

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

ЛАУГС ОЛЕНА ЛЕОНІДІВНА

УДК 004.04

**АВТОМАТИЗОВАНИЙ МЕДИЧНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ
ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ЗДОРОВ'Я МОЛОДІ**

Спеціальність 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Вінниця – 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Вінницькому національному технічному університеті
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Павлов Сергій Володимирович,
Вінницький національний технічний
університет,
проректор з наукової роботи.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, с.н.с.
Котовський Віталій Йосипович,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»,
заступник проректора з наукової роботи;

доктор технічних наук, професор
Поворознюк Анатолій Іванович,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
професор кафедри обчислювальної техніки та
програмування.

Захист відбудеться «13» травня 2016 року о 9³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 05.052.06 у Вінницькому національному технічному університеті за адресою: 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, ГНК, ауд. 210.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці Вінницького національного технічного університету за адресою: 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, ГНК.

Автореферат розісланий «12» квітня 2016 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради

С. В. Тимчик

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Збереження і зміцнення здоров'я – центральна проблема практично всіх країн світу. Здоров'я нації в наш час розглядається як показник цивілізованості країни, що відображає соціально-економічний розвиток суспільства (Е.Г. Буліч, 2003). У зв'язку з цим здоров'я населення України і особливо тієї його частини, яка відноситься до працездатної, стало питанням національної безпеки (М. М. Булатова, 2007). Здоров'я студентської молоді особливо важливо тому, що за оцінками фахівців близько 75% хвороб у дорослих є наслідком умов життя в дитячі та молоді роки. Дослідженнями (Т. Ю. Круцевіч, 1999) показано, що понад 70% студентів мають низький і нижче середнього рівні соматичного здоров'я.

Різноманіття факторів, що негативно впливають на здоров'я молоді та студентів, умовно можна розділити на:

– Об'єктивні, пов'язані з організацією умов життя: тривалість навчального дня, щільність навантаження, харчування і його регулярність, сон і його тривалість, організована рухова активність та ін.

– Суб'єктивні, особистісні характеристики: організованість і дисциплінованість, мотивація до здорового способу життя, наявність шкідливих звичок, сформованість фізичної культури особистості і її діяльної компоненти.

Фахівцям в області класичної медицини не завжди під силу вирішення проблеми формування, збереження і зміцнення здоров'я студентів, оскільки особливості навчально-виховного процесу студентської молоді припускають покладання обов'язків свідомого ставлення до здоров'я на самого студента.

При цьому, здоров'я молоді і, зокрема, студентів розглядається як динамічний процес у часі, залежить від комплексу біосоціальних, психофізіологічних і екологічних факторів. Саме психофізіологічний підхід до здоров'я студентів особливо в контексті вирішення актуальної проблеми прийняття рішень у всіх сферах їх життя і діяльності є визначальним, оскільки дає можливість розкривати, досліджувати і удосконалювати механізми його оптимального функціонування, визначати розробку сучасних ефективних діагностичних методів і відповідної високотехнологічної медичної апаратури, вирішувати завдання по збереженню здоров'я студентів (В.А. Борисов та ін., 2006). Це досягається створенням спеціалізованого автоматизованого комплексу (АМК) для оцінювання стану здоров'я молоді, необхідність розробки якого також обумовлена зростаючими інформаційними потоками, вимогою до підвищення рівня здоров'я молоді та їх адаптації до мінливих умов навколишнього середовища і т.ін.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Робота виконувалась відповідно до планів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт Вінницького національного технічного університету в рамках держбюджетних НДР: «Двовимірні лазерні поляризаційні методи та оптико-електронні технології діагностики структурних змін біологічних тканин при онкологічних захворюваннях» (номер державної реєстрації:

260113U004129). «Розробка неінвазивних оптико-електронних систем двовимірної поляризаційної томографії фазово-неоднорідних біологічних об'єктів» (номер державної реєстрації: 0112U001368).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності процесу визначення стану здоров'я молоді шляхом вдосконалення відповідного методу і створення автоматизованого медичного комплексу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести аналіз існуючих моделей, методів, комплексів і систем для визначення здоров'я молоді.
2. Удосконалити метод комплексного визначення стану здоров'я молоді.
3. Розробити інформаційну модель індивідуального здоров'я молодої людини.
4. Обґрунтувати вибір і визначити критерії та індекси для визначення здоров'я молоді.
5. Розробити на основі нечіткої логіки математичну модель визначення стану здоров'я молоді.
6. Розробити структурну схему АМК.
7. Розробити алгоритмічне-програмне забезпечення АМК.
8. Провести апробацію АМК і за її результатами розрахувати ефективність процесу визначення стану здоров'я молоді.

Об'єкт дослідження – процес визначення здоров'я молоді.

Предмет дослідження – характеристики процесу, метод визначення здоров'я молоді, автоматизований медичний комплекс.

