
DOI: <https://doi.org/10.15407/kvt192.03.083>

УДК 504 75.05.001.05

С.И. КИФОРЕНКО¹, д-р биол. наук, вед. науч. сотр.

отд. применения математических и технических методов в биологии и медицине
e-mail: skifor@ukr.net

Т.М. ГОНТАРЬ¹, канд. биол. наук, старш. науч. сотр.

отд. применения математических и технических методов в биологии и медицине
e-mail: gtm_kiev@ukr.net

Е.Ю. ИВАСЬКИВА², канд. мед. наук, старш. науч. сотр.

научно-консультивный отд. амбулаторно-профилактической помощи
больным с эндокринной патологией
e-mail: _k_iva@ukr.net

Т.А. ОБЕЛЕЦ³, аналитик компьютерных систем

e-mail: obel.tet@gmail.com

¹ Международнй научно-учебнй центр информационных технологий и систем
НАН Украины и МОН Украины, пр. Акад. Глушкова, 40, г. Киев, 03187, Украина

² Институт эндокринологии и обмена веществ имени В.П. Комисаренка
НАМН Украины, ул. Вышгородская, 69, г. Киев, 04114, Украина

³ Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический
институт им. Игоря Сикорского», пр. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И КОРРЕКЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ

Описана информационная технология оценки и коррекции физического здоровья человека. Представлена структура здоровья с позиций теории управления. Синтезировано программное обеспечение для реализации поддержки принятия решений при выборе оздоровительных мероприятий. Проиллюстрирован пользовательский интерфейс для использования в мобильных приложениях.

Ключевые слова: физическое здоровье, автоматизированная информационная технология, объективно-субъективное оценивание, программное обеспечение, мобильные приложения.

ВВЕДЕНИЕ

Здоровье современного человека является индикатором состояния общества, его экологического, экономического и социального благополучия. Критический уровень загрязнения экосреды и сложные социально-экономические отношения негативно отражаются на состоянии здоровья населения и на эффективности системы здравоохранения.

© С.И. КИФОРЕНКО, Т.М. ГОНТАРЬ, Е.Ю. ИВАСЬКИВА, Т.А. ОБЕЛЕЦ, 2018

ISSN 2519-2205 (Online), ISSN 0454-9910 (Print). Киб. и выч. техн. 2018. № 3 (193)

Здоровье граждан Украины находится на грани катастрофы, о чем свидетельствует отечественная и международная статистика [1]. В этом аспекте Украина очень отстает от цивилизованных европейских государств. И в ситуации, когда медицинская помощь по «обращаемости» является неудовлетворительной, тезис «Помоги себе сам» приобретает актуальность. А о глобальном характере этой проблемы и о невозможности полного обеспечения населения средствами профилактической медицины свидетельствует также внимание ВОЗ к повышению персональной ответственности граждан за состояние своего здоровья.

Современная стратегия сохранения и укрепления здоровья, основанная на социальной ценности здоровья личности, а также на идее ответственного отношения каждого человека к своему здоровью, ответственности гражданина перед обществом и общества перед ним, зиждется на идее формирования здорового образа жизни [2–4]. При этом важно не только акцентирование внимания каждого на мотивации и самоконтроле состояния своего здоровья. Ориентация на ведение здорового образа жизни — необходимая составляющая культуры современного человека [5, 6]. Естественно, для того, чтобы грамотно контролировать и управлять персональным здоровьем, надо, с одной стороны, уметь оценить его уровень и знать возможности своего организма, а с другой — необходимо знать спектр методик и приемов, современных здоровьесберегающих технологий, обеспечивающих адекватное активное взаимодействие человека с внешней средой.

В общей структуре здоровья человека, которая включает не только физический, но и психический и социальный статусы, именно физическому статусу принадлежит ответственная роль в материально-энергетическом обеспечении функционирования физиологических систем.

Современные данные мониторингов состояния физического здоровья (ФЗ) населения страны, а также состояния системы здравоохранения в Украине обуславливают актуальность и необходимость решения поставленной нами **цели** — разработать информационную технологию персональной поддержки принятия решений пользователем для поддержания физического здоровья в границах нормы или коррекции его нарушений.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

На современном уровне развития компьютерной техники в повседневную жизнь все больше проникают портативные электронные устройства различного назначения или приложения для использования в мобильных устройствах: смартфонах, устройствах мониторинга состояния здоровья, персональных цифровых помощниках различного назначения. Растет индустрия различных мобильных медицинских сервисов (mHealth-индустрия) — устройств, приложений и программных продуктов, предназначенных для работы с медицинскими данными для управления здоровьем. Обзор состояния современного мобильного здравоохранения и направлений его развития показывает, что наиболее популярными мобильными приложениями являются программы, предназначенные для поддержания и укрепления здоровья пользователей [7]. Это программы, сопровождающие физические упражнения, корректирующие питание, контролирующие массу тела, помогающие в борьбе с курением. Весьма распространены и

широко применяются в здравоохранении приложения для контроля хронических заболеваний, таких как диабет и сердечнососудистые. Несмотря на большое количество предлагаемых приложений, актуальность их разработки не снижается, что связано со спецификой регионов, вариантами тестирования, особенностями национальной кухни, характера питания и др.

Количественное оценивание физического здоровья — необходимый этап при разработке системы поддержки принятия решений для коррекции физического статуса. Существуют два подхода к оцениванию физической составляющей здоровья: объективный и субъективный. К объективным способам можно отнести лабораторно-инструментальные методики оценивания физического здоровья, в которых используются реальные измерения и основанные на них вычисленные индексы, например, индексы Кетле, Робинсона, Скибинского, Шаповаловой, Руффье и др. В основе этих методик — измерение массы тела, отношение жизненной емкости легких к массе тела, длительность периода восстановления частоты сердечных сокращений и частоты дыхания, кардиографические исследования, биохимические показатели и др. Преимущество объективных подходов в том, что исключается прямое влияние исследуемого субъекта, состояние здоровья которого оценивается, или, по крайней мере, минимизируется сознательное его воздействие на результат диагностики. В то же время исследования, проводимые с помощью инструментально-лабораторных методик, не исключают негативное влияние на результат оценивания точности выполнения измерений и лабораторных анализов, что может внести погрешности в окончательные выводы.

Наряду с объективными оценками, не менее важным является использование различных методик субъективного оценивания, основанного на самонаблюдении и самоконтроле. Однако, надо иметь в виду, что субъективные показатели относятся к самооценке человеком своего текущего состояния здоровья — самочувствия, и не всегда соответствуют объективному состоянию здоровья человека. Иногда человек может себя хорошо чувствовать при начинающихся патологических изменениях.

