

УДК 613.952:681.3.01

О.М. Гергет, О.Г. Берестнева, Е.Ю. Титаренко

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНКИ АДАПТАЦИИ
РАЗВИВАЮЩИХСЯ СИСТЕМ²**

В статье рассмотрены материалы и методы исследования. Приведено описание программного продукта, который существенно ускоряет и облегчает работу медицинского персонала в оценке адаптационных возможностей развивающихся систем.

Интеллектуальная система; здоровье; развивающаяся система.

O.M. Gerget, O.G. Berestneva, E.Y. Titarenko

SOFTWARE ASSESSMENT OF ADAPTATION OF DEVELOPING SYSTEMS

Description of the software, which is intelligent, allowing to obtain a qualitatively new scientific and practical in significantly accelerates and facilitates the work of medical personnel in assessing the adaptive capacity of developing system.

Intelligent system; health; types of adaptation curves.

Введение

Объектами активных исследований уже долгое время являются развивающиеся открытые системы, находящиеся в неравновесном состоянии относительно окружающей среды. Любая развивающаяся система в процессе своей жизнедеятельности стремится в кратчайшие сроки приспособиться к новым условиям. Во время беременности в организме женщины происходят значительные физиологические изменения, которые обеспечивают правильное развитие плода, подготавливают организм к предстоящим родам и кормлению. Состояние здоровья ребёнка в период внутриутробного развития самым тесным образом связано со здоровьем и психологическим комфортом его матери, который в свою очередь определяется благополучным состоянием женщины во время беременности и родов. В связи с этим все большее развитие приобретает направление в области разработки математических методов и интеллектуальных систем для выявления отклонений в состоянии здоровья матери в период протекания беременности и своевременному принятию профилактических, организационных решений.

Материалы и методы исследования

Важной особенностью развивающихся систем является их гибкость, под которой понимается способность к структурной адаптации системы в ответ на внешние и внутренние воздействия, способность к регулированию, к изменениям своих характеристик и условий. Под регулированием будем понимать коррекцию информативных признаков по наблюдениям за траекторией поведения системы с целью возвращения системы в нужное состояние, на нужную траекторию поведения.

С этой целью были изучены данные о состоянии здоровья 298 беременных женщин в возрасте от 18 до 44 лет, наблюдавшихся в 1-ой женской консультации

² Работа частично поддержана РФНФ, проект № 07-06-12143 в.

г. Томска. Выборка женщин включала данные анамнеза: сведения о развитии болезней, условиях жизни, перенесенных заболеваниях, беременностях и другие.

Все обследованные женщины были ранжированы на три группы в зависимости от результатов первичного обследования:

1. Контрольную группу (К) составили 53 (17,8 %) практически здоровых беременных женщин, не получавших оздоровительных мероприятий и их дети от рождения до 7 лет.

2. Группу сравнения (С) составили 60 (20,1 %) беременных женщин, имевших соматические заболевания, не получавших комплекса оздоровительных мероприятий, а также их дети от рождения до 7 лет.

3. Основную группу (О) составили 185 (62,1 %) беременных женщин, имевших соматические заболевания, которым проводился различный комплекс оздоровительных мероприятий (физические упражнения, дыхательную гимнастику, аквагимнастику, музыкальную релаксацию) и их дети.

Для оценки адаптационных возможностей беременных женщин применялись функциональные дыхательные нагрузочные тесты (задержка дыхания на вдохе и выдохе), а для детей было проведено исследование показателей сердечно-сосудистой системы. При этом использовался подход, предложенный Я.С. Пеккером, А.В. Ротовым, а именно, рассмотрение информационной меры как меры предпочтительности поведения биообъекта [1].

Анализ полученных с помощью информационного критерия типов кривых с использованием кластерного анализа позволил выделить: для беременных женщин 4 эталонных типа адаптационных стратегий; для детей – 5 эталонных типа. Распределение типов адаптационных стратегий, полученных при обследовании: беременных женщин, в зависимости от клинических групп, представлено в табл. 1; детей – табл. 2.