Методи дослідження. В дисертаційній роботі для отримання основних результатів були використані такі теоретичні і практичні методи: системного аналізу – при аналізі літературних джерел і різнобічному вивченні завдань дослідження; інформаційного моделювання – при розробці інформаційно-структурної моделі індивідуального здоров'я; нечіткої логіки – для побудови моделі визначення інтегрального здоров'я молоді; функціональної та психодіагностики – для обґрунтування і визначення критеріїв працездатності і здоров'я молоді; теорії біотехнічних систем – для розробки автоматизованого медичного комплексу; математичної статистики – для обробки результатів досліджень; експертні – при прийнятті рішень по діагнозу і прогнозу стану здоров'я молоді.

Наукова новизна одержаних результатів. Сукупність отриманих у дисертаційній роботі наукових і практичних результатів забезпечує вирішення актуальної науково-практичної задачі розвитку методів і принципів проектування автоматизованих медичних комплексів як класу біотехнічних систем для контролю і управління здоров'ям молоді, відмітною ознакою якого є структурно-функціональна модульна організація комплексу, що забезпечує високу ефективність визначення стану здоров'я.

1. Вперше запропонована інформаційно-структурна модель індивідуального здоров'я молодої людини у вигляді цілісного організму, що забезпечує його життєдіяльність, яка в сукупності зі статусами здоров'я реалізує циркуляторний гомеостаз взаємодії фізичного, психічного і соціального статусів здоров'я на різних ієрархічних рівнях, що дозволяє

оцінювати інтегральний стан здоров'я в вигляді лінійно-зваженої суми узагальнених оцінок стану цих статусів.

2. Удосконалено комплексний метод визначення стану здоров'я молоді, що відрізняється від відомих введенням в його структуру етапів: контрольно-коригуючого, моніторно-профілактичного та телемедичної підтримки, що дозволило створити реальні умови для розробки АМК, що забезпечує отримання та формування медичного верифікованого продукту (висновок АМК про інтегральний стан здоров'я молоді), що відповідає вимогам медичного стандарту HL7, як одного з базових критеріїв досягнення об'єктивних та достовірних результатів.

3. Удосконалено математичну модель визначення інтегрального стану здоров'я молоді в частині використання апарату нечіткої логіки, яка відрізняється тим, що в якості вихідних ознак і термів, що визначають класифікацію і рівень інтегрального здоров'я студентів, обрані функціональний гомеостаз, фізичний розвиток, психосоціальна адаптивність, вегетативний тонус і реактивність, а також рівень максимального споживання кисню, що дозволило оцінювати інтегральний стан здоров'я молоді категоріями «високий», «середній», «нижче середнього», «низький».

4. Отримала подальший розвиток система критеріїв, що забезпечує визначення стану фізичного здоров'я молоді за сукупністю рівнів компенсації соматичної патології, неспецифічної резистентності та функціональної адаптації організму, яка відрізняється тим, що вона доповнена критерієм інтегрального стану здоров'я молоді, що дозволило ввести критерій відповідності, який вираховується, як коефіцієнт кореляції між станами здоров'я, що визначаються математичною моделлю на нечіткій логіці.

5. Розроблено автоматизований медичний комплекс у вигляді організованої сукупності взаємопов'язаних між собою первинних реєстраторів даних, модулів введення даних, психофізіологічних модулів для оцінки статусів і компонент здоров'я молоді, системи підтримки прийняття рішення, бази даних і знань, модуля телемедичної підтримки, мікропроцесора, персонального комп'ютера і інших засобів обчислювальної техніки, взаємне схемне розташування яких і поява нових зв'язків забезпечили за підтримки моделей фізичного, індивідуального та інтегрального здоров'я загальнофізіологічне, інструментальне і тестове психологічне обстеження молоді, обробку отриманих даних і формування висновку за категоріями стану здоров'я: «високий», «середній», «нижче середнього», «низький».

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що:

1. Розроблені алгоритми оцінювання рівня фізичного здоров'я в режимах «профогляд», «скринінг», «моніторинг», «поглиблене обстеження» і прийняття рішень по комплексній оцінці фізичного здоров'я реалізують запропоновані інформаційні та математичні моделі, що в сукупності з оцінками психодіяльності, забезпечує своєчасне, оперативне виявлення патологій, що виникають, і динамічну діагностику організму, його окремих фізіологічних систем, психічного стану і фізичного здоров'я.

2. Виконано, на основі критеріального оцінювання, структурування

психологічних тестів, орієнтованих на психодіагностику здоров'я студентів, що дозволило сформувати бібліотеку тестів, що характеризуються високою інформативністю, валідністю, надійністю і комфортністю.

3. Розроблено модуль безконтактної термографії, представлений у вигляді автономного, функціонально-закінченого пристрою, що забезпечує ранню діагностику запальних процесів в організмі, що дозволяє локалізувати запальні процеси різної етіології на ранніх стадіях їх прояву.