Альтернативная оценка здоровья, основанная на самооценивании, базируется на технологии тестирования с помощью опросников. Одним из преимуществ такого способа оценивания, нашедшего широкое применение для различных жизненных ситуаций, является их неинвазивность. Именно результаты самооценивания есть главный побуждающий стимул для самоконтроля и выработки жизненно важных для субъекта решающих правил, определяющих самосохранительное поведение в окружающей среде. Таким образом, к субъективным способам оценки ФЗ относится тестирование, анамнез (совокупность сведений, получаемых при медицинском обследовании путём опроса самого обследуемого и/или знающих его лиц), а к объективным — лабораторные анализы, функциональные пробы. Оба способа дополняют друг друга и дают более полное представление о возможностях реализации процедуры оценивания здоровья с позиций инвазивности/неинвазивности.

Здоровье человека как объект оценки рассматривается как в наших работах, так и в работах других авторов. Нами разработаны методологические основы количественного оценивания здоровья в целом и его физической, психической, социальной структурных составляющих [8–11]. Учитывая сложность объекта исследования и оценивания, связанную с многофункционально-

стью, многофакторностью, а также неоднозначностью представления о такой категории организма как здоровье, целесообразно использовать принципы многомерного оценивания. Использование этих принципов для количественного оценивания здоровья, базирующееся на методах композиции-декомпозиции, позволяет упорядочить исследуемый объект путем иерархизации структуры этой системы в соответствии с реальной организацией. Технология многомерного оценивания состояния здоровья и его составляющих базируется на иерархической системе шкал со всеми внутренними структурными вложениями, определяющих метрическую определенность отобранных для измерения признаков, предопределяющих количественное или качественное выражение измеряемого свойства [12]. Создание технологии оценивания состояния здоровья в общем виде включает такие основные этапы: разработка информационно-структурной модели проблемы, предопределяющей ее проекцию на исследуемое информационное пространство согласно принятой иерархии признаков (с учетом приоритетности выявляемых качеств); нормирование соответствующих показателей; разработка локальных шкал для всех оцениваемых качеств; разработка локальных диагностических моделей с учетом иерархической соподчиненности; свертка полученных локальных оценок (на основе многомерности) в единую обобщенную диагностическую модель; интерпретация полученных результатов.

Количественное оценивание состояния физического здоровья базируется на определении физического здоровья, данном в работах ряда исследователей [5, 6], согласно которому, *физическое здоровье* — это состояние организма человека, при котором интегральные показатели физиологических систем лежат в пределах физиологической нормы и адекватно изменяются при взаимодействии человека с внешней средой. Однако очень важными критериями оценки физического здоровья человека являются: уровень физического развития, который отражает индивидуальный уровень морфофункциональной зрелости отдельных тканей, органов и систем целостного организма; уровень физической активности и степени владения двигательными умениями и навыками; уровень адаптационных возможностей организма, достаточных для физической адаптации к различным факторам среды при сохранения гомеостаза [13–15].

ИНФОРМАЦИОННО-СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ

Нами предложена информационно-структурная модель физического здоровья (рис. 1), объектом оценивания которой служит «Внутренняя сфера организма» (блок 1), включающая модули «Физиологические системы» (ФС) и «Координирующие системы» (КС), а также представленные в блоке 2 «Исполнительные физические возможности» (ИФВ).

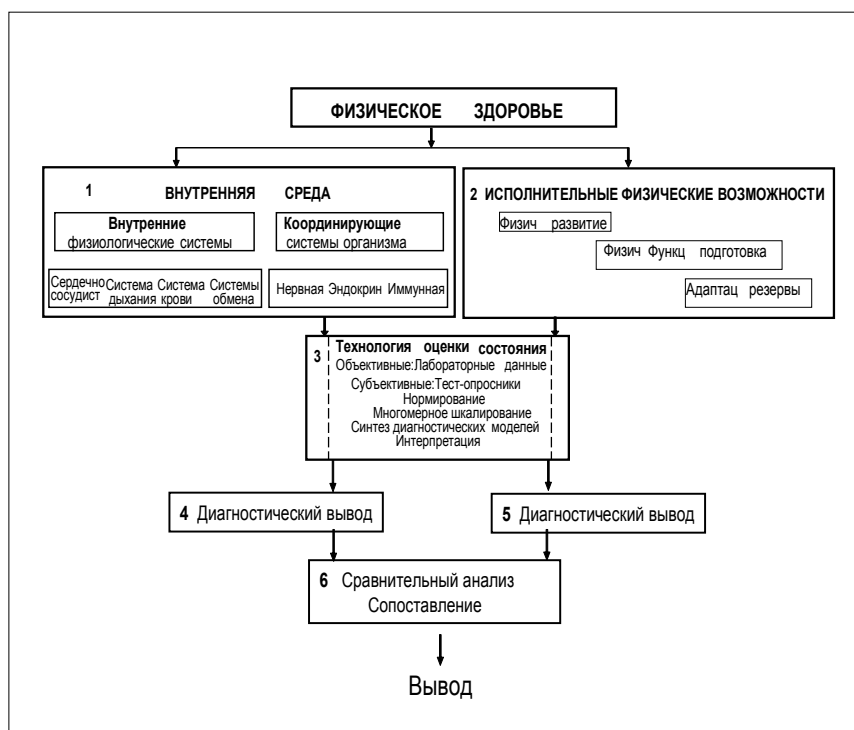


Рис. 1. Информационно-структурная модель оценки физического здоровья

В блоке 3 представлены этапы идентификации состояния как внутренней сферы, так и исполнительных возможностей. По результатам оценивания формируются диагностические выводы: в блоке 4 представлена количественная оценка состояний физиологических (сердечно-сосудистой системы, системы дыхания, крови, углеводного обмена) и координирующих систем (нервной, эндокринной, иммунной) организма; в блоке 5 дается количественная оценка исполнительных физических возможностей, о которых можно судить на основании данных о физическом развитии, физической подготовленности, адаптационных резервах. На основе обобщенного диагностического вывода о состоянии внутренней физиологической сферы и исполнительных возможностей принимается решение о дальнейших мероприятиях.

КОМПЛЕКСНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

Предложенная информационно-структурная модель послужила основой для разработки автоматизированной системы комплексного оценивания физического здоровья.