Таблица 1

Группа \ Тип кривой	Контроль	Сравнения	Основная
адаптивный	16 %	11 %	64 %
компенсированный	39 %	38 %	20 %
декомпенсированный	42 %	16 %	15 %
дизадаптивный	3 %	35 %	1 %

Таблица 2

Группа \ Тип кривой	Контроль	Сравнения	Основная
адаптивный	6 %	–	41 %
компенсированный	40 %	48 %	43 %
декомпенсированный	13 %	10 %	6 %
дизадаптивный	24 %	40 %	–
гиперкомпенсированный	17 %	2 %	10 %

Необходимо отметить тот факт, что по результатам исследования у 123 детей основной группы, чьи матери получали комплекс оздоровительных мероприятий на протяжении всего гестационного периода, формировались компенсаторные (53 %) и адаптивные (41 %) типы адаптационных кривых, функциональные резервы этих детей были высокими (100 %) при достаточно низкой степени напряжения (73 %). Тогда как у 40 детей, матери которых не получали оздоровительных мероприятий, имели место компенсаторные (48 %) и дизадаптивные (40 %) типы при низких функциональных резервах (63 %) и 100 % степени напряжения функциональных систем организма. В результате чего установлено, что на адаптационные типы детей оказывает влияние состояние здоровья матери. В группах детей, имеющих дизадаптивные типы заболевания матерей на фоне беременности встречались чаще, чем в группе с адаптивными и компенсаторными типами.

Реализация информационного критерия в интеллектуальной системе

Для оценки адаптационных возможностей женщин и их детей является целесообразным создание интеллектуальной системы, способной оперативно производить оценку уровня функционирования организма женщины в период беременности с целью предупреждения заболеваний, как у матери, так и у ребенка.

Проектирование системы осуществлялось с использованием языка UML. UML обеспечивает поддержку всех этапов жизненного цикла информационной системы и предоставляет для этих целей ряд графических средств – диаграмм.

Система состоит из целого комплекса модулей (программных компонент), приведем описание модулей системы:

- модуль формирования базы данных автоматизированной системы;
- модуль оценки степени адаптации организма женщины на основе математического анализа динамики показателей дыхательной системы и показателей гормонального статуса крови;
- модуль оценки уровня функционирования организма женщины на основе показателей степени напряжения и функциональных резервов организма;
- модуль визуализации результатов исследования: построение адаптационных стратегий, аппроксимирующих кривых, построение зависимости функциональных резервов от степени напряжения организма.
- математический модуль, содержащий алгоритмы аппроксимации, интерполяции, численного интегрирования, решение систем линейных уравнений.

Модуль формирования базы данных автоматизированной системы

База данных интеллектуальной системы спроектирована с использованием СУБД Microsoft Access. Для моделирования структуры данных использовалась ER-диаграмма (диаграмма «сущность-связь»), выполненная в соответствии со стандартом IDEF1X, который применяется в CASE-системе ERWin. Женщина и Ребенок, связанные между собой неидентифицирующей связью 1:М. Они являются основными и все остальные сущности – зависящие от них. Заболевание женщины, Риск женщины, Проба дыхания, Подгруппа, Норма гормона женщины, Гормон женщины непосредственно связаны с сущностью Женщина; а Гормон ребенка и Норма гормона ребенка – с сущностью Ребенок.

Модуль оценки степени адаптации

Данный модуль реализован с помощью подпрограммы *AdaptationEval*. Подпрограмма включает четыре блока: обработка информации, графическое представление данных, определение типа адаптационной кривой, вывод промежуточного результата диагностики.

На вход данного модуля поступают показатели дыхательной системы и показатели гормонального спектра крови беременной женщины.

Первый блок позволяет осуществить обработку поступающих в программу данных. С помощью интегральных критериев рассчитывается значение степени отклонения состояния женщины от нормального функционирования (значения математического ожидания и среднеквадратического отклонения – принятые в качестве «нормы»). Полученные данные сохраняются и записываются в базе данных системы. Эта процедура повторяется столько раз, сколько раз проходит обследование беременная женщина.