Результати дисертаційної роботи впроваджені в Приазовському державному технічному університеті – удосконалений комплексний метод визначення стану здоров'я студентів (акт від 29.09.2015 р.), що підтвердило ефективність розробленого методу та автоматизованого медичного комплексу при визначенні стану здоров'я студентів; в навчальному процесі кафедри проектування медико-біологічної апаратури Вінницького національного технічного університету (акт від 10.09.2015 р.), що сприяло поглибленню знань студентів в напрямку створення комп'ютерного та апаратно-програмного забезпечення біотехнічних та медичних апаратів і систем та підвищенню якості викладання відповідних дисциплін; у Вінницькому національному технічному університеті – автоматизований медичний комплекс (акт від 12.10.2015 р.), що підтвердило ефективність застосування розробленого автоматизованого медичного комплексу для визначення стану здоров'я студентів.

Особистий внесок здобувача. Всі результати наукових і практичних досліджень, отримані в дисертаційній роботі, розроблені і отримані автором самостійно. Особистий внесок здобувача в роботах, написання у співавторстві, полягає в наступному: в [2] запропоновано структурно-функціональну організацію медичних комплексів на основі системи прогнозування переддіабетичного стану людини; в [3] проведено обґрунтування вибору тестових методик и запропоновано структуру модуля тестування студентів; в [4] розроблена система тверджень, спрямованих на оптимізацію процесу оцінювання стану здоров'я студентів та проектування відповідних МІС и МІТ; в [5] запропоновано інформаційно-логічну схему процесу розробки АМК і розроблено структурну схему АМК; в [6] запропонувала розглядати спортсмена, його ФС і зовнішнє середовище як цілісний організм; в [7] обґрунтувала вибір та систематизувала основні принципи створення МІС; в [8] запропоновано модель здоров'я студентів у вигляді цілісного організму; в [9] сформувалася інформаційні аспекти побудова систем для оцінки здоров'я студентів; в [10] визначила і обґрунтувала перелік проблем, пов'язаних безпосередньо з МІС і приладами, що зумовлюють появу діагностичних комплексів; в [11] обґрунтувала складові цілісного організму; в [13] розробила методологію визначення змістовної валідності тесту; в [14] запропонувала ввести в структуру АМК моделі оцінки фізичного і індивідуального здоров'я, систему підтримки прийняття рішень.

Апробація результатів дисертації: XVIII Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті» м. Харків, 2014 р.; IV Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія», м. Вінниця, 2014р.; Ювілейний конгрес з біомедичної

інженерії. м Київ, 2014р.; XIII Міжнародна науково-технічна конференція (ВОТТП–13–2014), м. Одеса, 2014р.; Міжнародна науково-технічна конференція «Фотоніка – 2015», м. Вінниця, 2015р.; XIV Міжнародна науково-технічна конференція (ВОТТП–14–2015) м. Одеса, 2015р.

Публікації. Результати роботи відображені в 14 опублікованих працях, в тому числі: 4–ох статтях в наукових виданнях, що входять до переліку фахових видань України; 1–й закордонній публікації; 8–ми матеріалах і тезах доповідей на конференціях різних рівнів; 1 патенті на корисну модель.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних літературних джерел, який нараховує 208 найменувань, 4–х додатків, в яких наведено результати розрахунків та акти впровадження результатів роботи. Загальний обсяг дисертації 211 сторінок, з яких основний зміст викладений на 146 сторінках. Дисертаційна робота містить 31 рисунок та 26 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі до дисертаційної роботи обґрунтовано актуальність теми досліджень, сформульовані мета роботи і завдання досліджень. Наведено характеристику наукової новизни і практичної цінності отриманих результатів. Показані зв'язок роботи з науковими програмами і планами; особистий внесок здобувача в спільних публікації; обсяг і зміст дисертаційної роботи.

У першому розділі проаналізовані та узагальнені дані літературних і патентних джерел, які підтвердили негативну тенденцію зниження рівня здоров'я молоді, що обумовлено об'єктивними і суб'єктивними факторами та практично повною відсутністю спеціалізованих, орієнтованих на молодь та студентів, медико–технічних комплексів, засобів та інформаційних систем. Підтверджено, що їх фізичне здоров'я є величиною інтегральної і оцінюється сукупністю її складових, інформаційною моделлю індивідуального здоров'я і системою критеріїв. Доведено, що необхідність створення спеціалізованого медичного комплексу для визначення стану здоров'я молоді обумовлена збільшенням інформаційних потоків і рівня психоемоційної напруженості; зростанням вимог до рівня підготовки фахівців і їх здоров'я; здатністю організму оперативно адаптуватися до зовнішнього середовища.

У другому розділі отримав подальший розвиток метод комплексного оцінювання стану здоров'я студентів в умовах навчального процесу, який побудований за принципом логічної послідовності етапів різного функціонально-часового призначення, що склав структуру і зміст розробленого методу. Функціонально-структурну організацію вдосконаленого методу наведено на рис. 1.

Метод побудований на принципах системного підходу, системної інтеграції, цілеспрямованості, адаптованості та модульної структури і оцінюється критеріями SMART, частково критеріями BOO3 і уточненим критерієм оптимальності впровадження ІТ.