Известно, что при массовом скрининговом обследовании аспекты оперативности проведения методик и их неинвазивности играют ключевую роль. Исходя из этого, для оценивания состояния физиологических и координирующих систем организма, физического здоровья нами были разработаны специальные анкеты-опросники [11]. Основной принцип при составлении анкет состоял в том, чтобы при минимуме вопросов получить возможность выявления начальных функциональных отклонений до видимого проявления патологического процесса с возможностью последующего проведения своевременных профилактических мероприятий, направленных на сохранение здоровья человека. Анализировались ответы на вопросы: позитивный ответ оценивался 0 баллов, негативный — 1 балл. Суммы набранных баллов (X_i) являлись показателями, которые в дальнейшем преобразовывались в относительные величины и осуществлялась нормировка по формулам:

$$X_{отн} = \begin{cases} \frac{X_{min}^n - X_i}{X_{min}^n - X_{min}}, & \text{при } X_{min} \leq X_i < X_{min}^n \\ 0, & \text{при } X_{min}^n < X_i < X_{max}^n, \\ \frac{X_i - X_{max}^n}{X_{max}^n - X_{max}}, & \text{при } X_{max}^n < X_i \leq X_{max} \end{cases}$$

где X_{min}^n , X_{max}^n — нижняя и верхняя границы нормы (назначались экспертами); X_{min} , X_{max} — минимальные и максимально возможные значения показателей; X_i - текущее значение показателя, $i = 1, \dots, N$, где N — количество показателей.

Такая процедура нормирования преобразует диапазон изменения измеренных абсолютных значений показателей [X_{min} , X_{max}] в диапазон относительных значений [0, 1].

Состояние физиологической и координирующей систем определялось как взвешенная сумма показателей состояния их составляющих. Комплексная оценка состояния внутренней сферы физического статуса ($X_{отн}^{BC}$) строится в виде линейной суммы:

$$X_{отн}^{BC} = \gamma_1 X_{отн}^{FC} + \gamma_2 X_{отн}^{KC},$$

где $X_{отн}^{FC}$ — оценка состояния компоненты FC; $X_{отн}^{KC}$ — оценка состояния компоненты KC; γ_1 , γ_2 — весовые коэффициенты.

Для получения окончательного диагностического вывода о состоянии внутренней сферы физического здоровья используется предложенная классификация возможных состояний [9]:

- I уровень: нормальное физиологическое состояние $X_{отн}^{BC} = 0$;
- II уровень: малое отклонение от нормы $0 < X_{отн}^{BC} \leq 0,33$;
- III уровень: среднее отклонение от нормы $0,33 < X_{отн}^{BC} \leq 0,66$;

- IV уровень: значительное отклонение от нормы $0,66 < X_{\text{отн}}^{\text{BC}} \leq 1$.

В отличие от блока «Внутренняя среда», блок «Исполнительные физические возможности» физического здоровья оценивался нами по результатам объективных измерений показателей физического развития, физической и функциональной подготовленности, адаптационных резервов с использованием специальных методик. Для оценки физического развития использовались следующие оценки: Индекс Кетле, оценивающий рассогласование между массой и ростом, индекс Пирке, индекс Пинье, индекс Эрисмана, которые характеризуют пропорциональность, тип телосложения и развитие грудной клетки соответственно [14, 15].

Для оценки физической подготовленности использовали тест Купера и функциональные пробы Мартине, Штанге, Генче [16, 17].

Для определения адаптационного потенциала человека (АП) Р.М. Баяским была предложена методика, характеризующая возможности приспособления организма к изменениям внешней среды [18]:

$$\text{АП} = 0,011 * \text{ЧСС} + 0,014 * \text{АТ}_c + 0,008 * \text{АТ}_d + 0,014 * \text{В} + 0,009 * \text{МТ} + 0,009 * \text{ДТ} - 0,27,$$

где ЧСС — частота пульса; АТ_c , АТ_d — систолическое (верхнее) и диастолическое (нижнее) артериальное давление (в мм рт. ст.); В — возраст; МТ — масса тела, ДТ — длина тела (рост).

Для корректного сопоставления разнокачественных натуральных показателей, которые измеряются в разных единицах, выполняется процедура перевода их в относительные единицы и нормирования по описанным выше правилам. Обобщенная унифицированная оценка исполнительской компоненты физического статуса вычисляется по формуле:

$$X_{\text{отн}}^{\text{ИФВ}} = \gamma_1 X_{\text{отн}}^{\text{ФР}} + \gamma_2 X_{\text{отн}}^{\text{АП}} + \gamma_3 X_{\text{отн}}^{\text{ФП}},$$

где $X_{\text{отн}}^{\text{ИФВ}}$ — комплексная оценка исполнительских возможностей физического статуса здоровья, $X_{\text{отн}}^{\text{ФР}}$ — оценка физического развития, $X_{\text{отн}}^{\text{АП}}$ — оценка адаптационной оставляющей, $X_{\text{отн}}^{\text{ФП}}$ — оценка физической подготовленности, $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ — весовые коэффициенты, которые выбирались экспертным путем при условии $\sum \gamma_i = 1$.

Итоговый диагностический вывод оценивается по шкале [21]:

I уровень: значительное отклонение от нормы, $0 < X_{\text{отн}}^{\text{ИФВ}} \leq 0,25$;

II уровень: среднее отклонение от нормы, $0,25 < X_{\text{отн}}^{\text{ИФВ}} \leq 0,50$;

III уровень: малое отклонение от нормы, $0,50 < X_{\text{отн}}^{\text{ИФВ}} \leq 0,75$;

IV уровень: практическая норма, $0,75 < X_{\text{отн}}^{\text{ИФВ}} \leq 1$.

Рассмотренная процедура оценивания физического здоровья служила информационным базисом для разработки компьютерной системы экспедиционной диагностики [19–21]. Компьютерная реализация составляющих оценки физического здоровья выполнена на объектно-ориентированном языке Java



Рис. 2. Схема процесса оценивания физического здоровья

с использованием технологии SQL. Программа рассчитана на большое количество пользователей.

Эти комплексы методик оценивания состояния внутренней сферы и исполнительной составляющей физического здоровья схематически проиллюстрированы на рис. 2.

Введенные данные обрабатываются, сохраняются и выводятся на экран в виде нормированной оценки и вербальной интерпретации оцениваемого состояния. Графический интерфейс создан с помощью инструментария Swing, поддерживающий диалог пользователя с программой и реализующий визуализацию диагностической информации [21]. Фрагменты графического интерфейса компьютерной программы оценки исполнительной составляющей физического здоровья иллюстрируются на рис. 3, а и 3, б.

