

# БИОМЕТРИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПСИХОСОМАТИЧЕСКОГО СТАТУСА ЧЕЛОВЕКА

ЖВАЛЕВСКИЙ О.В., РУДНИЦКИЙ С.Б.

---

УДК 004.6

*Жвалевский О.В., Рудницкий С.Б.* **Биометрический комплекс для инструментальной оценки психосоматического статуса человека.**

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность инструментального подхода к определению психосоматического статуса человека, основанного на совместной обработке разнотипных биометрических данных, полученных в результате измерения пульса, регистрации микродвижений лица и проведения психологического тестирования. Описывается минимальный состав программно-измерительного комплекса. Рассматриваются вопросы создания базы разнотипных биометрических данных.

**Ключевые слова:** психосоматический статус, биометрические системы, пульсограмма, виброизображение, тревожность, базы данных.

*Zhvaleyevsky O.V., Roudnitsky S.B.* **Biometric complex for recognition of human psychosomatic status.**

**Abstract.** The article deals with a probability of instrumental approach to a psychosomatic status estimation in the article. This approach is based on joint (combined) processing polytypic biometric data which is results of pulse measurements, vibroimage registration and psychological testing. The article is concerned with minimum program-instrumental complex solution. Also, in article a polytypic biometric data bases design is presented.

**Keywords:** psychosomatic status, biometric systems, pulsogramma, vibroimage, inconvenience, data bases.

---

**1. Введение.** Одним из важных направлений развития биометрии, в целом, является анализ функциональных состояний человека по результатам измерений его физиологических и поведенческих характеристик. Сюда, в частности, относится задача дистанционного распознавания психического состояния человека. Предполагается, что психическое состояние человека оказывает влияние на физиологические процессы регуляции, и, соответственно, приводит к соматическим проявлениям, что позволяет ввести специальное понятие психосоматического статуса. Под психосоматическим статусом мы будем понимать функциональное состояние человека, которое характеризуется физиологическими проявлениями и отражает его психическое состояние.

Рядом исследований доказано существенное влияние психологического состояния на эффективность лечения множества различных заболеваний, в том числе и онкологических. Однако, на

текущий момент, отсутствуют методы регистрации и оценки психосоматического статуса. Существующие сегодня подходы к распознаванию психического состояния человека основаны на тестировании и носят субъективный характер, так как результаты тестирования представляют собой бальные оценки в «шкале наименований» («слабые» измерения), которые зависят как от самой методики тестирования, так и от тех, кто проводит тестирование. В настоящее время, для оценки общего состояния пациента используются две основные шкалы: пятибальная шкала Всемирной организации здравоохранения и шкала Карновского, в явном виде не учитывающие психологической составляющей.

В статье рассматривается возможность инструментального подхода к оценке психосоматического статуса человека, основанного на регистрации ряда биометрических характеристик (БХ) с последующей обработкой результатов измерений методами интеллектуального анализа данных.

Исследовательская биометрическая система (ИБС), предназначенная для объективной оценки психосоматического статуса человека, как и системы безопасности третьего поколения, должна быть построена по принципам интегрированных комплексов, позволяющих одновременно измерять различные БХ человека и, на этапе обучения системы, проводить психологическое тестирование с целью выявления потенциальных коррелятов с внешними проявлениями психического. При этом предпочтение следует отдавать тем физиологическим параметрам, которые допускают неинвазивный, а, лучше, дистанционный способ регистрации. Это сужает круг доступных для измерения параметров, что обуславливает смещение акцента в задаче построения БС указанного вида в сторону усложнения алгоритмов математической обработки разнотипных биометрических данных: новейшие информационные технологий способны «выжимать» из разнородных регистрируемых данных скрытые закономерности, дающие максимум полезных сведений о психическом состоянии испытуемого.