Визначимо індивідуальне здоров'я молодої людини наступним чином: індивідуальне здоров'я – динамічний стан людини, який визначається

механізмами самоорганізації його систем (стійкістю до дії патогенних факторів і здатністю компенсувати патологічний процес), характеризується енергетичним, пластичним і інформаційним забезпеченням процесів самоорганізації, а також є основою прояву біологічних (виживаємості – збереження особистості, репродукції – продовження роду) і соціальних функцій.

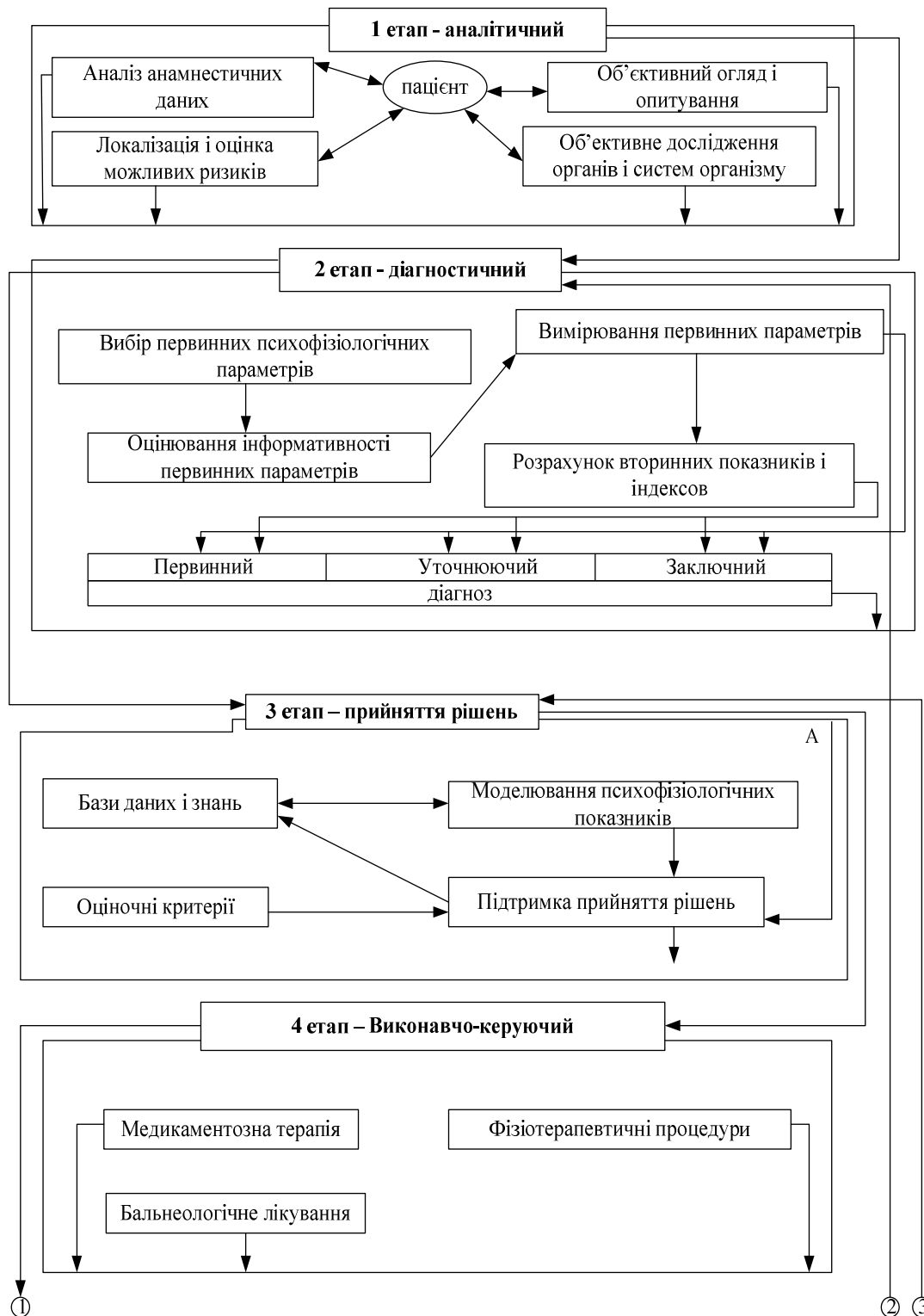


Рисунок 1 – Структурно-функціональна організація методу комплексного визначення стану здоров'я студентів

