



Порвах А. П.,  
Журавлева Ю. В.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА СТУДЕНТОВ

*Работа посвящена разработке информационной системы определения адаптационных возможностей организма студентов, которая позволяет проводить анализ активности процессов вегетативной регуляции в сердечно-сосудистой системе человека, оценивать адаптационные возможности студентов. В работе рассмотрен подход к комплексной оценке баланса вегетативного и гуморального звеньев адаптации с учетом оценки психофизиологического состояния и вариабельности сердечного ритма.*

**Ключевые слова:** информационная система, адаптационные возможности, вариабельность сердечного ритма, функциональное состояние.

### 1. Введение

На сегодняшний день адаптация студентов представляет собой сложный социально-психофизиологический процесс, сопровождаемый значительным напряжением компенсаторно-приспособительных механизмов организма.

Напряжение сказывается на здоровье, на работоспособности и, в конечном счете, определяет успешность студента. Период острой адаптации приходится на первый и второй курс обучения. Новая социальная среда, изменение характера умственных и эмоциональных нагрузок предъявляют дополнительные требования к организму и могут отрицательно сказываться на функциональном состоянии и результативности учебной деятельности. Психоэмоциональные и умственные нагрузки, несоблюдение режима дня приводит к переутомлению и срыву процесса адаптации, что сопровождается выраженной картиной метаболических изменений в организме [1].

### 2. Постановка проблемы

В настоящее время интенсификация процессов обучения, внедрение компьютерных технологий, ухудшающаяся экологическая ситуация и многие другие факторы ведут к значительному ухудшению состояния здоровья молодого поколения, что подтверждается многочисленными статистическими данными [2]. Следовательно, определение адаптационных возможностей организма студентов является актуальной задачей.

С повышением уровня автоматизации характер деятельности врача по своей природе становится все в большей степени контролирующим. Однако процесс определения адаптационных возможностей организма человека требует не только контроля, но и плотного участия во время проведения различных нагрузочных и психологических тестов. Кроме того, для выявления нарушений адаптационных функций организма человека и его психофизиологического состояния врачу приходится использовать не только свой опыт, но и современные регламентированные методики, которые уже сами по себе требуют определенного уровня автоматизации. Для

оценки адаптационных возможностей целесообразным является создание информационной системы, позволяющей оперативно производить оценку адаптационных возможностей организма человека с целью предупреждения эмоциональных и нервных срывов и предотвращения изменения функциональной активности различных систем организма человека [3].

### 3. Литературный обзор

Перегрузка часто возникает из-за недостаточного внимания к индивидуальным психофизиологическим особенностям, несоблюдения режима дня и условий обучения. При возрастающих учебных нагрузках нарушаются процессы адаптации студентов. П. И. Сидоров и др. отмечают, что даже небольшие отклонения в адаптивном потенциале человека могут вызвать самые разнообразные нарушения здоровья [4–6].

В процессе адаптации происходит изменение функциональной активности различных систем организма. Среди них особая роль принадлежит сердечно-сосудистой системе. Р. М. Баевским разработана теория, согласно которой именно сердечно-сосудистая система ответственна за адаптацию организма человека к большому числу разнообразных факторов и поэтому ее реакции могут служить индикатором адаптационных процессов организма в целом. Анализируя обеспечение гомеостаза в процессе адаптации, Р. М. Баевский пришел к выводу, что функциональные резервы имеют прямую связь с уровнем функционирования и обратную — со степенью напряжения регуляторных систем. Под уровнем функционирования сердечно-сосудистой системы понимаются широко известные показатели — частота пульса и артериальное давление. Наряду с этими традиционными показателями, степень напряжения регуляторных процессов определяется на основе математического анализа вариабельности сердечного ритма (метод вариационной пульсометрии), характеризующего работу различных уровней регуляции, в первую очередь вегетативной нервной системы. Мониторинг функционального состояния организма по сердечному

ритму в исследовательской практике используется достаточно широко [7].