Не менее важной задачей является создание валидных и надежных шкал оценки психических состояний на основе измерения параметров квазипериодических колебательных процессов в биологических объектах. Решение этой задачи требует разработки принципиально нового подхода к манипулированию регистрируемой информацией. Это означает, с одной стороны, разработку специализированных баз данных, содержащих сведения о проведённых измерительных

экспериментах, сами результаты измерений и результаты их математической обработки. С другой стороны, это означает применение методов комплексной обработки разнотипных биометрических данных, когда приходится иметь дело с «сырыми» данными (временными рядами), множеством потенциально информативных признаков и всевозможными бальными значениями в номинальных и порядковых шкалах. Применение методов комплексной обработки разнотипных биометрических данных предполагает наличие развитых средств по накоплению и оперированию разнородными данными, что означает, в свою очередь, необходимость разработки принципов хранения биометрических данных и создание систем управления базами биометрических данных.

В статье описывается архитектура исследовательской биометрической системы, предназначенной для мониторинга эффективности лечения онкологических заболеваний, проходящей в настоящее время апробацию под руководством д.м.н. М.А.Бланка в группе «Хрономедицина» Российского научного центра радиологии и хирургических технологий (ФГУ «РНЦРХТ Росмедтехнологий»). Описывается минимальный состав измерительного комплекса, создание базы экспериментальных данных.

**2. Состав измерительного комплекса.** Оценка психического состояния биологического объекта по показателям квазипериодических процессов, протекающих в живом организме, представляют особый интерес для построения биометрических систем третьего поколения. Несмотря на то, что амплитуды таких процессов, проявляющихся на поверхности тела и доступных для регистрации, незначительны, подобные колебания поддаются дистанционному мониторингу с помощью современных технических средств. В частности, для дистанционной регистрации малых (порядка долей миллиметра) по амплитуде перемещений частей тела биологического объекта в настоящее время применяют телевизионные камеры с высоким пространственным разрешением и специальной обработкой принимаемого сигнала, связанной с накоплением межкадровой разности. Например, одна из технологий оценки микровибраций лица, основанная на накоплении межкадровой разности, было предложена В.А. Минкиным и др., и воплощена компанией «ЭЛСИС» в виде приложения AuraVibraImage для получения так называемого «виброизображения» [1].

Идеальное «виброизображение», визуализирующее микровибрации на исследуемой поверхности тела человека, можно

получить, только оперируя векторами колебаний точек поверхности с заданным разрешением, что оказывается возможным только при применении стереоэффекта. Такой подход, хотя и заведомо более информативный, чем другие, требует значительных вычислительных мощностей, объёмов памяти и трудно реализуем в мобильной ИБС. Поэтому, на первом этапе работы — выявлении коррелятов различных функциональных состояний с потенциально информативными признаками, полученными при регистрации микродвижений, мы использовали принцип строчного накопления межкадровой разности изображения получаемого чёрно-белой аналоговой WEB-камерой, не осуществляющей дополнительных преобразований над сигналом.

Другой источник данных о ФС человека, в принципе поддающийся дистанционному измерению, — это пульс. В нашем случае, использовалось измерение пульсовой волны (реографический способ) датчиком, основанным на фотоэффекте. Такой датчик фиксирует наполняемость кровью капилляров и срабатывает при преодолении плотности потока некоторого порога. Несмотря на низкую точность измерений и зависимость от произвольно выставляемого порога, этот принцип измерения пульса находит своё практическое применение при анализе состояния вегетососудистой системы при диагностике сердечнососудистых заболеваний по Р. М. Байевскому [2]. Указанный принцип диагностики реализован Г.А.Вильнером в приложении «Пульсомер», которое уже долгое время используется при мониторинге онкологических заболеваний в Российском научном центре радиологии и хирургических технологий (ФГУ «РНЦРХТ Росмедтехнологий», бывший ЦНИИРИ).

Для проведения эталонного психологического тестирования используется программа «Интегративный тест тревожности», разработанная в лаборатории клинической психологии Психоневрологического института им. В. М. Бехтерева авторским коллективом под руководством проф. Л. И. Вассермана [3].

Таким образом, используемый нами измерительный комплекс состоит из двух измерительных подсистем, предназначенных для регистрации частоты сердечных сокращений (ЧСС) и микродвижений лица, а, также, отдельного приложения, предназначенного для проведения психологического тестирования.