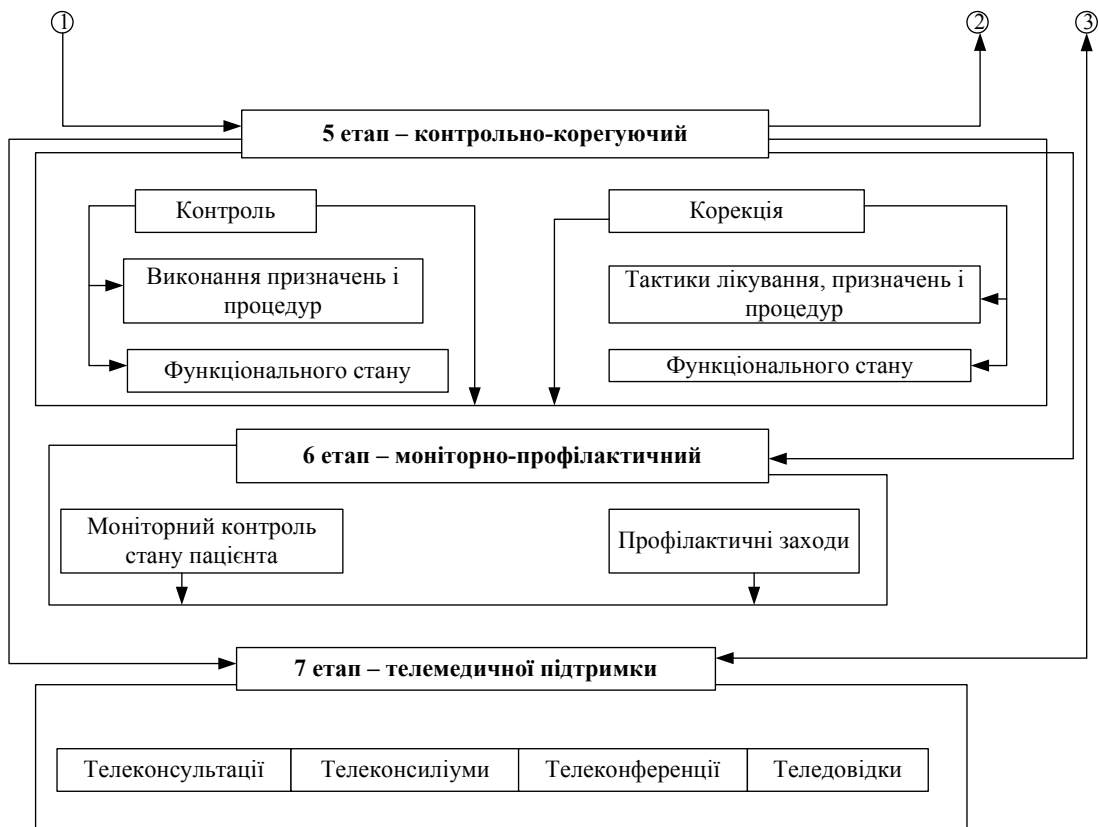


Рисунок 1, аркуш 2

У цьому випадку модель фізичного здоров'я молодої людини можна уявити як єдине ціле, яке функціонує в умовах зовнішнього, соціального і професійного середовищ (рис. 2).

З рис. 2 видно, що необхідний рівень індивідуального здоров'я забезпечується самооцінкою і здоровим способом життя організму; оцінюється критерієм вираженості здоров'я: я можу, я хочу і я повинен; характеризується стійкістю до дії екологічних факторів, зовнішніх ризиків і негативних впливів.

Мінімізація числа первинних параметрів по відношенню до кількості вторинних (розрахункових) показників забезпечила розробку системи індексів та критеріїв, спрямованих на оцінювання здоров'я молоді за рівнями компенсації соматичної патології, неспецифічної резистентності та функціональної адаптації організму, що зумовило об'єктивну й адекватну оцінку їх фізичного здоров'я і працездатності.

З огляду на нечітку природу поняття «інтегральний стан здоров'я» (ІСЗ) і класифікації цього поняття, був обраний апарат нечіткої логіки прийняття рішень, який використовує різномірну структуру базових змінних з гібридним способом агрегації використовуваних функцій. В якості вимірювальної шкали для показників, які характеризують дане поняття, було визначено інтервал $[0, \dots, 1]$, що відповідає інтервалу змін одного з фундаментальних понять теорії нечіткої логіки прийняття рішень – функції належності.

