

УДК 004.618.39-036-071: 519-7

А. П. ПОРВАН, Е. В. ВЫСОЦКАЯ, И. В. НОВИКОВА, С. В. МАКАЙДА

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ РАНЫХ ПРИЗНАКОВ НАРУШЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ГОМЕОСТАЗА БИОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

В статье предложено моделирование структуры данных информационной системы выявления ранних признаков нарушения механизмов гомеостаза биологической системы в экстремальных условиях на примере организма беременной, нарушение механизмов гомеостаза которой может привести как к гибели плода, так и к смерти самой женщины. Полученные результаты могут быть использованы для исследования процессов нарушения гомеостаза как биологических, так и экологических систем. Речь может идти о нарушениях, которые увеличивают риски возникновения различных угроз биобезопасности.

**Ключевые слова:** информационная система, база данных, беременность, преждевременные роды.

У статті запропоновано моделювання структури даних інформаційної системи виявлення раних ознак порушення механізмів гомеостазу біологічної системи в екстремальних умовах на прикладі організму вагітної, порушення механізмів гомеостазу якої може привести як до загибелі плоду, так і до смерті самої жінки. Отримані результати можуть бути використані для дослідження процесів порушення гомеостазу як біологічних, так і екологічних систем. Мова може йти про порушення, які збільшують ризики виникнення різних загроз біобезпеки.

**Ключові слова:** інформаційна система, база даних, вагітність, передчасні пологи.

The article suggests modeling the structure of the data of the information system for detecting early signs of the disturbance of the homeostasis mechanisms of the biological system in extreme conditions by the example of automating the registration of pregnant women during the determination of premature births. These may include violations that increase the risks of various threats to biosafety. The developed data structure is openness, modification and modularity of both the database. At the same time, aspects of the results, related to informatics, can be used to develop methods for formalized description of the processes of disturbance of the homeostasis of ecological systems. These may include violations that increase the risks of various threats to biosafety. These results can be used in the development of test Biosystems allowing diagnosing such disorders homeostasis ecological systems.

**Keywords:** information system, database, pregnancy, premature birth.

**Введение.** Нарушение механизмов гомеостаза на разных уровнях организации живой материи от экосистем и биосферы в целом до отдельных организмов является актуальной научной проблемой, качество решения которой обратно пропорционально времени, затраченному на выявление данного нарушения. Особую актуальность данная проблема приобретает при работе биологической системы в экстремальных условиях. Примером биологической системы, работающей в таких условиях, является организм беременной женщины, нарушение механизмов гомеостаза которой может привести как к гибели плода, так и к смерти самой женщины.

Проблема анализа и сохранения данных, характеризующих состояние организма женщины на ранних и поздних сроках беременности, довольно сложная и связана с тем, что большинство параметров отличаются по структуре и информативности. Это накладывает определенные ограничения на технологию сохранения зарегистрированных данных и структуру информационной системы. Для решения этой проблемы на уровне консолидации информации, поступающей из разных источников при выявлении ранних признаков нарушения механизмов гомеостаза биологической системы, необходимо создать модель данных, автоматизация обработки которых позволит сократить время анализа.

**Анализ литературных источников и постановка проблемы.** Основной задачей моделирования структуры данных является получение модели организации их хранения в терминах объектов и связей между ними, которая не будет зависеть от конкретной системы управления базами данных (СУБД) и будет суммировать информационные требования потенциальных пользователей.

Известна скрининговая автоматизированная система прогнозирования невынашивания беременности [1], которая позволяет на основании результатов ультразвукового исследования (УЗИ) органов малого таза и результатов оценки гормонального и биохимического анализа крови определять вероятность прерывания беременности на поздних сроках гестации. Модуль хранения данных рассматриваемой системы позволяет хранить информацию о данных УЗИ в соответствии со стандартным протоколом, результаты определения прогестерона, хорионического гонадотропина и уровня альфа-2-микроглобулина в сыворотке крови. Недостатком такой модели организации хранения данных является отсутствие учета клинико-лабораторных показателей, которые могут являться маркерами ранних признаков нарушения механизмов гомеостаза биологической системы, а также файловая организация определения сущностей базы данных (БД).

Берестневой О. Г. и др. была разработана информационная система (ИС) по выявлению групп риска среди беременных женщин [2], которая позволяет делать вывод об исходе беременности на основе компьютерного анализа экспериментального материала. Модель организации хранения данных описывает информацию о психофизиологическом состоянии женщины в период беременности и данные об исходе родов. Заложенный в систему алгоритм на основе обрабатываемых данных, хранящихся в файл-серверной БД, имеет недостаточную точность прогнозирования исхода беременности, вызванную высоким процентом ошибки из-за субъективности и разрозненности оцениваемых и вносимых в БД показателей.