Опишем коротко каждый компонент измерительного комплекса.

**2.1. Виброизображение.** Качество виброизображения зависит от условий съёмки (освещённость объекта, длина волны падающего света, контрастность и т.п.), и технические характеристики

(пространственное разрешение, динамический диапазон и т.п.). Чтобы обеспечить требуемую корреляцию между наблюдаемой и действительной частотой колебаний точек тела, необходимо обеспечить хорошее пространственное разрешение, стабильное и равномерное освещение объекта, желательно, коротковолновым светом. Поскольку в исследованиях производится съёмка неподвижных лиц испытуемых, количество кадров при накоплении межкадровой разности необязательно делать малым (время накопления межкадровой разности должно быть достаточным для регистрации нескольких циклов интересующих нас периодических процессов.). Несмотря на то, что довольно трудно соблюсти одинаковыми условия проведения всех экспериментов, оказывается вполне достаточным использование простых Web-камер.

Программа AuraVibralmage получает изображение, обрабатывает его и сохраняет результаты его обработки в специальном файле протокола, в виде 11 временных рядов. Нас интересовали только четыре числовые характеристики (см.Табл. 1). Независимыми параметрами здесь являются IA и FPS, остальные коррелированы.

Табл. 1. Анализируемые показатели виброизображения

Показатель	Описание
Integrated All (IA)	Интегральная интенсивность пульсации изображения за интервал времени по всему кадру
f(IA)	Частота измерения IA (основной метод расчёта частоты)
$(IA^2)/f(IA)$	Расчётная величина
FPS	Текущая частота кадров

**2.2. Пульсометрия.** Суть методики заключается в получении пульсограммы, под которой понимается последовательность М-М интервалов, и последующим спектральным и статистическим анализом пульсограммы и определении диагностических оценок, описывающих, согласно Р. М. Байевскому, различные стороны функционирования сердечно-сосудистой подсистемы организма, а именно: «суммарный эффект регуляции», «функция автоматизма», «вегетативный гомеостаз», «устойчивость регуляции», «активность подкорковых нервных центров». В программе «Пульсомер»

дополнительно выводится корреляционная ритмограмма и производится динамическая обработка пульсограммы.

**2.3. Тревожность.** Тестирование заключается в предъявлении испытуемому двух групп вопросов.

Каждая группа вопросов предъявляется испытуемому одновременно (одним блоком).

На основании полученных ответов от испытуемых определяются такие параметры как эмоциональный дискомфорт (ED), астенический компонент (AST), фобический компонент (FOB), оценка перспективы (OP), Социальная защита (SZ) и интегративный показатель (ST). Вычисляется две группы параметров: одна — для ситуативной тревожности (EDS, ASTS, FOBS, OPS, SZS и STS), другая — для личностной (EDL, ASTL, FOBL, OPL, SZL и STL). Указанные параметры принимают целочисленные значения от 0 до 9 в ординальной (порядковой) шкале.

В программе «ИТТ» имеется своя база данных, которая сохраняется в текстовом файле **Users.d**, имеющий формат *Параметр=Значение*. В программе «ИТТ» регистрируется возраст испытуемого, задается группа, к которой принадлежит данный испытуемый, и приводится дополнительное текстовое поле с примечанием. Список групп также заполняется в «ИТТ» (файл **Groups.d**).

**3. Методика измерений.** Обучение ИБС оценке психосоматического статуса предполагает одновременное измерение физиологических показателей и проведение психологического тестирования. Используемые программные средства не позволяют обеспечить должную синхронизацию измерений, поэтому приходилось довольствоваться лишь условным совмещением во времени. Методика измерительного эксперимента, таким образом, сводится к согласованному по времени запуску двух приложений (приложение *AuraVibrImage* и приложение «Пульсомер») для проведения измерений с последующим проведением психологического тестирования (приложение «ИТТ»).