На сегодняшний день существуют различные системы определения вазорегуляторных и адаптационных возможностей организма. Одной из таких систем является «Кардиолаб» — компьютерный кардиографический комплекс, предназначенный для проведения широкого спектра кардиографических исследований, который предусматривает регистрацию и анализ ЭКГ, формирование отчета и печать результатов. Важной особенностью системы «Кардиолаб», отличающей ее от большинства отечественных и зарубежных компьютерных кардиосистем, является наличие развитого режима длительного мониторинга с анализом variability сердечного ритма (ВСР) и состояния вегетативной нервной системы. Однако, к недостатку данной системы можно отнести отсутствие возможности определения функционального класса адаптационных ресурсов организма человека [8].

В свою очередь оценить функциональное состояние и класс адаптационных ресурсов организма позволяет аппаратно-программный комплекс психофизиологического контроля «КАП-08-01-оператор». Система позволяет оценить уровни и степень напряжения регуляторных механизмов функционального состояния сердечно-сосудистой системы и дать количественную и качественную оценку [9].

Одной из особенностей системы является оценка адаптационных возможностей на основе алгоритма вычисления индекса функционального напряжения (ИФН) и распределения по стадиям адаптации с использованием сопряженных показателей спектрального анализа variability ритма сердца PVLFF и LF/HF [10]. Данная система не позволяет судить о балансе вегетативного и гуморального звеньев адаптации, что, в свою очередь, сужает оценку состояния адаптационных возможностей регуляторных ресурсов.

Известный аппаратно-программный комплекс «Варикард» предназначен для анализа ВСР в различных областях прикладной физиологии, профилактической медицины и клинической практики. Он используется для оценки состояния сердечно-сосудистой и вегетативной систем и механизмов регуляции организма. В основе исследований заложен анализ сердечного ритма по кардиоинтервалограмме по методике профессора Р. М. Баевского. Недостатком комплекса является невозможность оценки суммарного эффекта регуляции, основной вклад в который вносит значение оценки переключения и распределения внимания человека [11].

Также к недостаткам описанных систем можно отнести узкоспециализированность и отсутствие качественной оценки напряженности регуляторных систем организма человека, невозможность учета психофизиологического состояния и его влияние на внутренние резервы организма студента.

Поэтому целью работы является создание информационной системы определения адаптационных возможностей организма студента, которая позволит учесть все описанные недостатки систем, выявить психоэмоциональное состояние и тем самым снизить вероятность возникновения нарушений адаптационных функций организма студента.

#### 4. Основная часть

Разработанная система (рис. 1) состоит из двух подсистем: биологическая и техническая. Биологическая

система включает в себя врача и пациента, а техническая — медицинский аппарат (электрокардиограф), устройство сопряжения, блок ввода информации и блок вывода информации, базу данных, блок обработки информации, блок анализа информации, блок формирования заключения.

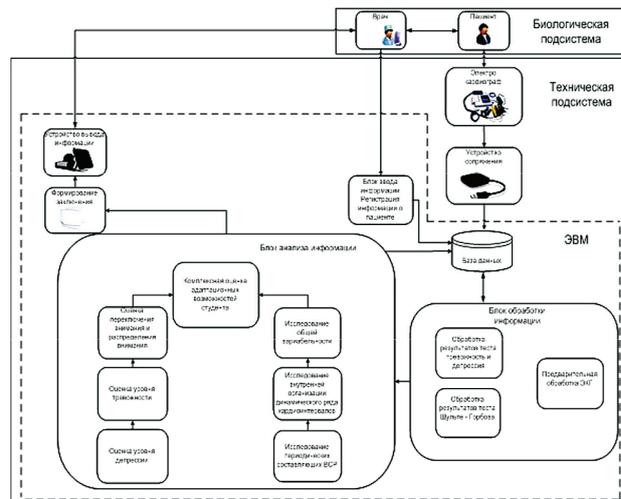


Рис. 1. Структурная схема системы

Система работает следующим образом. Пациенту предлагается пройти психологический тест «Тревожность и Депрессия», который заключается в выявлении состояний тревожности и депрессии, обусловленных неуравновешенностью нервных процессов [12]. Далее врач проводит осмотр пациента, собирает данные анамнеза, которые поступают в блок ввода информации. В качестве блока ввода информации о пациенте выступает клавиатура.

Затем врач проводит диагностические исследования. Для проведения диагностических исследований ВСР используется электрокардиограф, например, Cardiolab. Это современный 12-ти канальный электрокардиограф, который способен замерять биоэлектрические потенциалы сердца для диагностики и графической регистрации при проверке сердечно-сосудистой системы человека.