В системе, предложенной Лазаревой Н.В. и др. [3], была использована разработанная нейронная сеть дифференциальной диагностики «острого живота»,

© А. П. Порван, Е. В. Высоцкая, И. В. Новикова, С. В. Макайда. 2017

исходными данными для обучения которой служит информация, хранящаяся в локальной БД и обеспечивающая процесс сохранения результатов исследования спинномозговой жидкости пациента, дифференциальной диагностики в развитии неотложных состояний хирургических и гинекологических больных с последующим выбором адекватной тактики лечения и профилактики осложнений. Данная нейронная сеть не стабильно работает при выявлении ранних признаков нарушения механизмов гомеостаза, а хранящаяся в БД информация достаточна только для описания редких, мало изученных патологий, которые могут приводить к прерыванию беременности.

В ряде зарубежных автоматизированных систем принятия решений в перинатальной диагностике для выявления ранних признаков нарушения механизмов гомеостаза, таких как «Prisca» и «Cobas», используется клиент-серверная сетевая архитектура организации хранения данных [4 – 6]. Используемая модель данных позволяет хранить информацию о клинико-лабораторных исследованиях, проводимых с использованием различных биохимических и иммунохемилюминесцентных анализаторов.

Показанная авторами в работе [7] система позволяет на основе результатов лабораторных и клинических исследований делать заключения о группе риска, в которую попадает беременная, а все результаты работы системы могут передаваться в облачное хранилище информации.

Недостатком этих систем является нестабильность работы БД в высокоскоростных сетях и при высоком потоке одновременных обращений. Также информация, которая хранится в БД, слабо структурированная и может привести к потере важной информации.

Автоматизированная система «Мониторинг беременных» [8] предназначена для мониторинга беременных в регионе, начиная от этапа постановки на учет, назначения и выполнения плана мероприятий до родоразрешения (или другого исхода беременности). Недостатком данной системы является дублирование данных, как на стороне клиента, так и на стороне сервера. Отдельные части системы не всегда корректно работают вместе. Также недостатком является наличие результатов большого количества анализов для постановки корректного диагноза.

Важной особенностью развивающихся ИС и автоматизированных медицинских комплексов, используемых в акушерстве и гинекологии, является гибкость, под которой понимается способность к структурной адаптации системы в ответ на внешние и внутренние воздействия, способность к регулированию, к изменению своих характеристик и условий.

Представленная в работе [9] система оценки состояния здоровья беременных женщин, основана на информационном критерии и позволяет выявить общие для различных стрессовых факторов закономерности формирования адаптивного состояния. Количественные характеристики информационного критерия, хранимые в файл-серверной БД, позволяют оценить функциональный резерв и степень напряжения как организма в целом, так и его отдельных подси-

стем, в том числе и у беременных на поздних сроках гестации.

В работе [10] авторами была представлена автоматизированная система, в которой использовалась клиент-серверная технология Firebird и методика визуального программирования в среде разработки Borland Delphi. Для хранения информации используется БД, состоящая из 221 сущности, в которых содержатся данные об основных объектах, участвующих в деятельности поликлиники. Исходные данные о беременной могут быть представлены в числовом виде и в виде фактов. Недостатком является снижение производительности ИС при увеличении числа компьютеров или росте размерности БД в ходе роста количества записей.

Существующее мобильное приложение [11] позволяет контролировать беременность путем периодического опроса женщины и отправки ее ответов на сервер поликлиники. Система может взаимодействовать с Mobile Internet Platform для отправки и получения расширенных и мультимедийных сообщений. Существенным недостатком системы является ее жесткая привязанность к сети Интернет, что снижает ее мобильность в местах с ограниченным Интернет-трафиком.

Рассмотрев все описанные системы и способы организации хранения данных можно сказать, что основной проблемой автоматизации анализа и хранения полученных данных о состоянии беременной заключается в большом количестве диагностических параметров, получаемых от разных источников информации. Такие данные отличаются как по виду, так и по структуре. Это накладывает свои ограничения на интеграцию такой информации при организации хранения регистрируемых данных и структуру самой ИС.

Для решения этой проблемы на уровне консолидации информации существует потребность в моделировании структуры данных и разработке соответствующей БД для ИС выявления ранних признаков нарушения механизмов гомеостаза биологической системы. На сегодняшний день ведущее место занимают реляционные модели БД и их использование в самых разнообразных приложениях показывает, что реляционная модель достаточна для моделирования предметных областей. В основе концепции такого моделирования лежит понятие отношения, представляющиеся в виде двумерной таблицы при соблюдении определенных ограничивающих условий. Такой набор таблиц используется для хранения сведений об объектах моделирования и связей между ними. Это может облегчить создание новой или изучение структуры уже имеющейся БД.