**4. Создание базы биометрических данных.** При обработке разнотипных биометрических данных приходится учитывать сложные взаимосвязи внутри данных (временные ряды и результаты их обработки, текстовые описательные значения и бальные переменные). Также необходимо обрабатывать одним блоком данные, полученные при работе с отдельным испытуемым, что, собственно, и составляет

суть совместной обработки данных. Даже для небольшого объёма данных корректная обработка представляется трудоёмким процессом.

Естественным способом преодоления вычислительных трудностей является создание полноценной базы данных, в которой хранятся общие справочные сведения (об испытуемых, о проведённых измерительных экспериментах), результаты как самих измерений, так и результаты их математической обработки, а, также, результаты постобработки данных (накопление сведений об обнаруженных решающих правилах, найденных зависимостях и результатах классификации/кластеризации исходных данных). Хорошо проработанная структура базы данных предполагает возможность:

- введения в обработку других типов биометрических данных (связанного с использованием новых источников данных — подключением новых датчиков);
- создания, вычисления и включения в обработку новых потенциально информативных признаков;
- создания, применения и сравнения различных шкал для представления специализированных признаков;
- введения в обработку новых методов математического анализа данных.

Соответственно, требуется реализация программной оболочки над базой данных, предоставляющей пользовательский интерфейс для решения основных исследовательских задач. Такое приложение обладает свойством расширяемости и обладает широкими возможностями при составлении матрицы экспериментальных данных. В конечном итоге, такое приложение должно стать частью проектируемого программно-аппаратного комплекса.

При создании базы биометрических данных необходимо:

1. Выбрать логическую схему базы данных — структуру базы данных в виде таблиц и отношений между ними.
  2. Произвести предварительную обработку данных — получить признаки там, где есть только исходные («сырые») данные.
  3. Выбрать единый формат для промежуточного хранения разнотипных биометрических данных и подготовить имеющиеся экспериментальные данные для записи в БД.
  4. Составить матрицу экспериментальных данных.
- Опишем подробнее каждый из четырех этапов создания БД.

**4.1. Структура базы данных.** База экспериментальных данных представлена таблицами, представленными в Табл. 3.

Табл. 3. Основные таблицы базы экспериментальных данных

№	Название	описание
1	protocols	Таблица протоколов измерений
2	sources	Справочник типов протоколов
3	visits	Таблица посещений
4	measurements	Таблица результатов измерений
5	parameters	Справочник признаков/параметров
6	groups	Справочник групп
7	sexes	Справочник полов

*Протокол* — это то, что получается в результате проведения отдельного измерительного эксперимента. В текущей версии БД (СУБД **MS Access**) используется *три* типа протоколов, записанных в таблице `sources` (см. Табл. 4). Сама таблица протоколов (`protocols`) имеет структуру, представленную в Табл. 5. Структура таблицы *посещений* или визитов (`visits`) выглядит аналогично и содержит консолидированные данные по всем протоколам, полученным в результате произведённых измерений. Таким образом, между таблицами `visits` и `protocols` имеется связь «один-многим»: одной записи в таблице посещений соответствует одна или несколько записей в таблице протоколов.

Табл. 4. Типы протоколов (таблица `sources`)

id	caption / заголовок	description / описание	name / имя	alias / псевдоним
1	Тревожность	Интегративный тест тревожности	Трево	ITT
2	Пульс	Пульсометрия (программа "Пульсомер")	Пульс	Puls
3	Виброизображение	Результат работы программы AuraVibralmage	Вибро	Vibro



Табл. 5. Таблица протоколов (protocols)

№	Поле	тип	описание
1	id	Счётчик	Первичный ключ таблицы
2	fio	Текстовый	Фамилия Имя Отчество
3	source	Текстовый	Тип протокола
4	dop	Дата/время	Дата проведения измерения
5	top	Дата/время	Время проведения измерения
6	sex	Текстовый	Пол
7	group	Текстовый	Группа
8	prim	Текстовый	Примечание
9	comments	Текстовый	Комментарии
10	age	Числовой	Возраст
11	visit_id	Числовой	Посещение (вторичный ключ)

В ходе измерений может оказаться, что какое-то измерение является ошибочным (произошёл программный сбой или была нарушена схема проведения эксперимента). В этом случае делается повторное измерение, и тогда в БД появляются два однотипных протокола, соответствующих одному и тому же посещению. Однако, при слиянии данных из нескольких источников и формировании матрицы экспериментальных данных (МД), необходимо выбрать только один протокол. Поэтому в БД устанавливается связь только с корректным протоколом.