Изложенная выше процедура оценивания структурных составляющих физического здоровья является предварительным этапом разработки информационных правил для выбора управляющих и профилактических мероприятий управления и поддержания физического здоровья.

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И КОРРЕКЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ

Для решения задачи целенаправленного индивидуально ориентированного формирования, поддержания, развития физического здоровья человек должен располагать широкой палитрой возможностей для выбора доступных и адекватных управляющих воздействий на организм. Наиболее естественными и значимыми для обеспечения нормальной жизнедеятельности человека воздействиями являются питание и активность.

Оцінка фізичного розвитку

Індекс Пірке

Відповідність довжини тулуба людини та його кінцівок
Інд. Пірке = (зріст ст.(см)-зріст сид.(см))/зріст сидячи(см)

| Величина показника | Характеристика відносної довжини ніг |
|--------------------|---|
| Менше 0.87 | Мала довжина ніг(низьке розташування центру тяжіння). |
| 0.87 - 0.92 | Пропорційне співвідношення між довжиною ніг і тулубом. |
| Більше 0.92 | Відносно велика довжина ніг (високе розташування центру тяжіння). |

0 0,25 0,5 0,75 1

низьке відхилення середнє відхилення мале відхилення практична норма

Зріст сидячи (см):

Зріст стоячи (см):

Результат діагностики:
Індекс Пірке = 0.94
Нормавана оцінка - 0,567 .
Відносно велика довжина ніг (високе розташування центру тяжіння).

Повернутися до вибору Підрахувати стан фізичного розвитку

а)

Оцінка фізичного розвитку

Індекс Піньє

Тип статури людини
Інд. Піньє = зріст(см)-(маса(кг)+окружність грудної клітини(см))

| Значення індексу | Тип конституції | Характеристика типу |
|------------------|----------------------------|---------------------|
| Більше 30 | ліпостенік(астенічний тип) | худорлява статура |
| Від 10 до 30 | нормостенік | нормальна статура |
| Менше 10 | гіперстенік(пікнічний тип) | надлишкова вага |

0 0,25 0,5 0,75 1

низьке відхилення середнє відхилення мале відхилення практична норма

Маса тіла (кг):

Зріст стоячи (см):

Окружність грудної клітини (см):

Результат діагностики:
Індекс Піньє = 18.
Нормавана оцінка - 0,950 .
Нормальна статура.

Повернутися до вибору Підрахувати стан фізичного розвитку

б)

Рис. 3. Діагностический вывод с использованием индексов Пирке (а) и Пинье (б)

Одним из маркеров физического здоровья принято считать соотношение роста и веса человека. Росто-весовая гармония — самый очевидный индикатор, который оценивается даже визуально. Существует много способов, позволяющих косвенно оценить, является ли масса недостаточной, нормальной или избыточной (Индекс Кетле, Индекс Брока, метод Devine, метод Robinson, таблица Егорова-Левитского и др.).

В клинической практике при массовых обследованиях наиболее часто используется индекс оценки расогласования между массой (M , кг) и ростом (R , м) — Индекс Кетле (I), который рассчитывается по формуле [15]:

$$I = M / R^2.$$

Основным воздействием, регулирующим индивидуальное ростовое соотношение для здорового человека, является сбалансированное питание, адекватное режиму активной деятельности человека. Поддержание этого баланса является одним из главных факторов, обеспечивающих хорошее здоровье и долголетие, повышает сопротивляемость организма к неблагоприятным условиям среды, улучшает умственную и физическую работоспособность [22, 23]. Разработаны принципы влияния этого фактора на организм, согласно которым необходимо соблюдение правильного соотношения питательных веществ (белков, жиров, углеводов), набора незаменимых аминокислот, витаминов, минералов и микроэлементов в рационе питания человека. Кроме этого, важным аспектом является реализация соответствия энергетической ценности всего объема питания энергетическим затратам организма при различных видах деятельности с учетом энергии для поддержания физиологических функций.

Разработаны таблицы необходимых потребностей в энергии для взрослого трудоспособного населения с учетом различных видов активности и интенсивности труда [24, 25]. В расчет суточных энергозатрат включены нерегулируемые энергозатраты, связанные с обеспечением функционирования внутренней сферы организма (основной обмен: работа сердца, движение крови по сосудам, работа дыхательных мышц в покое, поддержание постоянной температуры тела и др.) и регулируемые — такие как функции трудовой деятельности, отдыха, спорта, работы по дому и т.д.

Режим питания и активности является ключевым фактором также и для пациентов,отягощенных нарушениями различных физиологических систем организма, в том числе и системы углеводного обмена, нарушение функционирования которой приводит к такому тяжелому эндокринному заболеванию как диабет. Для диабета 2-го типа согласование питания и активности является не фоном для медицинских мероприятий, а основным лечебным средством, особенно на ранних стадиях заболевания [26, 27]. В то же время, несмотря на большое количество информации, предоставляемой пользователю для поддержания здоровья, выбора питания и характера активности, такая информация в ряде случаев отличается неоднозначностью и противоречивостью.

Информационное обеспечение для программной реализации расчета энергопотребностей. Данные о суточных потребностях в калорийном эквиваленте для взрослого населения с учетом возрастных особенностей [24] аппроксимированы регрессионными уравнениями. Результаты аппроксимации приведены в табл. 1, где Q — потребность в калориях без физической активности при абсолютном покое, W — вес.