Физическое размещение данных в реляционных БД на внешних носителях осуществляется с помощью обычных файлов операционной системы. Достоинство реляционной модели данных заключается в простоте, понятности и удобстве ее применения при разработке структуры БД, подразумевающей использование различных типов данных.

**Цель работы.** Разработка модели структуры данных для информационной системы выявления

ранних признаков нарушения механизмов гомеостаза беременных.

Объект исследования – физическая модель данных в информационной системе выявления ранних признаков нарушения механизмов гомеостаза у беременных.

**Моделирование структуры данных для информационной системы выявления ранних признаков нарушения механизмов гомеостаза у беременных.** Моделирование структуры данных информационной системы выявления ранних признаков нарушения механизмов гомеостаза биологической системы в экстремальных условиях рассмотрим на примере автоматизации контроля беременных при определении преждевременных родов на ранних сроках гестации.

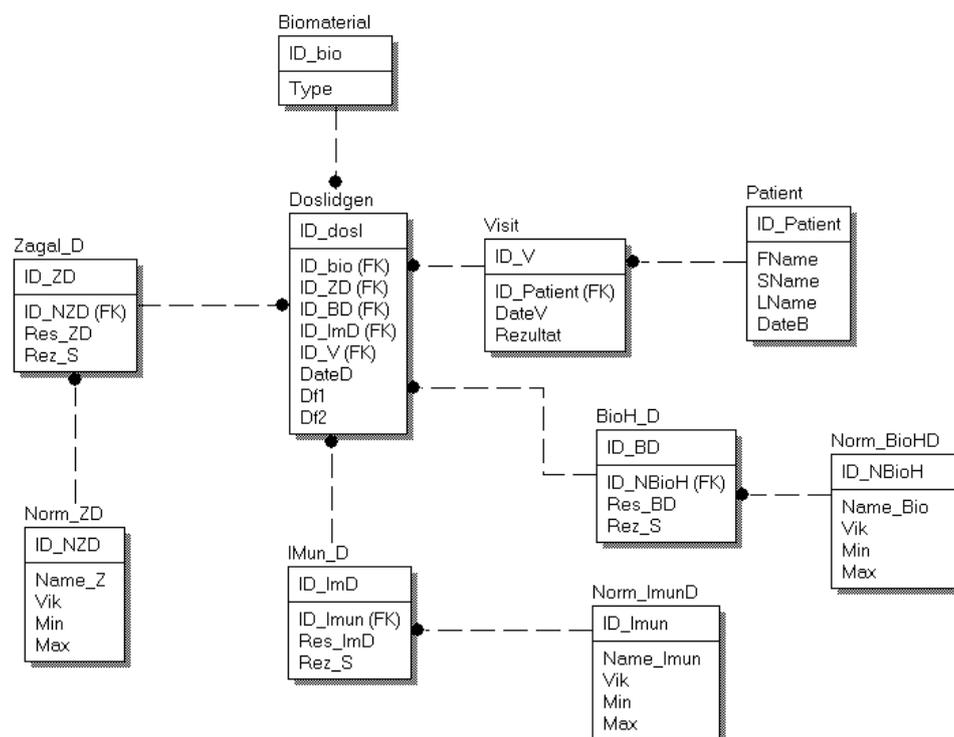


Рис. 1. – Концептуальная модель организации хранения данных в информационной системе выявления ранних признаков нарушения механизмов гомеостаза биологической системы в экстремальных условиях

Между всеми сущностями в соответствии с требованиями к моделированию структуры данных [13] были установлены отношения типа «один-ко-многим», для которых была определена мощность [1, (P)].

Также были определены правила целостности данных для операций манипулирования на уровне ограничения удаления или обновления экземпляров родительских сущностей и полного удаления или обновления экземпляров дочерних сущностей, которые ссылаются на удаленный экземпляр родительской сущности: «Delete» – D, «Insert» – I, «Update» – U, (табл. 1).

При концептуальном проектировании сущности модели получили изменения путем определения их атрибутов и назначения первичных и внешних ключей.

Так как в реляционной модели поддерживаются связи типа [1, (P)], можно использовать специальный механизм преобразования, который позволит отразить

множественность связей с помощью допустимых категорий моделирования данных с использованием атрибутов отношений и первичных ключей.

На первом этапе моделирования, на основе реляционной структуры данных, нами была разработана концептуальная модель организации хранения для которой были определены родительские сущности «Patient» и «Biomaterial».