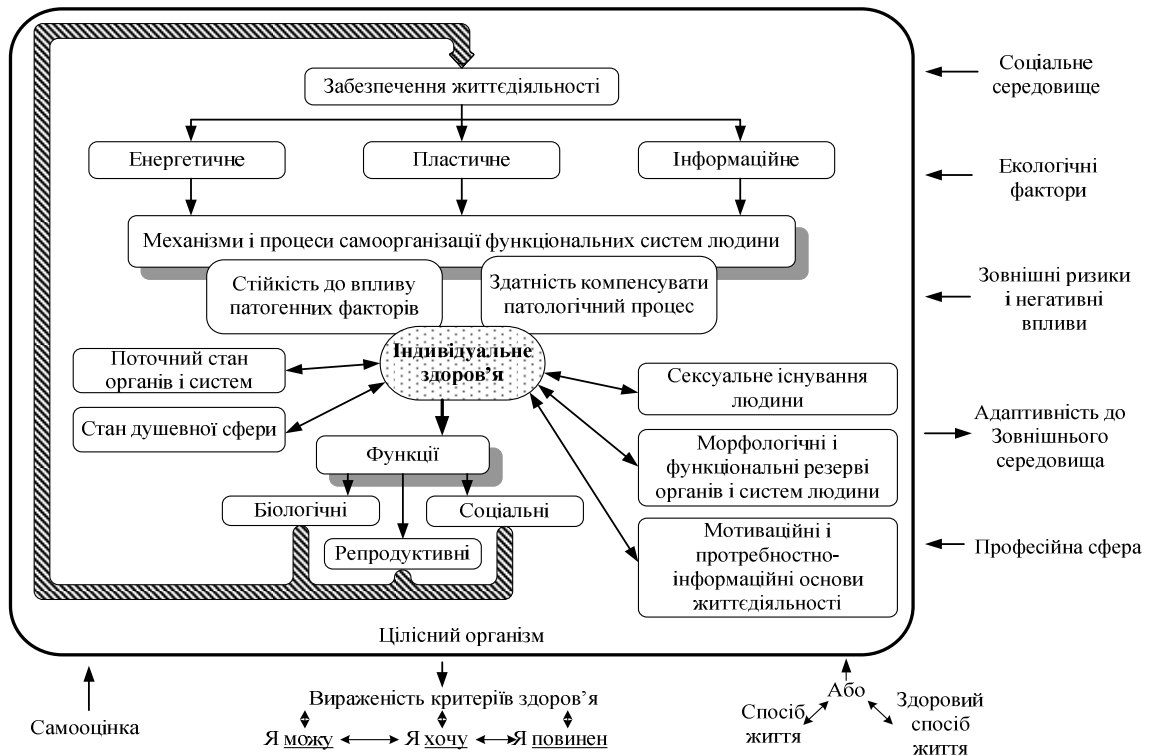


Рисунок 2 – Інформаційно-структурна модель фізичного здоров'я молодії людини

Верхньому граничному значенню межі шкали – одиниці, відповідає варіант, коли студент володіє оптимальним, з точки зору вирішуваних завдань, «рівнем здоров'я». Ризик розвитку профзахворювань будемо співвідносити з нижнім, близьким до нуля значенням межі шкали.

В якості вихідних ознак, що визначають класифікацію та рівень ІСЗ організму і його підсистем на експертному рівні були обрані: індекс фізичного розвитку (ІФР); рівень функціонального стану (ФС); рівень фізичної працездатності (ФПЗ); інтегральна оцінка фізичного здоров'я, (рис. 3)

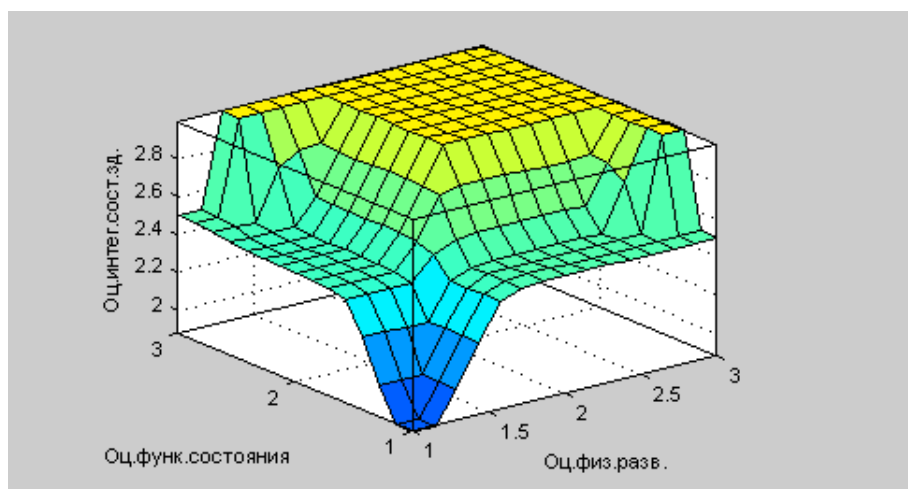


Рисунок 3 – Залежність оцінок стану здоров'я від рівнів фізичного розвитку і функціонального стану

Значення ознак $Y_i = \frac{x_{i0} \text{ (до навантаження)}}{x_{iH} \text{ (після навантаження)}}$ – базове застосування функції

приналежності.

Функції належності вибираються таким чином, що вони відповідають властивостям коефіцієнтів впевненості по Е. Шортліфу, а агрегація здійснюється за виразом

$$UF(i+1) = UF(i) + f_{UR}(Y_{i+1})[1 - UF(i)], \quad (1)$$

де $KY_{\omega_\ell}(i)$ – коефіцієнт впевненості в класифікації ω_ℓ ($i=0,1,2$) після того як проаналізовано i показників Y_i ; $\mu_{\omega_\ell}(Y_{i+1})$ – величина функції належностей обрхована для базової змінної з номером $i+1$ в точці Y ; $KY_{\omega_\ell}(1) = \mu_{\omega_\ell}(Y_1)$.