С учетом предполагаемой физической активности разной интенсивности потребность в энергии рассчитывалась по формулам:

$$Q_1 = Q + Q/6; Q_2 = Q + Q/3; Q_3 = Q + Q/2; Q_4 = Q + 2 Q/3; Q_5 = 2Q,$$

Табл. 1. Формулы для расчета норм суточных физиологических потребностей в энергии

| Возраст | Мужчины | Женщины |
|---------------|-------------------------|-------------------------|
| 18-29 лет | $Q = 16,433W + 610,778$ | $Q = 15,0W + 477,778$ |
| 30-39 лет | $Q = 15,533W + 572,667$ | $Q = 14,533W + 465,78$ |
| 40-59 лет | $Q = 14,567W + 540,333$ | $Q = 14,133W + 449,778$ |
| больше 60 лет | $Q = 13,467W + 495,111$ | $Q = 13,367W + 426,889$ |

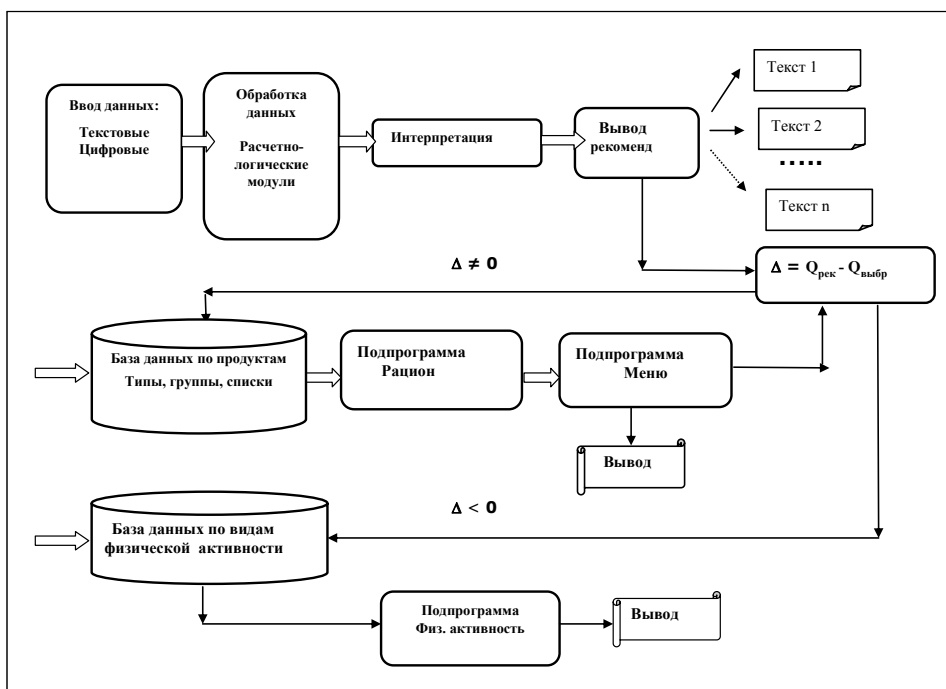


Рис. 4. Структурно-алгоритмическая схема информационной системы «Здоровье-Энергобаланс»

где Q_1 — очень легкая физическая активность, Q_2 — легкая физическая активность, Q_3 — физическая активность средней тяжести, Q_4 — тяжелая физическая активность, Q_5 — очень тяжелая физическая активность.

Для поддержки принятия решений при выборе рекомендованной калорийности питания, обеспечивающего предполагаемые энерготраты, адекватные активности, рациональное использование компьютерных технологий, в структуру системы включены базы данных (БД), обеспечивающие хранение и доступность востребованной информации.

Для выбора пищевого рациона, адекватного предполагаемым энерготратам, разработана информационная система «Здоровье-Энергобаланс». На схеме (рис. 4.) даны основные информационные модули для программной реализации: модули ввода данных, обработки, интерпретации, формирования выводов (рекомендаций); базы данных о калорийности продуктов питания, энерготратах при разных видах активности. Программное обеспечение для компью-

терной реализации выполнено в среде Delphi с поддержкой БД Paradox с использованием процедур Borland.

Основное информационное ядро программы составляют базы данных по видам физической активности и продуктам питания. Эта информация используется для поддержки принятия решений при синтезе сбалансированной диеты, адекватной индивидуальным антропометрическим характеристикам пользователей и их энергозатратам, что особенно важно для желающих вести здоровый образ жизни, следить за массой своего тела и поддерживать ее в рекомендуемых пределах.

Мобильное приложение «Здоровье-Энергобаланс-М». Для возможности более широкого использования информационной системы поддержки принятия решений при выборе питания, адекватного энергозатратам, разработано мобильное приложение «Здоровье-Энергобаланс-М». Фрагменты пользовательского интерфейса мобильного приложения «Здоровье-Энергобаланс-М» проиллюстрированы на рис. 5.

После старта мобильного приложения осуществляется выбор модуля конкретного приложения: «Ранняя диагностика» или «Энергобаланс». При активизации функции «Энергобаланс» открывается возможность ввода антропометрических данных «Возраст», «Рост», «Вес», выбор вариантов активности из списка: «Очень легкая», «Легкая», «Средней тяжести», «Тяжелая», «Очень тяжелая» и возможность указания количества предполагаемых приемов пищи (рис. 5, а).

В зависимости от введенных данных, в следующем окне (рис. 5, б) дается числовое значение желаемой идеальной массы и индекс массы тела, на основе которых приводится рекомендуемая индивидуальная суточная потребность организма в энергии в состоянии покоя и при выбранной активности. На следующем этапе работы приложения дается информация о качественном составе пищи (белки, жиры, углеводы) с разбивкой на количество приемов.

В последующих экранных формах предоставлены данные о рекомендуемой общей калорийности продуктов на прием пищи, количестве калорий, потребляемых при выборе каждого блюда меню (в зависимости от его объема) и всего рациона питания за день (рис. 5, в). На последнем этапе производится оценка расщеласований рекомендованных при предполагаемой активности и израсходованных пользователем энергозатрат в калорийном эквиваленте. Итоговая оценка дисбаланса выводится на экран (рис. 5, г).

Это приложение разработано под операционную систему Android для использования в мобильных смарт-устройствах и реализовано с помощью следующего инструментария, средств и языков программирования: Android studio — среда программ для мобильных устройств с операционной системой Android; Java — объектно-ориентированный язык программирования; SQLite- встроенная реляционная база данных платформы Android.

Структура разработанной ранее системы экспресс-оценки физического здоровья человека [20] расширена за счет включения модуля формирования управляющих воздействий (пищевого рациона) с учетом энергозатрат и реализована в двух вариантах — компьютерного и мобильного решений (рис. 6.).

Отметим, что развитие мобильных информационных технологий является актуальным и открывает новые возможности для поддержки принятия решений рядовыми пользователями. Использование разработок такого типа способствует сокращению вредного воздействия факторов риска, приводящих к возникновению различных заболеваний или обострению

хронических. Кроме этого, возможности в сфере мобильного здравоохранения существенно снижают расходы населения на медицинские услуги, прежде всего, за счет снижения посещаемости медицинских учреждений, персональных консультаций докторов и специалистов-реабилитологов.

Однако, несмотря на широкое применение современных информационных технологий, проблема контроля состояния здоровья остается нерешенной и требует дальнейшего совершенствования.