Для своевременного выявления угрозы прерывания беременности на ранних сроках, в соответствии с разработанным методом [12], в процессе моделирования необходимо учитывать результаты клинико-лабораторных исследований. С этой целью были выделены дополнительные сущности «Zagal\_D», «BioH\_D», «IMun\_D», «Doslidgen», «Visit», являющиеся дочерними. Также дополнительно были определены вспомогательные сущности «Norm\_ZD», «Norm\_BioHD», «Norm\_ImunD» (рис. 1).

Таблица 1 – Идентификация характеристик связей между сущностями

Сущность	Операция		
	D	I	U
«Patient»	R	N	R
«Biomaterial»	R	N	R
«Zagal_D»	C	R	C
«BioH_D»	C	R	C
«Imunologichne doslidgenia»	C	R	C
«Doslidgen»	R	R	R
«Visit»	C	R	C
«Norm_ZD»	R	N	R
«Norm BioHD»	R	N	R
«Norm ImunD»	R	N	R

На основе построенных отношений концептуальной модели была разработана логическая модель, включающая десять таблиц. Рассмотрим некоторые из них.

Так, таблица «Patient» предназначена для хранения информации о пациентах, поступивших в гинекологическое отделение. Атрибутивная форма данной таблицы представлена в табл. 2.

Таблица «Biomaterial» предназначена для хранения информации о типе биологического материала (плазма/сыворотка крови, моча, спинномозговая жидкость и т.д.), который был взят у беременной для проведения необходимого скринингового исследования. Атрибуты данной таблицы и их характеристики представлены в табл. 3.

Сущность «Zagal\_D» предназначена для сохранения результатов общего клинического исследования биологического материала пациента.

Сущность «BioH\_D» предназначена для хранения результатов общего биохимического исследования биологического материала пациента.

Сущность «IMun\_D» предназначена для хранения результатов общего иммуноферментного исследования биологического материала пациента.

Сущность «Doslidgen» позволяет сохранять информацию о дате проведения клинико-лабораторного исследования и является связующей между сущностями «Patient», «Biomaterial», «Zagal\_D», «BioH\_D», «IMun\_D».

Сущность «Visit» предназначена для хранения информации о посещении пациентом врача, вероятности наступления преждевременных родов и связана с сущностью «Doslidgen».

Три сущности «Norm\_ZD», «Norm\_BioHD», «Norm\_ImunD» предназначены для сохранения информации о нормах показателей клинического, биохимического и иммуноферментного анализов биологического материала. Данные сущности связаны отношениями с сущностями «Zagal\_D», «BioH\_D», «IMun\_D».

Атрибутивные формы описанных дочерних и вспомогательных таблиц приведены в табл. 4–11.

Таблица 2 – Атрибуты таблицы «Patient»

Имя атрибута	Тип данных	Комментарии к атрибуту
Номер карточки	Numeric	Первичный ключ, идентификатор записи о пациенте
Имя	Text	Имя пациента
Отчество	Text	Отчество пациента
Фамилия	Text	Фамилия пациента
Дата рождения	Date	Дата рождения пациента в кратком формате

Таблица 3 – Атрибуты таблицы «Biomaterial»

Имя атрибута	Тип данных	Комментарии к атрибуту
Код материала	Integer	Первичный ключ, идентификатор записи о материале
Тип биоматериала	Varchar(30)	Тип биоматериала

Таблица 4 – Атрибуты таблицы «Norm\_ZD»

Имя атрибута	Тип данных	Комментарии к атрибуту
ID_NZD	Integer	Первичный ключ, идентификатор записи об общем клиническом исследовании
Name_Z	Varchar(20)	Наименование исследования
Vik	Varchar(10)	Возраст пациента
Min	Float	Минимальное значение нормы показателя
Max	Float	Максимальное значение нормы показателя

Таблица 5 – Атрибуты таблицы «Norm\_ImunD»

Имя атрибута	Тип данных	Комментарии к атрибуту
ID_Imun	Integer	Первичный ключ, идентификатор записи об общем иммуноферментном исследовании
Name_Imun	Varchar(20)	Названия исследование
Vik	Varchar(10)	Возраст пациента
Min	Float	Минимальное значение нормы показателя
Max	Float	Максимальное значение нормы показателя

Таблица 6 – Атрибуты таблицы «Norm\_BioHD»

Имя атрибута	Тип данных	Комментарии к атрибуту
ID_NBioH	Integer	Первичный ключ, идентификатор записи об общем биохимического исследовании
Name_Bio	Varchar(20)	Названия исследование
Vik	Varchar(10)	Возраст пациента
Min	Float	Минимальное значение нормы показателя
Max	Float	Максимальное значение нормы показателя

Таблица 7 – Атрибуты таблицы «Visit»