Второй блок подпрограммы позволяет вывести на экран график функции $I_{adanm}(t)$, где на оси абсцисс откладываются срок беременности, в течение которого проводилось измерение, а на оси ординат – значение функции $I_{adanm}(t)$. Построенный таким образом график функции $I_{adanm}(t)$ отражает изменение адаптационных возможностей организма женщины в течение всего периода беременности.

Третий блок позволяет осуществить аппроксимацию построенных функций $I_{adanm}(t)$ при помощи полиномиальной функции $at^2 + bt + c$, интерполяцию этой функции при помощи метода кубических сплайнов и типизацию степени адаптации построенной функции.

С этой целью в данном блоке был реализован метод наименьших квадратов и кубических сплайнов.

За выходную информацию подпрограммы *AdaptationEval* отвечает четвертый блок. Он представляет собой график адаптационной кривой одного из четырех типов стратегии, по которому можно судить о состоянии адаптационных возможностей организма женщины.

Модуль оценки уровня функционирования

Программа *LevelFunc* позволяет оценить уровень функционирования организма, руководствуясь оценкой степени напряжения и оценкой функциональных резервов организма беременной женщины, рассчитываемых на основе все того же интегрального критерия. Программа построена по блочному принципу (так же как и программа *AdaptationEval*) и включают несколько блоков: обработка информации, графическое представление данных (зависимость функциональных резервов от степени напряжения), определение типа уровня функционирования организма.

Интуитивно понятный интерфейс пользователя не требует знания специальных возможностей операционной системы и ориентирован на пользователей различной квалификации.

На рис. 1, 2 представлены диалоговые окна редактирования экспериментальных данных. Кнопки для проведения диагностики состояния женщины. Кнопки «Вдох/Выдох» и «Гормоны» вызывают появление новых окон для добавления показателей дыхательных тестов и гормонального спектра крови соответственно.

Управление действиями системы осуществляется несколькими альтернативными способами: при помощи панели меню или с использованием «горячих клавиш».

После нажатия на кнопку «Оценка дыхания» открывается окно с двумя вкладками (рис. 3). На первой вкладке «Интегральный критерий» будет представлен график адаптационной кривой, построенной по показателям дыхательной системы. На вкладке «Уровень функционирования» – отображение функционального состояния беременной женщины (в виде точки в координатах ФР–СН).