Пол:
Женщина

Возраст:
36

Вес (кг):
68

Рост (см):
172

Тип активности:
Средне тяжелая

Количество приемов пищи:
5

ДАЛЬШЕ

а)

Ваша идеальная масса: 72

Индекс массы тела: 22

Вывод: Норма

Потребность в энергии (ккал)
(абсолютный покой): 1454

Потребность в энергии (ккал): 2181

ДАЛЕЕ

б)

Выбор меню:
1

Выбор продукта:
Первые блюда
Суп овощной

Количество(грамм): 150

| Название | Энерг(ккал) | Белки(г) | Жиры(г) |
|---------------|-------------|----------|---------|
| Хлеб украи... | 96,85 | 3,45 | 1,00 |
| Винегрет о... | 80,16 | 1,68 | 6,00 |
| Суп овощн... | 57,15 | 1,65 | 6,00 |

Рекомен. калораж на прием: 545,00
Выбрали: 234,16
Остаток: 310,84

ДАЛЕЕ

в)

Выбор деятельности:
Отдых и легкая работа (50-200 ккал/час)
Чтение сидя

Время(мин): 30

| Название | Расход калорий(ккал) |
|-------------------------|----------------------|
| Езда на велосипеде н... | 170,00 |
| Чтение сидя | 40,80 |

Калории содержащиеся в приеме пищи: 545,00
Выбрали: 210,80
Остаток: 334,20

ДАЛЕЕ

г)

Рис. 5. Экранные формы мобильного приложения «Здоровье-Энергобаланс-М»

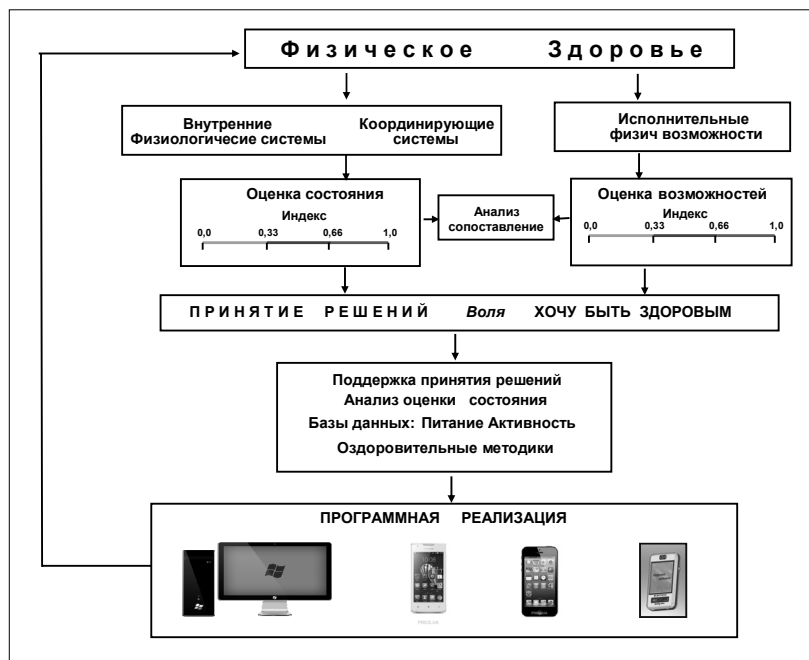


Рис. 6. Информационно-технологическая схема поддержки принятия решений при выборе оздоровительных мероприятий

ВЫВОДЫ

Информационная система экспресс-диагностики физического здоровья, которая включает две составляющие — «Внутренняя сфера» и «Исполнительные физические возможности», дает возможность, с учетом субъективно-объективного оценивания, количественно оценить состояние физического здоровья пользователя для выбора оздоровительных или реабилитационных мероприятий. Предложенная система позволяет автоматизировать и оперативно проводить сбор данных обследований, анализировать динамику диагностированных состояний и может служить эффективным инструментом для скрининга и мониторинга физического здоровья населения.

Информационная система поддержки принятия решений предоставляет пользователю возможность формирования пищевого рациона, энергоценность которого соответствует энергозатратам человека с учетом персонального режима активности.

Реализация разработанных алгоритмов информационной системы «Здоровье-Энергобаланс» в мобильных Android-приложениях к смартфону обеспечивает поддержку принятия решений пользователем при выборе сбалансированного питания, предоставляя возможность формировать и оперативно оценивать в режиме реального времени программу сбалансированного питания с учетом индивидуальных энергозатрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Здоровье украинцев: пугающая статистика. URL: <https://comments.ua/society/593551-zdorove-ukraintsev-pugayushchaya-statistika.html>. (Дата обращения 08.02.18)
2. Назарова Е.Н., Жилов Ю. Д. Основы здорового образа жизни. Москва: Академия, 2013. 256 с.
3. Апанасенко Г.Л. Индивидуальное здоровье: теория и практика управления, информационные аспекты. *Медицинская информатика и инженерия*. 2009. № 4. С. 61–64.
4. Дартау Л.А., Мизерницкий Ю.Л., Стефанюк А.Р. Здоровье человека и качество жизни: проблемы и особенности управления. Москва: СИНТЕГ, 2009. 400 с.
5. Честнов О.П., С.А. Бойцов, Куликов А.А., Батулин Д.И. Мобильное здравоохранение: мировой опыт и перспективы. *Профилактическая медицина*. 2014. Т. 17. № 4. С. 3–9.
6. Апанасенко Г.Л. Валеология: первые итоги и ближайшие перспективы. *Теория и практика физической культуры*. 2001. № 6. С. 2–8.
7. Иванова С.С., Стафеева А.В. Содержательные аспекты физического, психического и социального здоровья и возможности формирования их гармоничного соотношения. *Фундаментальные исследования*. 2014. № 11 (часть 12). С. 2729–2733.
8. Гриценко В.И., Вовк М.И., Котова А.Б. и др. Биозомедицина Киев: Наук. думка, 2001. 318 с.
9. Гриценко В.И., Котова А.Б., Кифоренко С.И. та ін. Інформаційні технології в біології і медицині. *Курс лекцій: навчальний посібник* Київ: Наук. думка, 2007. 382 с.
10. Пустовойт О.Г., Котова А.Б., Кифоренко С.И. Информационные технологии исследования и управления физическим здоровьем человека. *Управляющие системы и машины*. 2010. №3. С.70–77.
11. Котова А.Б., Белов В.М. Здоров'я людини: виклики, методи, підходи». К.: Наук. думка, 2017. 132 с.
12. Кифоренко С.И., Котова А.Б. Многомерность как базис системности оценки здоровья. *Кибернетика и вычислительная техника*. 2006. Вып. 150. С. 60–69.
13. Купер К. Аэробика для хорошего самочувствия [2-е изд. доп., перераб.]. М.: Физкультура и спорт, 1989. 224 с.
14. Апанасенко Г.Л. Диагностика индивидуального здоровья. *Современные реабилитационные технологии*. 2012. №8. С. 64–69.
15. Ланда Б.Х. Методика комплексной оценки физического развития и физической подготовленности: учеб. пособие. Москва: Советский спорт, 2011. 348 с.
16. Никифоров Г.С. Психология профессионального здоровья. СПб.: Речь, 2006. 408 с.
17. Двигательные тесты Купера. URL: <http://ggym.ru/kuper.php#sthash.6bu3jT5v.dpuf>. (Дата обращения 31.01.18)
18. Баевский Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и проблема восстановительной медицины. *Вестник восстановительной медицины*. 2004. № 2. С. 18–22.
19. Белов В.М., Котова А.Б., Дубовенко М. Н., Кифоренко С.И. Комп'ютерна програма «Система експрес-діагностики стану здоров'я»: свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №37242, Україна. — 04.03.2011.
20. Кифоренко С.И., Кравченко В.В. Информационно-технологические аспекты контроля и оценивания физического здоровья. *Вісник КНУ. Серія Кібернетика*. 2014. № 1 (14). С.27–32.
21. Макаричева В.В. Компьютерная система поддержки принятия решений при комплексной оценке физического здоровья. *Вісник КНУ. Серія Кібернетика*. 2016. №. 1 (16). С.15–20.
22. ВОЗ. Рацион, питание и предупреждение хронических заболеваний (доклад совместного консультативного совещания экспертов ВОЗ/ФАО). 2003. 196 с.
23. ВОЗ. Резолюции и доклады. Глобальная стратегия по питанию, физической активности и здоровью (WHA57.17, 2004.). 2004. 18 с.
24. Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії. Наказ 03.09.2017 № 1073 Міністерства охорони здоров'я України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17>. (Дата обращения 26.01.18)