Полученная диагностическая информация от электрокардиографа передается на устройство сопряжения. Устройство сопряжения предназначено для организации обмена информацией между электрокардиографом и ЭВМ. Оттуда данные поступают в блок ввода информации.

Следующим этапом является проведения теста «Шульте-Горбова», который позволит оценить переключения и распределения внимания [13]. Результаты проведения тестов, а также клиническая информация о пациенте через блок ввода информации поступают в базу данных, которая содержит паспортные, антропометрические данные пациента, информацию о его психофизиологическом состоянии, а также результаты электрокардиографического обследования и проведенного анализа ВСР. Информация в базе данных хранится во взаимосвязанных таблицах в упорядоченном виде.

Из базы данных информация поступает в блок обработки информации, в котором происходит предварительная обработка ЭКГ кривой, построение ритмограммы, а также обработка психологических тестов, таких как «Тревожность и Депрессия» и «Шульте-Горбова».

Обработка теста «Тревожность и Депрессия» включает в себя замену балла самочувствия по значениям, указанным в таблицах, на диагностический коэффициент. Затем подсчитывается алгебраическую сумму (с учетом положительного или отрицательного знака) диагностических коэффициентов для каждой шкалы отдельно. Обработка теста «Шульте-Горбова» заключается в том, что учитывается время выполнения каждой серии и ошибки. Разница между временными показателями и будет временем переключения внимания с одного ряда чисел на другой, чем меньше эта разница, тем лучше переключение внимания. Виды ошибок: пропуск числа, повторение одного числа дважды и так далее.

Далее проводится анализ информации: комплексная оценка адаптационных возможностей организма студента (исследования общей вариабельности, внутренней организации динамического ряда кардиоинтервалов, динамической составляющей ВСР; определяется уровень депрессии и тревожности по психологическому тесту «Тревожность и депрессия»; происходит оценка распределения и переключение внимания по психологическому тесту «Шульте-Горбова»). Результатом теста «Тревожность и Депрессия» является алгебраическая сумма коэффициентов, которая больше +1,28, свидетельствует о хорошем психическом состоянии, меньше -1,28 — выраженная психическая напряженность, тревожность, депрессия, а промежуточные значения (от -1,28 до +1,28) — неопределенность данных [12, 13].

Комплексная оценка адаптационных возможностей организма происходит на основании анализа ВСР, который дает возможность провести классификацию функциональных состояний (ФК) через их описание в трехмерном пространстве, используя значения факторных показателей:  $SDNN$  — среднеквадратическое отклонение  $R-R$  интервалов;  $b_1$  — тангенс угла наклона линии регрессии графа скатетогаммы, и  $M$  — средний  $R-R$  интервал. Анализ проводится с помощью значений представленных в таблице на рис. 2.

Нормированные показатели	$SDNN_n [5\div 9]$		$SDNN_n [1\div 4]$	
	$b_{1n} [1\div 4]$	$b_{1n} [5\div 9]$	$b_{1n} [5\div 9]$	$b_{1n} [1\div 4]$
$M_n [5\div 9]$	ФК1	ФК3	ФК6	ФК8
$M_n [1\div 4]$	ФК2	ФК4	ФК5	ФК7

Рис. 2. Таблица диагностики функциональных классов (ФК) на основе нормированных показателей трехфакторной модели вариабельности сердечного ритма

Результатом комплексной оценки адаптационных возможностей организма является функциональный класс (ФК). ФК1 — норма ( $SDNN_n 5 \div 9$ ,  $b_{1n} 1 \div 4$ ,  $M_n 5 \div 9$ ); ФК2 — норма с преобладанием симпатической активности ( $SDNN_n 5 \div 9$ ,  $b_{1n} 1 \div 4$ ,  $M_n 1 \div 4$ ); ФК3 — эмоциональное возбуждение ( $SDNN_n 5 \div 9$ ,  $b_{1n} 5 \div 9$ ,  $M_n 5 \div 9$ ); ФК4 — эмоциональное возбуждение с преобладанием симпатической активности ( $SDNN_n 5 \div 9$ ,  $b_{1n} 5 \div 9$ ,  $M_n 1 \div 4$ ); ФК5 — психическое напряжение ( $SDNN_n 1 \div 4$ ,  $b_{1n} 5 \div 9$ ,  $M_n 1 \div 4$ ); ФК6 — психическое напряжение с преобладанием активности вагуса ( $SDNN_n 1 \div 4$ ,  $b_{1n} 5 \div 9$ ,  $M_n 5 \div 9$ ); ФК7 — психическое напряжение с преобладанием активности сегментарных структур ( $SDNN_n 1 \div 4$ ,  $b_{1n} 1 \div 4$ ,

