3%	
	«В»	21	14	67%	7	33%	0	0%	
	«Г»	40	38	95%	1	3%	1	3%	
	«Д»	112	100	89%	12	11%	0	0%	
	«Е»	47	26	55%	20	43%	1	2%	
ВСЕГО		315	264	84%	46	15%	5	2%	

Каждый из экспертов оценивал результаты получаемых с помощью автоматизированной подсистемы обработки данных на предмет их соответствия собственному мнению. В столбце «Согласен» указано число обследований, обработав которые наша подсистема сразу предоставила результаты, безогово-

<sup>1</sup> Возможно, правило выбора цвета будет другим.

точно соответствующие экспертному мнению. В столбце «С настройкой» указано число обследований, в которых эксперт согласился с результатами автоматизированной обработки после ручной настройки параметров модели обработки (т.е. вручную изменял симптомокомплекс, перечень включаемых в анализ тестов и пр.). В столбце «Не согласен» указано количество обследований, по результатам которых эксперт не смог согласиться с подсистемой обработки данных.

Как видно, несогласованность результатов нашей подсистемы и мнений экспертов наблюдается в 2% проведенных обследований. Даже не учитывая, что причины несогласия могут быть обусловлены не только свойствами разработанной подсистемы, столь малый процент несогласия характеризует разработанную экспертную подсистему поддержки принятия решений как весьма качественную.

В 98% случаев подсистема позволяет получать результаты, совпадающие с выводами профессиональных экспертов.

Таким образом, доказано, что разработанная подсистема поддержки принятия решений не уступает по качеству результатов обработки ни одной из существующих автоматизированных компьютерных систем аналогичного назначения. При этом наша подсистема (и система «Полигон» в целом) является, пожалуй, единственной, в которой для отыскания вероятностных характеристик применяются адекватные методы математической статистики.

## 4 Список использованной литературы

1. Агаханян Т.М., Никитаев Т.М. Электронные устройства в медицинских приборах: Учебное пособие. – М.: Бином, 2005. – 510 с.
2. Бабилов А.Ю., Митин В.В., Молчанов А.Ю. Компьютерная система психофизиологического тестирования работников предприятий АПК. // Живые системы и биологическая безопасность населения: Материалы V международной научной конференции студентов и молодых ученых. – М.: МГУПБ, 2006. С. 306-309.
3. Бабилов А.Ю., Молчанов А.Ю. Распределенный сбор метаданных-эвристик в управлении развитием экспертных систем. // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2007): Тезисы докладов Первой международной конференции. – М.: ИПУ РАН, 2007. – С.148-149.
4. Бабилов А.Ю., Молчанов А.Ю., Антонова Г.М. Компьютерная экспертная система проведения психофизиологических обследований. // Математика, информатика, естествознание в экономике и обществе: Труды международной научно-практической конференции. – М.: МФЮА, 2006. С. 43-46.
5. Бородин А.В. Математическая статистика. Методическое пособие для студентов технических специальностей. – М.: МГУПБ, 2003. – 58 с.
6. Варламов В.А. Детектор лжи. – Краснодар: ГУВД Краснодарского края, 1998. – 368 с.
7. Варламов В.А., Коровин В.В., Варламов Г.В. Тесты полиграфных проверок. – Ставрополь: ГУВД Ставропольского края, 2001. – 164 с.
8. Гагарина Л.Г., Киселев Д.В., Федотова Е.Л. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем: Учеб.пособие / под ред.проф. Л.Г.Гагариной. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2007. – 384 с.
9. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб.пособие. – 12-е изд., перераб. – М.: Высшее образование, 2006. – 479 с.
10. Ивашкин Ю.А. Вычислительная техника в инженерных расчетах (мясная и молочная промышленность). – М.: Агропромиздат, 1989. – 335 с.
11. Ивашкин Ю.А. Системный анализ и исследование операций в прикладной биотехнологии: Учеб.пособие. – М.: МГУПБ, 2005. – 196 с.
12. Компьютерная полиграфная система «Полигон». Руководство пользователя / Бабилов А.Ю. – М.: ООО «Ареопаг-М», 2008. – 45 с.
13. Компьютерная система поддержки проведения обследований с использованием полиграфа – «Полигон»: Св. РФ об офиц. рег. пр. для ЭВМ №2007610468 / Максимов И.В., Молчанов А.Ю., Бабилов А.Ю. (РФ).
14. Компьютерная система поддержки экспертного анализа полиграмм – «Аргус»: Св. РФ об офиц. рег. пр. для ЭВМ №2007611374 / Бабилов А.Ю., Молчанов А.Ю. (РФ).
15. Костанадов Э.А. Психофизиология сознательного и бессознательного. – СПб.: Питер, 2004. – 167 с.
16. Куликов Е.И. Прикладной статистический анализ. – М.: Радио и связь, 2003. – 376 с.
17. Методы обработки данных специальных психофизиологических обследований: Отчет по преддипломной практике / автор: Бабилов А.Ю., рук.: Бородин А.В. – М.:МГУПБ, каф. КТИС ф-та АБС, 2008. – 97 с.
18. Модуль автоматизированного измерения параметров реакций подсистемы обработки данных КПС «Полигон»: описание / Бабилов А.Ю. – М.: ООО «Ареопаг-М», 2006. – 17 с.
19. Оглоблин С.И., Молчанов А.Ю. Инструментальная «детекция лжи»: академический курс. – Ярославль: Ньюанс, 2004. – 464 с.
20. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. – М.: Техносфера, 2006. – 856 с.
21. Партыка Т.Л., Попов И.И. Математические методы: учебник. 2-е изд., испр.и доп. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. – 464 с.
22. Петров А.М., Мягких С.Г. Из записной книжки полиграфолога: Справочное пособие для специалистов, использующих полиграф при опросе граждан. – Пермь: ИД «Компаньон», 2003. – 257 с.
23. Петров А.М., Мягких С.Г., Бессонова С.Ю. Психологические возможности выявления скрываемой информации: Учебно-методическое пособие для сотрудников правоохранительных органов, студентов и курсантов высших юридических учебных заведений. – Пермь: ИД «Компаньон», 2003. – 210 с.
24. Практикум по нормальной физиологии: Учеб.пособие / Авт.кол. под ред. Н.А.Агаджаняна. – М.: Изд-во РУДН, 1996. – 339 с.
25. Раздаточный материал к программе подготовки специалистов по проведению инструментальных психофизиологических опросов / Полиграф-школа «ЭПОС». – М.: ЗАО «Группа ЭПОС», 2007. – 47 с.

26. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер.с польск. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.
27. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: ООО «Речь», 2007. – 350 с.
28. Смирнов И.В. Психозкология. Первое издание. – М., 2003. – 336 с.
29. Сошников А.П., Пеленицын А.Б. Универсальная комбинаторно-вероятностная модель оценки значимости психофизиологических стимулов и ее использование в полиграфе «Диана-01»: Материалы VII международной научно-практической конференции «Применение полиграфа», Краснодар, 2006 г. С. 133-139.
30. Тарасов А.Н. Психология лжи. – М., 2005. – 327 с.
31. Таха Хемди А. Введение в исследование операций, 7-е издание.: Пер.с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.
32. Трояновский В.М. Информационно-управляющие системы и прикладная теория случайных процессов: Учебное пособие. – М.: Гелиос АРВ, 2004. – 304 с.
33. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на компьютере: учебное пособие. – 4-е изд., перераб. – М.: ИД «ФОРУМ», 2008. – 368 с.
34. Устройство контроля и оценки физиологических процессов / Патент РФ №2203614 / Максимов И.В., Холодный Ю.И., Фесенко А.В., Степанов Н.М., Сошников А.П. (РФ).
35. Фалалеев М. Допрос чиновника «под током» // "Российская газета" – Федеральный выпуск №4603 от 4 марта 2008 г. С. 7-8.
36. Федорова В.И., Степанова Л.А. Краткий курс медицинской физики с элементами реабилитологии. Лекции и семинары: Учебное пособие. – М.: Физматлит, 2005. – 624 с.
37. Филиппов М.М. Психофизиология функциональных состояний: Учеб.пособие. – К.: МАУП, 2006. – 240 с.
38. Фишер-Круппс А.С. Интерфейсы измерительных систем. Справочное руководство. – М.: Издательский дом «Технологии», 2006. – 336 с.
39. Фрай О. Ложь. Три способа выявления. Как читать мысли лжеца, как обмануть детектор лжи. – СПб.: Прайм-Еврознак, 2006. – 284 с.
40. Человек: анатомия, физиология, психология. Энциклопедический иллюстрированный словарь / Под ред. А.С.Батуева, Е.П.Ильина, Л.В.Соколовской. – СПб.: Питер, 2007. – 672 с.
41. Черепанова И., Петров А., Мягих С. Детектор правды. Суггестивные технологии в творчестве полиграфолога-профессионала. – М.: «КСП+», 2004. – 336 с.
42. Численные методы: Учебное пособие для студ. вузов / М.П.Лапчик, М.И.Рагулина, Е.К.Хенкер; под ред. М.П.Лапчика. 2-е изд., стер. – М.: ИЦ «Академия», 2005. – 384 с.
43. D.J. Krapohl. A Comparison of 3- and 7-Position Scoring Scales with Laboratory Data // Polygraph, 27 (3), 1998. – P.210-218.
44. J.A. Matte. Forensic Psychophysiology Using the Polygraph: Scientific Truth Verification // Lie detection, Williamsville, NY: J.A.M. Publications, 1996. – P.398-417.
45. J.C. Kircher, D.C. Raskin. Human versus Computerized evaluations of polygraph Data in a Laboratory Setting. Journal of Applied Psychology, 73 (2), 1988. P.291-302.