Имя атрибута	Тип данных	Комментарии к атрибуту
ID_V	Integer	Первичный ключ, идентификатор записи об визите пациента
DateV	Date	Дата визита пациента
Rezultat	Varchar(150)	Результат визита пациента
Номер_картки	Numeric	Номер амбулаторной карточки пациента

Таблица 8 – Атрибуты таблицы «Doslidgen»

Имя атрибута	Тип данных	Комментарии к атрибуту
ID_dosl	Integer	Первичный ключ, идентификатор записи об исследовании пациента
DateD	Date	Дата исследования
Df1	Float	Значение первой дискриминантной функции
Df2	Float	Значение второй дискриминантной функции
ID_V	Integer	Идентификатор записи о визите пациента
Код_материала	Integer	Код биоматериала пациента
ID_ZD	Integer	Идентификатор записи об общем клиническом исследовании
ID_BD	Integer	Идентификатор записи общего биохимического исследования
ID_ImD	Integer	Идентификатор записи об общем иммуноферментном исследовании

Таблица 9 – Атрибуты таблицы «BioH\_D»

Имя атрибута	Тип данных	Комментарии к атрибуту
ID_BD	Integer	Первичный ключ, идентификатор записи об общем биохимическом исследовании
Результат	Varchar(100)	Результат проведенного исследования показателя
Результат порівняння	Varchar(20)	Сравнение результата с нормой
ID_NBioH	Integer	Идентификатор нормы

Таблица 10 – Атрибуты таблицы «Zagal\_D»

Имя атрибута	Тип данных	Комментарии к атрибуту
ID_ZD	Integer	Первичный ключ, идентификатор записи об общем клиническом исследовании
Результат	Varchar(10)	Результат проведенного исследования показателя
Результат порівняння	Varchar(20)	Сравнение результата с нормой
ID_NBioH	Integer	Идентификатор нормы

Таблица 11 – Атрибуты таблицы «IMun\_D»

Имя атрибута	Тип данных	Комментарии к атрибуту
ID_ImD	Integer	Первичный ключ, идентификатор записи об общем иммуноферментном исследовании
Результат	Varchar(10)	Результат проведенного исследования показателя
Результат порівняння	Varchar(20)	Сравнение результата с нормой
ID_NBioH	Integer	Идентификатор нормы

Такой набор таблиц и их атрибутов мотивирован необходимостью избыточного хранения данных, пригодных для последующего анализа и принятия врачебного решения о лечебно-профилактических мероприятиях при угрозе срыва беременности.

Документирование и масштабирование логической модели проводилось в соответствии с нотациями IDEFX1 представления данных на ER-диаграмме.

Физическое моделирование организации процесса хранения данных проводилось путем преобразования инфологической модели в даталогическую, при котором каждой сущности ставится в соответствие двумерная таблица, а каждому атрибуту сущности со-

ответствует аналогичное поле полученной таблицы (рис. 2).

Выполнение всех преобразований осуществлялось с помощью CASE-средства ErWin. Это позволило безошибочно провести преобразования типов данных атрибутов сущностей к типам данных выбранной СУБД MySQL.

Графическое представление физической модели в ErWin полностью отражает реальную БД, которая будет реализоваться в ИС. Фрагмент программного кода реализации процесса моделирования организации хранения данных с использованием языка SQL можно представить в следующем виде:

```

ALTER TABLE IMun_D ADD PRIMARY KEY (ID_ImD);
ALTER TABLE Visit ADD FOREIGN KEY R_1 (Номер_картки) REFERENCES Patient(Номер_картки) ON DELETE CASCADE;
ALTER TABLE Doslidgen ADD FOREIGN KEY R_2 (ID_V) REFERENCES Visit(ID_V) ON DELETE CASCADE;
ALTER TABLE Doslidgen ADD FOREIGN KEY R_3 (Код_материала) REFERENCES Biomaterial(Код_материала) ON DELETE CASCADE;
ALTER TABLE Doslidgen ADD FOREIGN KEY R_7 (ID_ZD) REFERENCES Zagal_D(ID_ZD) ON DELETE CASCADE;
ALTER TABLE Doslidgen ADD FOREIGN KEY R_8 (ID_BD) REFERENCES BioH_D(ID_BD) ON DELETE CASCADE;
ALTER TABLE Doslidgen ADD FOREIGN KEY R_9 (ID_ImD) REFERENCES IMun_D(ID_ImD) ON DELETE CASCADE;
ALTER TABLE BioH_D ADD FOREIGN KEY R_5 (ID_NBioH) REFERENCES Norm_BioHD(ID_NBioH) ON DELETE CASCADE;
ALTER TABLE Zagal_D ADD FOREIGN KEY R_6 (ID_NZD) REFERENCES Norm_ZD(ID_NZD) ON DELETE CASCADE;
ALTER TABLE IMun_D ADD FOREIGN KEY R_10 (ID_Imun) REFERENCES Norm_ImunD(ID_Imun) ON DELETE CASCADE;