25. Энергозатраты при различных видах деятельности. Методические рекомендации. URL: <http://docplayer.ru/26767072-Ministerstvo-zdravooohraneniya-ukrainy-gigienapitaniya.html>. (Дата обращения 01.03.18)
26. ВОЗ. Новаторские методы оказания помощи при хронических состояниях: основные элементы для действий (глобальный доклад 2002). 2002. 92 с.
27. Кифоренко С.И., Котова А.Б., Лавренюк Н.В., Иваськива Е.Ю. Диагностика сахарного диабета. Прогрессивные информационные технологии. *Управляющие системы и машины*. 2015. №4. С.67–71.

Получено 03.06.2018

REFERENCES

1. 3 Health Ukrainians: frightening statistics. URL: <https://comments.ua/society/593551-zdorove-ukraintsev-pugayushchaya-statistika.html>. (Last accessed: 08.02.18.)
2. Nazarova E.N, Zhilov Yu. D. Fundamentals of a healthy lifestyle. Moscow: Academy, 2013. 256 p. (in Russian)
3. Apanasenko G.L. Individual health: theory and practice of management, information aspects. *Meditsinskaya informatika i inzheneriya*. 2009. № 4. P. 61–64. (in Russian)
4. Dartau L.A, Misernitsky Yu.L., Stefanyuk A.R. Human health and quality of life: problems and management features. Moscow: SINTEG, 2009. 400 p. (in Russian)
5. Chestnov O.P, Boytsov S.A., Kulikov A.A., Baturin D. Mobile health: world experience and perspectives. *Profilakticheskaya meditsina*. 2014. Vol. 17. №. 4. P. 3–9.
6. Apanasenko G.L. Valeology: first results and immediate prospects. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*. 2001. № 6. P. 2–8. (in Russian)
7. Ivanova S.S, Stafeeva A.V. Substantial aspects of physical, mental and social health and the possibility of forming their harmonious correlation. *Fundamental'nyye issledovaniya*. 2014. No. 11 (part 12). P. 2729–2733. (in Russian)
8. Gritsenko V.I, Vovk M.I., Kotova A.B. Bioecomedicine. Kiev: Nauk. dumka, 2001. 318 p. (in Russian)
9. Gritsenko V.I., Kotova A.B., Kiforenko S.I. et al. Information technology in biology and medicine. *Course of lectures: the textbook*. Kiev: Nauk. dumka, 2007. 382 p. (in Ukrainian)
10. Pustovoit O.G., Kotova A.B, Kiforenko S.I. Information technology research and management of human physical health. *Upravlyayushchiye sistemy i mashiny*. 2010. № 3. P. 70–77. (in Russian)
11. Kotova A.B., Belov V.M. Human Health: Challenges, Methods, Approaches. Kiev: Nauk. dumka, 2017. 132 p. (in Ukrainian)
12. Kiforenko S.I., Kotova A.B. Multidimensionality as a basis for the systemic evaluation of health. *Kibernetika i vychislitel'naâ tehnika*. 2006. Iss. 150. P. 60–69. (in Russian)
13. Cooper K. Aerobics for well-being [2 nd ed. additional, revised]. Moscow: Fizkultura i sport, 1989. 224 p. (in Russian)
14. Apanasenko G.L. Diagnosis of individual health. *Sovremennyye reabilitatsionnyye tekhnologii*. 2012. № 8. P. 64–69. (in Russian)
15. Landa B.H. Methods for the integrated assessment of physical development and physical fitness: Textbook. allowance. Moscow : Sovetskiy sport, 2011. 348 p. (in Russian).
16. Nikiforov G.S. Psychology of professional health. St. Petersburg: Rech', 2006. 408p. (in Russian).
17. Cooper's motor tests. URL: <http://ggym.ru/kuper.php#sthash.66u3jT5v.dpuf>. (Last accessed: 31.01.18.)
18. Baevsky R.M. Assessment of adaptive capabilities of the body and the problem of restorative medicine. *Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny*. 2004. № 2. P. 18–22. (in Russian).
19. Belov V.M., Kotova A.B., Dubovenko M. N., Kiforenko S.I. Computer program "System of express diagnostics of a state of health": a certificate of registration of copyright law on the work №37242, Ukraine. — 04/03/2011.
20. Kiforenko S.I., Kravchenko V.V. Information and technological aspects of monitoring and evaluation of physical health. *Visnyk KNU. Seriya Kibernetika*. 2014. №1(14). P. 27–32. (in Russian).