Це дає можливість з врахуванням виразу (1), оцінювати ІЗС використовуючи його функції рівня

$$UF(i+1) = UF(i) + f_{UR}(Y_{i+1})[1 - UF(i)], \quad (2)$$

де $UF(i)$ – рівень ІЗС визначений після залучення до розрахунків i показників; $f_{UR}(Y_{i+1})$ – величина функції рівня ІЗС по показнику з номером $i+1$, визначена в точці Y_{i+1} .

Тоді скорегована з врахуванням (1) і (2) функція рівня ІЗС приймає вигляд

$$f_{URS}(Y_i) = \begin{cases} f_{UR}(Y_i) + f_1(t_{Bi}) - f_{UR}(Y_i) \cdot f_1(t_{Bi}), & \text{якщо } t_B < t_H \\ f_{UR}(Y_i) + f_2(C_i) - f_{UR}(Y_i) \cdot f_2(C_i), & \text{якщо } t_B \geq t_H \end{cases}, \quad (3)$$

частинні функції впевненості

$$KY_{1\omega_\ell}(i+1) = KY_{1\omega_\ell}(i) + \mu_{\omega_\ell}(t_{Bi+1}) [1 - KY_{1\omega_\ell}(i)] \text{ для } t_B < t_H, \quad (4)$$

$$KY_{2\omega_\ell}(i+1) = KY_{2\omega_\ell}(i) + \mu_{\omega_\ell}(C_1) [1 - KY_{2\omega_\ell}(i)] \text{ для } t_B \geq t_H$$

відповідні коефіцієнти впевненості

$$KY_{F\omega_\ell} = KY_{\omega_\ell} + KY_{1\omega_\ell} + KY_{2\omega_\ell} - KY_{\omega_\ell} KY_{1\omega_\ell} - KY_{\omega_\ell} KY_{2\omega_\ell} - KY_{1\omega_\ell} KY_{2\omega_\ell} + KY_{\omega_\ell} KY_{1\omega_\ell} KY_{2\omega_\ell}.$$

Рівень ІЗС по психоемоційному напруженню (ПЕН)

$$KY_{ПЕН} = KY_B + KY_B (1 - KY_B).$$

Рівень ІЗС (кінцевий)

$$KYFR(i+1) = KYFR(i) + KY(q)[1 - KYFR(i)]. \quad (5)$$

Функція належності нечіткої множини ФР (рис. 4)

$$\mu_{\text{нижче середнього}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1, x \geq 2; \\ 2 - x, & 1 \leq x \leq 2, \end{cases}$$

$$\mu_{\text{середній}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1, x \geq 3; \\ x - 1, & 1 \leq x \leq 2; \\ 3 - x, & 2 \leq x \leq 3, \end{cases}$$

$$\mu_{\text{високий}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 2, x \geq 3; \\ x - 2, & 2 \leq x \leq 3. \end{cases}$$

Функція належності нечіткої множини ІСЗ (рис. 5)

$$\mu_{\text{низький}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1, x \geq 2; \\ 2 - x, & 1 \leq x \leq 2, \end{cases} \quad \mu_{\text{знижений}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1, x \geq 3; \\ x - 1, & 1 \leq x \leq 2; \\ 3 - x, & 2 \leq x \leq 3, \end{cases}$$

$$\mu_{\text{нормальний}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 2, x \geq 4; \\ x - 2, & 2 \leq x \leq 3; \\ 4 - x, & 3 \leq x \leq 4, \end{cases} \quad \mu_{\text{високий}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 3, x \geq 4; \\ x - 3, & 3 \leq x \leq 4. \end{cases}$$