```

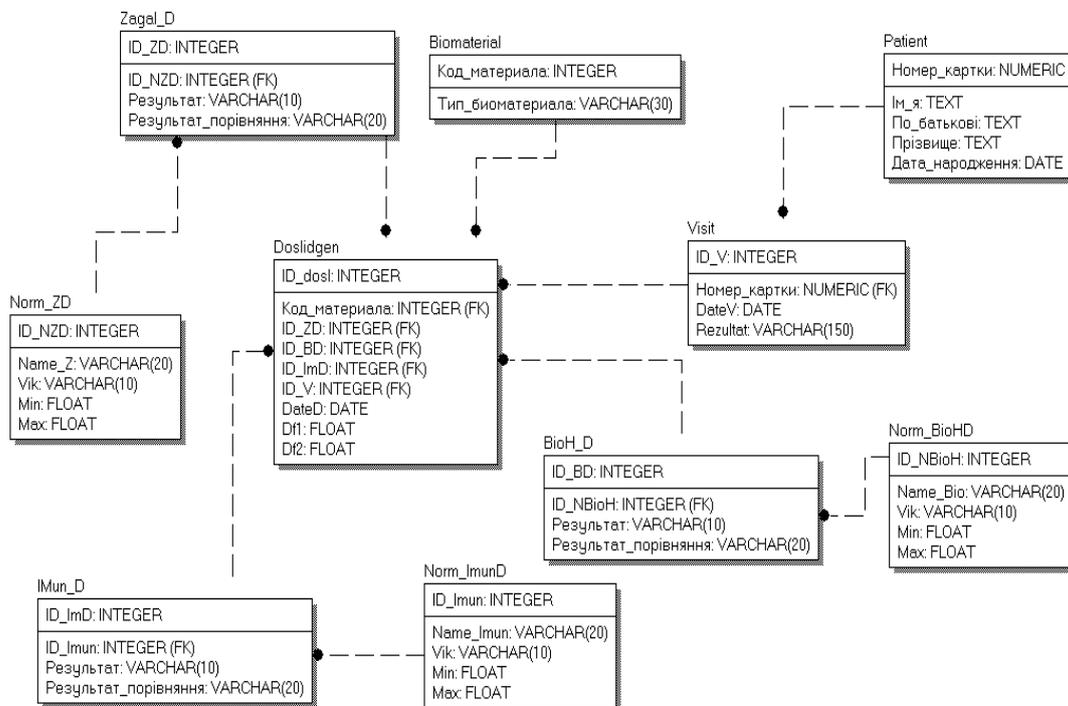


Рис. 2. – Физическая модель базы данных

**Выводы.** Разработанная структура данных позволяет организовать хранение необходимого количества диагностической информации в информационной системе выявления ранних признаков нарушения механизмов гомеостаза беременных, а ее структура обеспечивает открытость, модифицированность и модульность (наращивание) как самой базы данных, так и системы в целом.

#### Список литературы:

1. Пат. № 2444734 RU. Способ прогнозирования невынашивания беременности ранних сроков инфекционного генеза. МПК G01N 33/53 (2006.01) [Текст] / Дубровина С. О. Макслюк А. М.; заявитель и патенто обладатель ФГУ Ростовский НИИ акушерства и педиатрии Министерства по здравоохранению и социальному развитию РФ. – № 2010145072/15, заявл. 03.11.2010; опубл. 10.03.2012.
2. Берестнева, О. Г. Информационная технология выявления групп психологического риска среди беременных женщин [Текст] / О. Г.

Берестнева // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2008. – Т. 2, № 2. – С. 183–188.

3. Лазарева, Н. В. Экспертная система для дифференциальной диагностики «острого живота» в акушерстве и гинекологии [Текст] / Н. В. Лазарева // Казанский медицинский журнал. – 2008. – Т. 89, № 5. – С. 591–595. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=11911647>
4. Graves, J. Maternal serum triple analyte screening in pregnancy [Text] / J. Graves, K. Miller, A. Sellers // Am. Fam. Physician. – 2002. – Issue 65. – P. 15–20.
5. Wald, N. J. Maternal serum screening for Down's syndrome: the effect of routine ultrasound scan determination of gestational age and adjustment for maternal weight [Text] / N. J. Wald, H. S. Cuckle, J. W. Densem, A. Kennard, D. Smith // BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology. – 1992. – Vol. 99, Issue 2. – P. 144–149. doi: 10.1111/j.1471-0528.1992.tb14474.x
6. Vranken, G. Medians for second-trimester maternal serum markers: geographical differences and variation caused by median multiples-of-median equations [Text] / G. Vranken // Journal of Clinical Pathology. – 2006. – Vol. 59, Issue 6. – P. 639–644. doi: 10.1136/jcp.2005.034272