При проведении измерительных экспериментов, как правило, выполняются все три типа измерений. В общем случае (в силу различных причин) возможна ситуация, когда какое-то измерение не было произведено, и тогда в МД появляются пропуски. В этом случае возможно применение специализированных методов обработки данных с пропущенными значениями.

Результаты измерений, полученные в различных программах, сохраняются в таблице `measurements`, чья структура представлена в Табл. 6. Значение хранится в текстовой форме так, как оно получено в каждой программе. При математической обработке текстовое значение может быть преобразовано в числовую форму. В поле `name` хранится имя переменной (признака, параметра или показателя) в том виде, как оно принято в каждой программе, в то время как в поле `alias` хранится т.н. *псевдоним* — внутреннее имя переменной, под которым она (переменная) фигурирует в МД. Псевдоним целесообразно выбирать таким, чтобы отразить в имени признака как и тип

измерений, к которому он относится («Vibro», «Puls» или «ИТТ» в качестве начала псевдонима), так и способ вычисления, который использовался при получении данного признака. Выбранный подход — стандартный подход к именованию объектов. Этот подход позволяет избежать дубликатов. А при обработке МД этот подход позволяет успешно ориентироваться в полученных результатах.

Табл. 6. Таблица результатов измерений (measurements)

№	Поле	тип	описание
1	id	Счётчик	Первичный ключ таблицы
2	protocol_id	Числовой	Протокол (ссылка)
3	num	Числовой	Номер: для упорядочивания
4	name	Текстовый	Имя признака/показателя/параметра
5	alias	Текстовый	Псевдоним: для задания
6	value	Текстовый	Значение
7	isfeature	Числовой	Двоичный флаг: является ли признаком
8	cod	Текстовый	Группа

Табл. 6. Таблица признаков (parameters)

№	Поле	тип	описание
1	id	Счётчик	Первичный ключ таблицы
2	num	Числовой	Номер: для упорядочивания
3	name	Текстовый	Имя признака/показателя/параметра
4	alias	Текстовый	Псевдоним: для задания
5	isfeature	Числовой	Двоичный флаг: является ли признаком
6	caption	Текстовый	Отображаемый заголовок
7	description	Текстовый	Более подробное описание
8	source	Текстовый	Ссылка на справочник значений
9	source_id	Числовой	Вторичный ключ для связи с таблицей sources

Сами признаки описываются (см. Табл. 7) в таблице parameters. Таблица устроена таким образом, что она позволяет описывать не только числовые признаки, но и всевозможные сведения, которые не обязательно должны присутствовать в МД. Для

формирования МД используется флаг (поле `isfeature`), при «выставлении» которого данный показатель включается в МД.

**4.2. Предварительная обработка данных.** Полученные биометрические данные весьма разнородны. Имеются и простые числовые признаки, потенциально принимающие произвольные (хотя и ограниченные) вещественные значения, и бальные оценки, принимающие значения в некоторых шкалах (наименований или порядковых), и сами временные ряды, отражающие динамику регистрируемого физиологического параметра.

Например, результатом работы программы `AuraVibrImage` является набор «сырых» данных — четыре временных ряда, которые требуют дополнительной обработки. Следовательно, необходимо использовать тот или иной метод обработки временных рядов. Чтобы исключить влияние сопутствующих факторов (например, переходные процессы, которые возникают в начале измерения, связанные с начальной реакцией испытуемого на само измерение), приходится отсекал начальные отсчеты временных рядов. Чтобы все обрабатываемые временные ряды были одинаковой длины, берутся последние 100 отсчетов исходных временных рядов. Затем для каждого из четырех временных рядов вычислялся набор из семи признаков: стандартное отклонение, энтропия, фрактальная размерность (по Хигучи) и четыре сингулярных собственных числа (при «сворачивании») анализируемого временного ряда в матрицу по методу «Гусеница»).