21. Makaricheva V.V. Computer decision support system for the integrated assessment of physical health. *Visnyk KNU. Seriya Kibernetyka*. 2016. №1(164). P. 15–20. (in Russian).
22. WHO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases (report of the joint WHO - FAO expert consultation). 2003. 196 p. (in Russian).
23. WHO. Resolutions and reports. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health (WHA57.17, 2004). 2004. 18 p. (in Russian).
24. On Approval of the Norms of Physiological Needs of the Population of Ukraine in the Basic Nutrients and Energy. Order of 09.03.2017 № 1073 of the Ministry of Health of Ukraine. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17>. (Last accessed: 26.01.18)
25. Energy costs for various activities. Guidelines. URL: <http://docplayer.ru/26767072-Ministerstvo-zdravoohraneniya-ukrainy-gigiena-pitaniya.html>. (Last accessed: 01.03.18)
26. WHO. Innovative methods of care for chronic conditions: the main elements for action (global report 2002). 2002. 92 p. (in Russian).
27. Kiforenko S.I., Kotova A.B., Lavrenyuk N.V., Ivaskiva E.Yu. Diagnostics of diabetes mellitus. Progressive information technology. *Upravlyayushchiye sistemy i mashiny*. 2015. № 4. P. 67–71. (in Russian).

Recieved 03.06.2018

*С.І. Кіфоренко*¹, д-р біол. наук, пров. наук. співроб.

відд. застосування математичних і технічних методів у біології та медицині

e-mail: skifor@ukr.net

*Т.М. Гонтар*¹, канд. біол. наук, старш. наук. співроб.

відд. застосування математичних і технічних методів у біології та медицині

e-mail: gtm_kiev@ukr.net

*К.Ю. Іваськіва*², канд. мед. наук, старш. наук. співроб.

науково-консультативний відд. амбулаторно-профілактичної

допомоги хворим з ендокринною патологією

e-mail: k_iva@ukr.net

*Т.А. Обелець*³, аналітик комп'ютерних систем

e-mail: obel.tet@gmail.com

¹ Міжнародний науково-учбовий центр інформаційних технологій та систем

НАН України та МОН України,

пр. Акад. Глушкова, 40, м. Київ, 03187, Україна

² Інститут ендокринології та обміну речовин

ім. В.П. Комісаренка НАМН України,

вул. Вишгородська, 69, м. Київ, 04114, Україна

³ Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

пр. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТА КОРЕКЦІЇ ФІЗИЧНОГО ЗДОРОВ'Я

Надано структуру здоров'я з позицій теорії керування. Описано інформаційну технологію оцінювання та корекції фізичного здоров'я людини. Для підтримки прийняття рішень під час оцінювання стану здоров'я та виборі профілактичних заходів (формування програм збалансованого харчування, адекватного активності і добовим енерговитратам) розроблено інформаційну систему підтримки прийняття рішень, яка містить комплекс комп'ютерних програм «Здоров'є-Енергобаланс», програмне забезпечення адаптовано для застосування на мобільних пристроях («Здоров'є-Енергобаланс-М»).

Ключові слова: фізичне здоров'я, інформаційна технологія та система, об'єктивно-суб'єктивне оцінювання, програмне забезпечення, мобільні пристрої.

*S.I. Kiforenko*¹, DSc (Biology), Senior Researcher,
Leading Researcher of Dep. of Application Mathematical
and Technical Methods in Biology and Medicine
e-mail: skifor@ukr.net

*T.M. Hontar*¹, PhD (Biology), Senior Researcher,
Senior Researcher, Dep. of Application Mathematical
and Technical Methods in Biology and Medicine
e-mail: gtm_kiev@ukr.net

*K.Y. Ivaskiva*², PhD (Medicine), Senior Researcher,
Scientific-advisory Department of Ambulatory and Preventive Care
for Patients With Endocrine Pathology
e-mail: _k_iva@ukr.net

*T.A. Obelets*³, Computer systems analyst,
e-mail: obel.tet@gmail.com

¹ International Research and Training Centre for Information Technologies
and Systems of the National Academy of Sciences of Ukraine
and Ministry of Education and Science of Ukraine,
Acad. Glushkov av., 40, Kyiv, 03187, Ukraine

² State Institution "V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism
of NAMS of Ukraine", 69, Vyshgorodska St., Kyiv, 04114, Ukraine

³ National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",
Peremogy av. 37, Kyiv, 03056, Ukraine

INFORMATIONAL DECISION SUPPORT SYSTEM FOR MONITORING AND CORRECTING SOMATIC HEALTH

Introduction. Somatic health is the most important component of human health. It is the physical status that has a responsible role in the material and energy provision of the functioning of the physiological systems of the organism and their maintenance within the boundaries of the homeostatic norm. Emphasis on the motivation and self-control of their health, on an adequate orientation in the use of modern health-saving technologies is relevant.

The purpose of the article is to create a decision support system for increasing awareness of the health status and improve the efficiency of correcting the state of somatic health by using modern computer and mobile technologies.

Methods. The paper describes the information technology of quantitative assessment and correction of a person's physical health, which is based on the information-structural model of a person's physical health. A software-algorithmic complex for use in personal computers and mobile applications to support decision-making in the selection of recreational activities has been developed.

Results. The information structure of physical health was developed from the viewpoint of management theory, taking into account the subjective-objective aspects of evaluation and the multidimensionality of the research object. To support decision making in assessing health status and selecting preventive measures, a set of computer programs "HEALTH-ENERGY BALANCE" has been developed. The basis of the complex is the modules "Early Diagnosis" — for assessing the condition and "Energobalance" — to support decision making when choosing a balanced diet, adequate activity and daily energy costs. Given the current trends in the development of the mHealth industry, this software is adapted for use in mobile devices.

Conclusion. The developed technology allows, using non-invasive techniques, to quantify the state of physical health. Depending on the position of the evaluation criterion on the diagnostic scale, the user is given the opportunity to choose the appropriate recreational techniques and minimize the mismatch between the energy value of the food ration and energy expenditure in selecting the activity mode. Implementation of the developed algorithms in mobile Android applications to the smartphone increases the effectiveness of supporting independent decision-making when organizing the life of the user.

Keywords: *somatic health, automated information technology, objectively-subjective evaluation, software, mobile applications.*