7. *Бойко, К. Г.* Разработка экспертной системы прогнозирования исхода беременности и родов [Текст]: VIII Всерос. науч.-практ. конф. / *К. Г. Бойко, М. П. Никифоров* // Молодежь и современные информационные технологии. – Томск: Изд-во СПб Графика, 2010. – С. 50.
8. *Анкудинов, Н. О.* Информационная система «Акушерский Мониторинг» [Текст] / *Н. О. Анкудинов, Н. А. Зильбер, А. В. Жилин*. – Екатеринбург, 2017. – Режим доступа: <http://www.miacso.ru/Documents/images/6.pdf>
9. *Гергет, О. М.* Автоматизированная информационная система оценки адаптации развивающихся систем [Текст] / *О. М. Гергет, О. Г. Берестнева, Я. С. Пеккер* // Проблемы информатики. – 2011. – № 2. – С. 76–82.
10. *Бойко, К. Г.* Экспертная система для выявления групп риска и прогнозирования исхода беременности [Текст] / *К. Г. Бойко, М. П. Никифоров, А. Г. Пимонов* // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2010. – № 4. – С. 147–151.
11. Mobile phone based pregnancy support system [Electronic resource]. – Available at: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/unpan/unpan037359.pdf>
12. Спосіб визначення кінця вагітності у пацієнтів з ранніми передчасними пологами. МПК (2015.01) А 61В 10/00, G01N 33/49 (2006.01) [Текст] / *Жуков В. І., Висоцька О. В., Порван А. П., Корвай С. В., Макайда С. В.* – № а201507734; заявл. 03.08.2015.
13. Структурное проектирование: ERWin. Отображение модели данных в ERWin [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://alice.stup.ac.ru/case/caseinfo/erwin/part1.php#1>
14. *medicinskiy zhurnal*, 89 (5), 591–595. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=11911647>
15. *Graves, J., Miller, K., Sellers, A.* (2002). Maternal serum triple analite screening in pregnancy. *Am. Fan. Phisican*, 65, 15–20.
16. *Wald, N. J., Cuckle, H. S., Densem, J. W., Kennard, A., Smith, D.* (1992). Maternal serum screening for Down's syndrome: the effect of routine ultrasound scan determination of gestational age and adjustment for maternal weight. *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 99 (2), 144–149. doi: [10.1111/j.1471-0528.1992.tb14474.x](https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.1992.tb14474.x)
17. *Vranken, G.* (2006). Medians for second-trimester maternal serum markers: geographical differences and variation caused by median multiples-of-median equations. *Journal of Clinical Pathology*, 59 (6), 639–644. doi: [10.1136/jcp.2005.034272](https://doi.org/10.1136/jcp.2005.034272)
18. *Boyko, K. G., Nikiforov, M. P.* (2010). Razrabotka ehkspertnoy sistemy prognozirovaniya iskhoda beremennosti i rodov. *Molodezh' i sovremennyye informacionnyye tekhnologii*. Tomsk: Izd-vo SPB Grafiks, 50.
19. *Ankudinov, N. O., Zil'ber, N. A., Zhilin, A. V.* (2017). Informacionnaya sistema «Akusherskiy Monitoring». Ekaterinburg. Available at: <http://www.miacso.ru/Documents/images/6.pdf>
20. *Gergert, O. M., Berestneva, O. G., Pekker, Ya. S.* (2011). Avtomatizirovannaya informacionnaya sistema ocenki adaptacii razvivayushchihsysya system. *Problemy informatiki*, 2, 76–82.
21. *Boyko, K. G., Nikiforov, M. P., Pimonov, A. G.* (2010). Ekspertnaya sistema dlya vyyavleniya grupp riska i prognozirovaniya iskhoda beremennosti. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 4, 147–151.
22. Mobile phone based pregnancy support system. Available at: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/unpan/unpan037359.pdf>
23. *Zhukov, V. I., Vysots'ka, O. V., Porvan, A. P., Korovay, S. V., Makayda, S. V.* (2015). Sposib vyznachennya kintsya vahitnosti u patsiyentiv z rannimyy peredchasnymy polohamy. MPK (2015.01) A 61B 10/00, G01N 33/49 (2006.01). No. a201507734; declared: 03.08.2015.
24. Структурное проектирование: ERWin. Otbrazhenie modeli dannyh v ERWin. Available at: <http://alice.stup.ac.ru/case/caseinfo/erwin/part1.php#1>