В программе «Пульсомер» вычисляется весь необходимый набор признаков, однако, сохраняются и сами исходные временные ряды (пульсограммы), что позволяет использовать методы обработки временных рядов и самостоятельно вычислять новые признаки, которые также можно включить в матрицу экспериментальных данных. На предварительном этапе исследований никаких дополнительных признаков не вычислялось, поскольку было важно понять, какова информативность признаков, вычисляемых в программе «Пульсомер».

Результат психологического тестирования (при помощи программы «ИТТ») — готовый числовой материал, который не требует какой-то дополнительной обработки.

Таким образом, вся предварительная обработка данных сводится к вычислению дополнительных признаков для анализа виброизображения, а, также, к отсеву ошибочных измерений. При формировании МД возможно, появление пропусков, что не мешает

применять определённые методы анализа, допускающие такие пропуски. Также возможно отобрать только те объекты (или, что — то же самое, протоколы), для которых имеются измерения всех трёх типов.

**4.3. Формат промежуточного хранения данных.** Для того, чтобы свести воедино данные, полученные из разных источников, необходимо обеспечить их сохранение в едином формате промежуточного хранения, который можно было бы эффективно обрабатывать (загружать в программу, редактировать отдельные записи и сохранять результат работы в базе данных).

В качестве такого формата был выбран формат файлов вида *Параметр=Значение*.

Этот формат используется в качестве основного в программе «ИТТ», поэтому данные по тревожности можно загружать в БД непосредственно из файла **Users.d** (предварительно переименованного для единообразия в **ИТТ.data**).

Данные программы «Пульсомер» хранятся в файле **Puls.dbf** (это бинарный файл специально формата, отличного от формата Dbase, не смотря на выбранное расширение). Для создания файла промежуточного хранения был реализован простейший транслятор, в виде консольного приложения *PulsRead* (компилятор **Microsoft Visual Studio 6**). Полученный файл промежуточного хранения **Puls.data** можно отредактировать с целью очистки данных от ошибочных сведений (если таковые имеются) и, затем, загрузить в БД.

При обработке данных, полученных при помощи *AuraVibraImage*, было задействовано приложение **Microsoft Excel**, в котором был реализован модуль, состоящий из следующих трёх макросов:

- Макрос1СписокФайловСоставление — составление списка файлов протоколов;
- Макрос2ОбработкаФайлаОткрытиеИСохранение — загрузка каждого текстового файла в Excel, выделение данных для обработки, проведение всех необходимых вычислений и сохранение результата работы в виде рабочей книги Excel;
- Макрос3ОбработкаФайлаОткрытиеИЗаписьПризнаков — извлечение из каждой рабочей книги с результатами обработки файла протокола вычисленных признаков и запись их в отдельный файл.

Результатом работы последнего макроса будет файл промежуточного хранения **Vibro.data**.

Как только получены все три файла промежуточного хранения (файлы \*.data), происходит загрузка данных в БД, после чего остаётся только правильно объединить протоколы различных типов, относящиеся к одному и тому же испытуемому и соответствующие одному и тому же измерительному эксперименту.

**4.4. Построение и анализ матрицы экспериментальных данных.** После того, как все требуемые данные получены и загружены в базу данных, необходимо сформировать матрицу экспериментальных данных, которая, затем, будет подвергнута анализу (при решении следующих задач: поиск и исследование зависимостей, классификация и снижение размерности).

В матрице экспериментальных данных (МД) должны быть общие сведения об испытуемом (ФИО или некоторый специально подобранный уникальный идентификатор, например, в виде кода, содержащего идентификатор испытуемого, номер серии экспериментов и т.д. и т.п.), а, также, пол, возраст и другие сведения которые позволяют производить группировку. Эти сведения предпочтительно представлять в виде кодовых значений (а не в виде текстовых описаний), что позволит загружать МД в любой пакет прикладных подпрограмм. Для этого в структуру БД вводятся специальные справочные таблицы и создаются новые искусственные «признаки», которые хранят числовые, а не текстовые, значения. Дополнительно создаются бинарные признаки, которые описывают принадлежность объекта к той или иной группе.