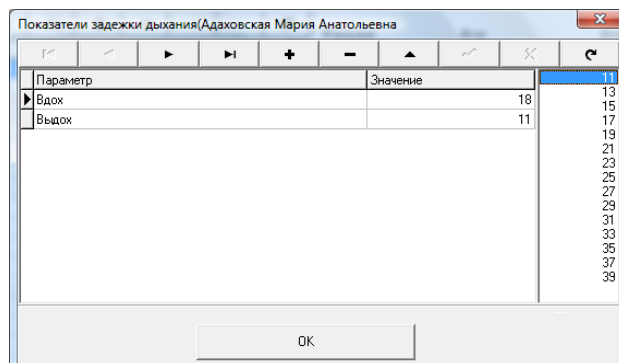


Рис. 1. Показатели задержки дыхания для беременной

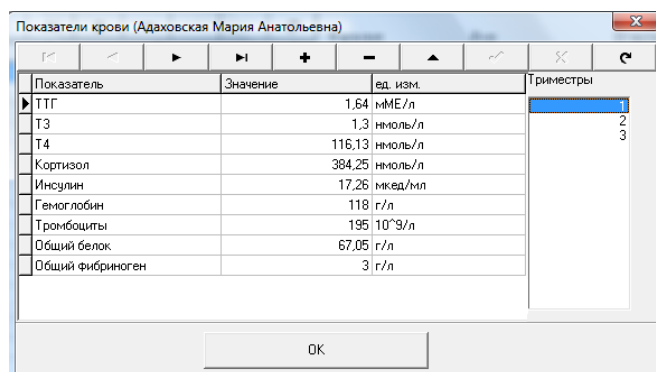


Рис. 2. Показатели крови для беременной

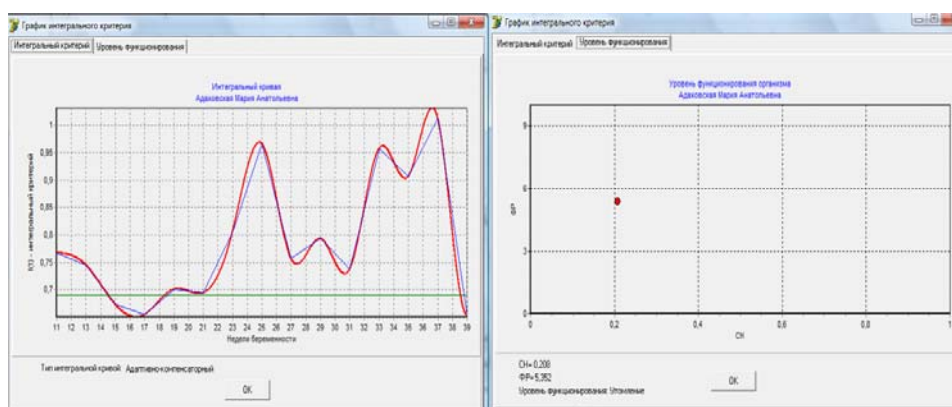


Рис. 3. График адаптационной кривой и графическое отображение текущего функционального состояния беременной женщины

Аналогичным образом могут быть получены адаптационные характеристики для любого набора физиологических показателей.

Заключение

Представленный в статье подход к оценке состояния здоровья беременных женщин и их детей, основанный на информационном критерии, является универсальным и позволяет выявить общие для различных стрессирующих факторов закономерности формирования адаптивного состояния. Количественные характеристики информационного критерия позволяют с высокой достоверностью оценить функциональный резерв и степень напряжения всего организма в целом, отдельных систем или отдельных параметров.

Апробация интеллектуальной системы на специальных тестовых задачах и на задачах выявления отклонений в состоянии здоровья беременных женщин и их детей показала, что качество решения по алгоритмам, в основе которых лежит методика построения адаптационной функции на основе информационных критериев, удовлетворяет требованиям практического врача.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ротов А.В., Пеккер Я.С., Медведев М.А., Берестнева О.Г.* Адаптационные характеристики человека (Оценка и прогнозирование).– Томск: Изд-во томского университета, 1997.

Гергет Ольга Михайловна

Томский политехнический университет.

E-mail: OlgaGerget@mail.ru.

634049, г. Томск, ул. Черных, 22-60; тел.: (3822)670357.

Доцент, к.т.н.

Gerget Olga Mikhailovna

Tomsk PolytechnicUniversity.

E-mail: OlgaGerget@mail.ru.

634049, Tomsk, Chernux, 22-60; Phone: (3822)670357.

Assistant professor, Cand. Eng. Sc.

Берестнева Ольга Григорьевна

Томский политехнический университет.

E-mail: ogb@sibmail.com.

634028, г. Томск, ул. Тимакова, 5-63; тел.: (3822)419244.

Доцент, к.т.н.

Berestneva Olga Grigorievna

Tomsk PolytechnicUniversity.

E-mail: ogb@sibmail.com.

634028, Tomsk, Timakova, 5-63; Phone: (3822)419244.

Assistant professor, Cand. Eng. Sc.

Титаренко Екатерина Юрьевна

Томский политехнический университет.

E-mail: am@am.tpu.ru.

634034, г. Томск, ул. Елизаровых, 22-15; тел.: (3822)462100.

Старший преподаватель.

Titarenko Ekaterina Yurievna

Tomsk PolytechnicUniversity.

E-mail: am@am.tpu.ru.

634034, Tomsk, Elizarovix, 22-15; Phone: (3822)462100.

Senior lecturer.