#### Bibliography (transliterated):

Поступила (received) 12.05.2017

#### Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

**Моделирование структуры данных информационной системы выявления ранних признаков нарушения механизмов гомеостаза биологической системы в экстремальных условиях/ Порван, А. П. Высоцкая, Е. В. Новикова, И. В. Макайда С. В. / Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 19(1241). – С.86–93. – Бібліогр.: 13 назв. – ISSN 2079-5459.**

**Моделювання структури даних інформаційної системи виявлення ранніх ознак порушення механізмів гомеостазу біологічної системи в екстремальних умовах/ Порван, А. П. Висоцька, О. В. Новикова, І. В. Макайда С. В. / Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 19(1241). – С.86–93. – Бібліогр.: 13 назв. – ISSN 2079-5459.**

**Modeling of data structure of the information system for detecting early appearance of a violation biological systems' homeostasis mechanisms under extreme conditions/ Porvan, A. Vysotska, O. Novikova, I. Makayda S. //Bulletin of NTU "KhPI". Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU "KhPI", 2017. – No 19 (1241). – P.86–93. – Bibliogr.:13 – ISSN 2079-5459**

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Порван Андрій Павлович** – кандидат технічних наук, Харківський національний університет радіоелектроніки; старший науковий співробітник кафедри біомедичної інженерії, пр. Науки, 14, м. Харків, Україна, 61166; e-mail: [andrii.porvan@nure.ua](mailto:andrii.porvan@nure.ua).

**Висоцька Олена Володимирівна** – доктор технічних наук, Харківський національний університет радіоелектроніки; професор кафедри біомедичної інженерії, пр. Науки, 14, м. Харків, Україна, 61666.

**Новикова Ірина Володимирівна** – кандидат медичних наук, КЗОЗ «Обласна клінічна лікарня – Центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф», завідувач багатопрофільної клініко-діагностичної лабораторії, пр. Незалежності, 13, м. Харків, Україна, 61058; e-mail: [nucd12@ukr.net](mailto:nucd12@ukr.net).

---

**Макайда Сергій Володимирович** – студент, факультет електронної і біомедичної інженерії, Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки, 14, м Харків, Україна, 61166; e-mail: [makayda1@rambler.ru](mailto:makayda1@rambler.ru).

**Порван Андрій Павлович** – кандидат технічних наук, Харківський національний університет радіоелектроніки; старший науковий співробітник кафедри біомедицинської інженерії, пр. Науки, 14, г. Харків, Україна, 61166; e-mail: [andrii.porvan@nure.ua](mailto:andrii.porvan@nure.ua).

**Высоцкая Елена Владимировна** – доктор технічних наук, Харківський національний університет радіоелектроніки; професор кафедри біомедицинської інженерії, пр. Науки, 14, г. Харків, Україна, 61666.

**Новикова Ірина Владимировна** – кандидат медичних наук, КУОЗ «Областна клінічна лікарня – Центр екстреної медичної допомоги і медицини катастроф», завідувача багатопрофільної клініко-діагностичної лабораторії; пр. Незалежності, 13, г. Харків, Україна, 61058; e-mail: [mkdl12@ukr.net](mailto:mkdl12@ukr.net).

**Макайда Сергій Володимирович** – студент, факультет електронної і біомедицинської інженерії, Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки, 14, г. Харків, Україна, 61166; e-mail: [makayda1@rambler.ru](mailto:makayda1@rambler.ru).

**Porvan Andrii** – PhD, Kharkov National University of Radioelectronics; Senior Research Department of Biomedical Engineering, Nauki Ave., 14, Kharkiv, Ukraine, 61166; e-mail: [andrii.porvan@nure.ua](mailto:andrii.porvan@nure.ua).

**Vysotska Olena** – Doctor of technical science, Kharkov National University of Radioelectronics; Professor of Department of Biomedical Engineering, Nauki Ave., 14, Kharkiv, Ukraine, 61166.

**Novikova Irina** – PhD, Kharkiv Regional clinical hospital - the Center of emergency medical aid and medicine of accidents», the Head of the multidisciplinary clinical diagnostic Laboratory; Nezalezhnosti Ave., 13, Kharkiv, Ukraine, 61058; e-mail: [mkdl12@ukr.net](mailto:mkdl12@ukr.net).

**Makayda Sergey** – student, Faculty of Electronic and Biomedical Engineering, Kharkiv National University of Radioelectronics, Nauki ave., 14, Kharkov, Ukraine, 61166; e-mail: [makayda1@rambler.ru](mailto:makayda1@rambler.ru).