$M_n 1 \div 4$ ); ФК8 — психическое напряжение с преобладанием активности вагуса и сегментарных структур ( $SDNN_n 1 \div 4$ ,  $b_{1n} 1 \div 4$ ,  $M_n 5 \div 9$ ) [14]. В результате проведения комплексной оценки определяется баланс вегетативного и гуморального звеньев адаптации, суммарный эффект регуляции, а также качественная оценка напряженности регуляторных систем организма человека с учетом психофизиологического состояния.

Затем полученная информация формируется в виде текстового документа и через блок вывода информации передается врачу для осмысления и принятия правильного решения.

## 5. Выводы

Таким образом, разработанная информационная система определения адаптационных возможностей организма студентов позволяет проводить анализ активности процессов вегетативной регуляции в сердечно-сосудистой системе человека, оценить адаптационные возможности студента за счет определения функционального класса на основе данных спектрального и временного анализов показателей ВСР, результатов оценки распределения и переключения внимания, что дает возможность врачу предотвратить возникновение переутомления и нервного срыва у студентов.

## Литература

- Баевский, Р. М. Оценка и классификация уровней здоровья с точки зрения теории адаптации [Текст] / Р. М. Баевский // Вестн. АМН СССР. — 1989. — № 8. — С. 73–78.
- Кирюшин, В. А. Динамика психофизиологических показателей у студентов [Текст] / В. А. Кирюшин, С. П. Лобанов, Г. И. Стунеева // Гигиена и санитария. — 2003. — № 1. — С. 47–49.
- Агаджанян, Н. А. Актуальные проблемы адаптационной, экологической и восстановительной медицины [Текст] / под ред. Н. А. Агаджаняна, В. В. Уйба, М. П. Куликова, А. В. Кочеткова. — М.: Медика, 2006. — 208 с.
- Агаджанян, Н. А. Изучение образа жизни, состояния здоровья и успеваемости студентов при интенсификации образовательного процесса [Текст] / Н. А. Агаджанян, Т. Ш. Миннибаев, А. Е. Северин и др. // Санитария и гигиена. — 2005. — № 3. — С. 48–74.
- Сидоров, П. И. Психосоциальная дезадаптация студентов, имеющих хроническую соматическую патологию [Текст] / П. И. Сидоров, А. Г. Соловьев, И. А. Новикова // Гигиена и санитария. — 2001. — № 4. — С. 46–49.
- Геворкян, Э. С. Изменение некоторых психофизиологических показателей студентов в период экзаменационной сессии [Текст] / Э. С. Геворкян, Э. В. Даян, Ц. И. Адамян, О. Г. Баклаваджян и др. // Гигиена и санитария. — 2002. — № 3. — С. 41–44.
- Баевский, Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии [Текст] / Р. М. Баевский. — М.: Медицина, 1979. — 280 с.
- Электрокардиографический комплекс КАРДИОЛАБ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www/URL: http://annamed.org/index.php/kardiologiya/kompyuternye-ekg-kompleksy/item/265-электрокардиографический-комплекс-кардиолаб](http://annamed.org/index.php/kardiologiya/kompyuternye-ekg-kompleksy/item/265-электрокардиографический-комплекс-кардиолаб)
- Аболенская, А. В. Адаптированность детского организма как эталон «величины» его здоровья [Текст] / А. В. Аболенская, Р. А. Матковский, Г. Н. Разживина и др. // Педиатрия. — 1996. — № 3. — С. 102–103.
- Исследование ИН (индекса напряжения) организма (по результатам психофизиологических обследований на КАП-операторе) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www/URL: http://brainru.narod.ru/4Experience/1/4\\_KAP\\_IN/KAP\\_IN.html](http://www/URL: http://brainru.narod.ru/4Experience/1/4_KAP_IN/KAP_IN.html)

11. Артемьева, Е. Ю. Вероятностные методы в психологии [Текст] / Е. Ю. Артемьева, Е. М. Мартынов. — М.: Изд-во Московского университета, 1975. — 207 с.
12. Методика Горбова «Красно-черная таблица» [Текст] / Альманах психологических тестов. — М., 1995. — С. 117–118.
13. Машин, В. А. Психическая нагрузка, психическое напряжение и функциональное состояние операторов систем управления [Текст] / В. А. Машин // Вопросы психологии. — 2007. — № 6. — С. 86–96.

#### ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ АДАПТАЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ОРГАНІЗМУ СТУДЕНТІВ

Робота присвячена розробці інформаційної системи виявлення адаптивних можливостей організму студентів, яка дозволяє проводити аналіз активності процесів вегетативної регуляції в серцево-судинній системі людини, оцінювати адаптаційні можливості студентів. У роботі розглянутий підхід до комплексної оцінки балансу вегетативної і гуморальної ланок адаптації з урахуванням оцінки психофізіологічного стану і варіабельності серцевого ритму.

**Ключові слова:** інформаційна система, адаптаційні можливості, варіабельність серцевого ритму, функціональний стан.

*Порван Андрей Павлович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, кафедра биомедицинской инженерии, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина, e-mail: porvan\_a\_p@mail.ua.*

*Журавлева Юлия Владимировна, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина, e-mail: diagnost@kture.kharkov.ua.*

*Порван Андрій Павлович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, кафедра біомедицинської інженерії, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна. Журавлева Юлія Володимирівна, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.*

*Porvan Andrei, Kharkiv National University of Radioelectronics, Ukraine, e-mail: porvan\_a\_p@mail.ua.*

*Zhuravleva Yulia, Kharkiv National University of Radioelectronics, Ukraine, e-mail: diagnost@kture.kharkov.ua*

УДК 004.03:65-574.5

**Высоцкая Е. В.,  
Беспалов Ю. Г.,  
Носов К. В.,  
Порван А. П.,  
Пащенко М. А.**

## РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЧАГОВ ТОКСИЧНОСТИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

*Работа посвящена разработке базы данных информационной системы определения очагов токсичности водных экосистем, которая предназначена для хранения информации о водной среде, результатах обработки графических изображений и определения характера гомеостаза. Разработанная логическая модель базы данных позволяет предусмотреть полную независимость данных, манипулирование которыми на уровне языка системы управления не требует разработки дополнительного программного обеспечения.*

**Ключевые слова:** база данных, водная экосистема, информационная система, логическая модель.

### 1. Введение

В настоящее время существует серьезная опасность возникновения очагов токсичности на больших участках водоемов как результат техногенных катастроф или нарушения биопродукционных процессов. Появление таких областей в любом водном бассейне не только создает опасность для экологии, но и может способствовать развитию тяжелых заболеваний у населения. Ярким примером этого является Кольский залив — самый большой фьорд Лапландии, который подвержен значительной антропогенной нагрузке. Основными источниками загрязнения вод Кольского залива является гарнизоны Северного флота, суда и предприятия, сбрасывающие в залив большое количество стоков с минимальной степенью очистки. Похожие проблемы встречаются и на территориях других стран СНГ. В Украине экологическое оздоровление бассейна реки Днепр является одним из приоритетов государственной политики в области охраны и восстановления водных ресурсов страны [1].

### 2. Постановка проблемы

Применение современных методов и средств своевременного выявления очагов токсичности часто связано с получением и обработкой множества различных параметров, которые анализируются вручную или с помощью небольших программ, что приводит к лишним затратам времени и информационной перегрузки специалистов. Проблема автоматизации обработки полученных данных или, по крайней мере, облегчения ручной обработки существует и при биомониторинга в зоне влияния потенциально опасных объектов. Причем эта проблема является весьма сложной в связи с большим количеством имеющихся параметров, отличающиеся по виду, структуре и информативности. Для решения этой проблемы существует потребность в создании соответствующей специализированной БД.

В свою очередь выявление и оценка экологического риска в короткие сроки, как наиболее важного показателя при принятии решений, касающихся охраны окружающей среды и экологической безопасности,