В основе выбранной схемы лежит механизм связи между признаками: одни признаки являются первичными и содержат исходные (текстовые) значения, а другие признаки являются вторичными и содержат производные (числовые) значения. При этом, в таблице параметров имеется ссылка (поле source) на справочную таблицу, содержащую диапазон принимаемых значений с указанием как текстового описания, так и числового кода. Это позволяет автоматически строить искусственные «признаки», причём такие признаки также автоматически будут привязываться к тем протоколам, к которым привязаны исходные признаки.

При построении МД особую роль играют условия отбора объектов. На данном этапе были использованы условия на равенство и на принадлежность некоторому диапазону.

**5. Результаты.** Предлагаемый инструментальный подход был реализован в виде специализированной биометрической системы, позволяющей получать согласованные по времени измерения пульса и

микровибраций лица, а, также, производить психологическое тестирование. Это — минимальная (по составу) биометрическая система, необходимая для определения психосоматического статуса. Система прошла апробацию в Российском научном центре радиологии и хирургических технологий (ФГУ «РНЦРХТ Росмедтехнологий»).

На данном этапе исследований не предпринималось никаких специальных мер по синхронизации получения виброизображения и измерения пульса. Поэтому имеет смысл говорить только лишь о совместной обработке разнотипных биометрических данных: данные, полученные из различных источников, механически объединяются, и осуществляется поиск скрытых логических закономерностей и решающих правил, позволяющих определять психологическое состояние испытуемого по результатам косвенных измерений.

С помощью разработанной биометрической системы группой М.А. Бланка (ФГУ «РНЦРХТ Росмедтехнологий») были собраны экспериментальные данные в виде обучающей выборки практически здоровых испытуемых:

- 97 людей различного возраста, из которых 45 мужчин и 55 женщин;
- 190 беременных женщин, находящихся на различных сроках беременности.

Найденные скрытые закономерности свидетельствуют о том, что признаки, соответствующие различным физиологическим параметрам и результаты психологического тестирования находятся в тесной взаимосвязи.

**6. Обсуждение.** В статье описывается первый этап работы, цель которой — обеспечить врачей мобильным программно-инструментальным комплексом, пригодным для мониторинга эффективности лечения заболеваний. Этот этап, безусловно, является предварительным, поскольку на этом этапе определяется принципиальная возможность инструментального подхода к оценке психосоматического статуса.

Полученные результаты свидетельствуют в пользу возможности такого подхода. Однако имеются и некоторые недостатки при его реализации, а именно:

- отсутствие синхронизации разнотипных измерений;
- малая информативность некоторых признаков (в особенности, признаков, полученных для «виброизображения», получаемого при помощи программы AuraVibraImage);

- недостаточный объём экспериментальных данных для решения частных задач.

Эти недостатки планируется исправить на следующих этапах работы.

Во-первых, необходимо модернизировать измерительный комплекс, предоставив самостоятельное программное решение (в противовес совокупности отдельных программных средств, использованных на предварительном этапе исследований), в рамках которого оказывается возможной точная синхронизация измерений, поскольку измерения будут осуществляться под управлением одного приложения. Так же, по нашему мнению, необходимо изменить состав измерительных БХ как за счёт увеличения числа измеряемых физиологических параметров так и за счёт применения датчиков одноимённых параметров, основанных на различных физических принципах функционирования. При наличии точной синхронизации измерений будет возможно применение методов комплексной обработки разнотипных данных.

Во-вторых, представляется целесообразным использовать временные ряды, полученные при регистрации БХ, вычисляя расстояния между ними различными методами и используя полученные расстояния при классификации временных рядов. Последнее, кроме того, позволит использовать обычное изображение для самостоятельного (без использования программы AuraVibrImage) получения новых потенциально информативных признаков.

В-третьих, необходимо пополнить базу экспериментальных данных и получить репрезентативные выборки по различным категориям испытуемых, что позволит решать разнообразные исследовательские задачи при построении автоматизированных систем поддержки принятия прогностических и диагностических решений.

**7. Заключение.** В статье предложен инструментальный подход к определению психосоматического статуса испытуемого по показаниям параметров квазипериодических процессов. Этот подход основан на построении специализированной биометрической системы, допускающей согласованное по времени (то есть, практически одновременное) измерение пульса и микродвижений лица совместно с психологическим тестированием при помощи «Интегративного теста тревожности». Собраны выборки экспериментальных данных практически здоровых людей, прошедших диспансеризацию, и проанализированы различия между беременными женщинами и другими испытуемыми. Создана база биометрических данных и реализована оболочка, предназначенная для управления данными

(загрузка в базу данных, синхронизация данных и формирование матрицы экспериментальных данных).

Обнаруженные закономерности свидетельствуют в пользу возможности предлагаемого инструментального подхода. Установлено, что микровибрации и пульс несут информацию о психическом состоянии испытуемого.

Для повышения точности и достоверности инструментального подхода, по нашему мнению, целесообразно произвести модернизацию программно-инструментального комплекса, направленную на:

- интеграцию измерительных подсистем;
- введение дополнительных источников информации о функциональном состоянии испытуемого и выявление в них информативных признаков (в частности введение, в дополнение к простому датчику пульса, датчика объёмного пульса, введение датчика для получения ЧСС, переход от интегральных характеристик «виброизображения» к непосредственному анализу самого изображения, введение анализа голоса, частоты дыхания и т.п.).

### Литература

1. *Минкин В.А.* Виброизображение. СПб.: Реноме, 2007. 108 с.
2. *Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.М.* Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984. 225 с.
3. *Бизюк А.П., Вассерман Л.И., Иовлев Б.В.* Применение интегративного теста тревожности. Методические рекомендации. СПб.: 2003 г.

**Жвалецкий Олег Валерьевич** — научный сотрудник лаборатории биомедицинской информатики Учреждения Российской академии наук Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН). Область научных интересов: методы обработки временных рядов, методы комплексной обработки данных, базы биометрических данных, интеграция приложений. Число научных публикаций — 5. [ozh@spiiaras.ru](mailto:ozh@spiiaras.ru), СПИИРАН, 14-я линия В.О., д. 39, г. Санкт-Петербург, 199178, РФ; р.т. +7(812)328-5411, факс +7(812)328-4450.

**Zhvalevsky Oleg Valerievich** — researcher, Biomedical Information Laboratory, St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences (SPIIRAS). Research interests: time series processing methods, data complex processing methods, biometrical data bases, applications integration. The number of publications — 5. [roudnitsky@spiiaras.ru](mailto:roudnitsky@spiiaras.ru); SPIIRAS, 39, 14-th Line V.O., St. Petersburg, 199178, Russia; office phone +7(812)328-5411, fax +7(812)328-4450.

**Рудницкий Сергей Борисович** — д.т.н., заведующий лабораторией биомедицинской информатики Учреждения Российской академии наук Санкт-Петербургский институт



информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН). Область научных интересов: дистанционная биометрия, хронобиология, комплексная обработка сигналов, радионавигация. Число научных публикаций — 80. roudnitsky@spiias.ru, СПИИРАН, 14-я линия В.О., д. 39, г. Санкт-Петербург, 199178, РФ; р.т. +7(812)328-5411, факс +7(812)328-4450.

**Roudnitsky Sergey Borisovich** — Dr. Sci. (Tech.); leading researcher, Biomedical Information Laboratory, St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences (SPIIRAS). Research interests: distance biometry, chronobiology, cybernetics, complex signal processing, and radionavigation. The number of publications — 80. roudnitsky@spiias.ru; SPIIRAS, 39, 14-th Line V.O., St. Petersburg, 199178, Russia; office phone +7(812)328-5411, fax +7(812)328-4450.