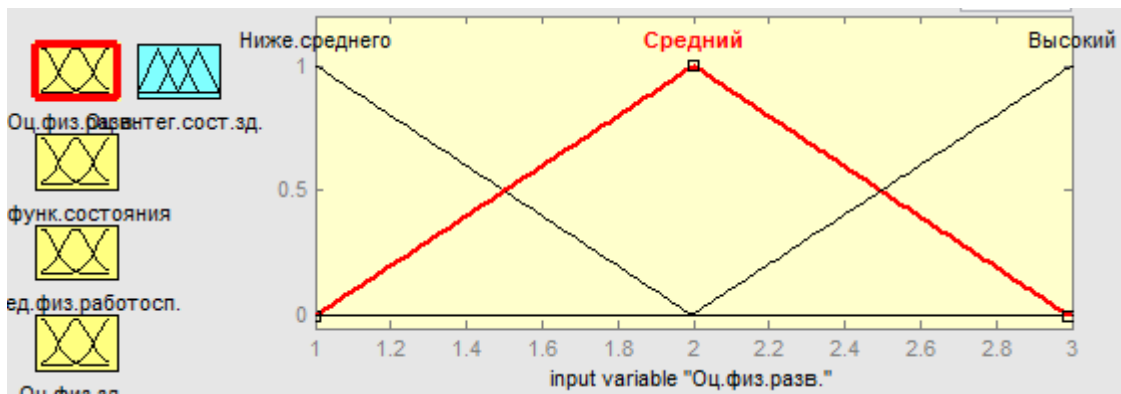


Рисунок 4 – Функція належності нечіткої множини оцінок фізичного розвитку

Нечіткі множини, які відповідають оцінці фізичного розвитку, функціонального стану та фізичної працездатності мають трикутну функцію належності; число термів дорівнює трьом: нижче середнього, середній, високий; діапазон зміни $[1 \div 3]$. Нечітка безліч відповідної інтегральної оцінки фізичного здоров'я має трикутну функцію належності; чотири терми: низький, знижений, нормальний, високий; діапазон зміни $[1 \div 4]$.

Таким чином система дозволяє, використовуючи індекс фізичного розвитку, рівень функціонального стану, рівень фізичної працездатності, інтегральну оцінку фізичного здоров'я знайти інтегральну оцінку стану здоров'я

студента. Дана система працює з нечіткою інформацією, яка представлена в лінгвістичній формі з використанням понять «низький», «середній», «нижче середнього», «знижений», «нормальний», «високий» (рис. 5). Облік цієї інформації дозволяє отримати більш повну картину стану здоров'я студента.

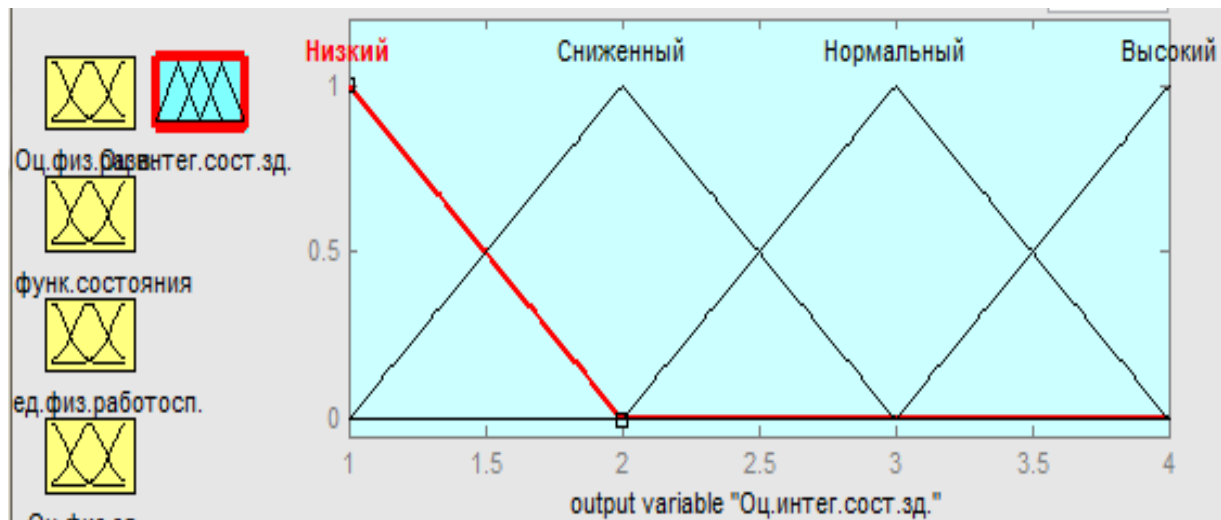


Рисунок 5 – Функція належності нечіткої множини оцінок інтегрального стану здоров'я студентів

В третьому розділі розроблено автоматизований медичний комплекс для моніторингу та діагностики фізичного здоров'я молоді, що об'єднує біологічні та технічні елементи, які відрізняються тим, що підвищення ефективності інформаційних процесів взаємодії молоді з комплексом спеціалізованого контролю за динамікою їх стану досягається отриманням нової інформації (рис. 6).

Оперативне виявлення патологій та інших порушень у здоров'ї молодої людини, скринінг-діагностика та моніторинг забезпечені інформаційною підтримкою відповідних математичних і інформаційних моделей, реалізованих системою алгоритмів оцінювання фізичного здоров'я в режимах «Профогляд», «Скринінг», «Моніторинг», «Поглиблені обстеження» і «Прийняття рішень».

На рис. 7 представлена схема алгоритму обстеження молоді з використанням АМК в режимі «Профогляд».

Інтегральна оцінка фізичного здоров'я молоді проводиться в модулі фізичного здоров'я (МФЗ) шляхом порівняння оцінки, отриманої розрахунковим шляхом за фактичними даними (використовуючи модулі МФР, МФС, МФПЗ, МПТ) та оцінки, отриманої на інформаційно-структурній моделі індивідуального здоров'я молоді, що дозволяє сформувати поточний психофізіологічний портрет молодої людини і належний, до якого він повинен прагнути.

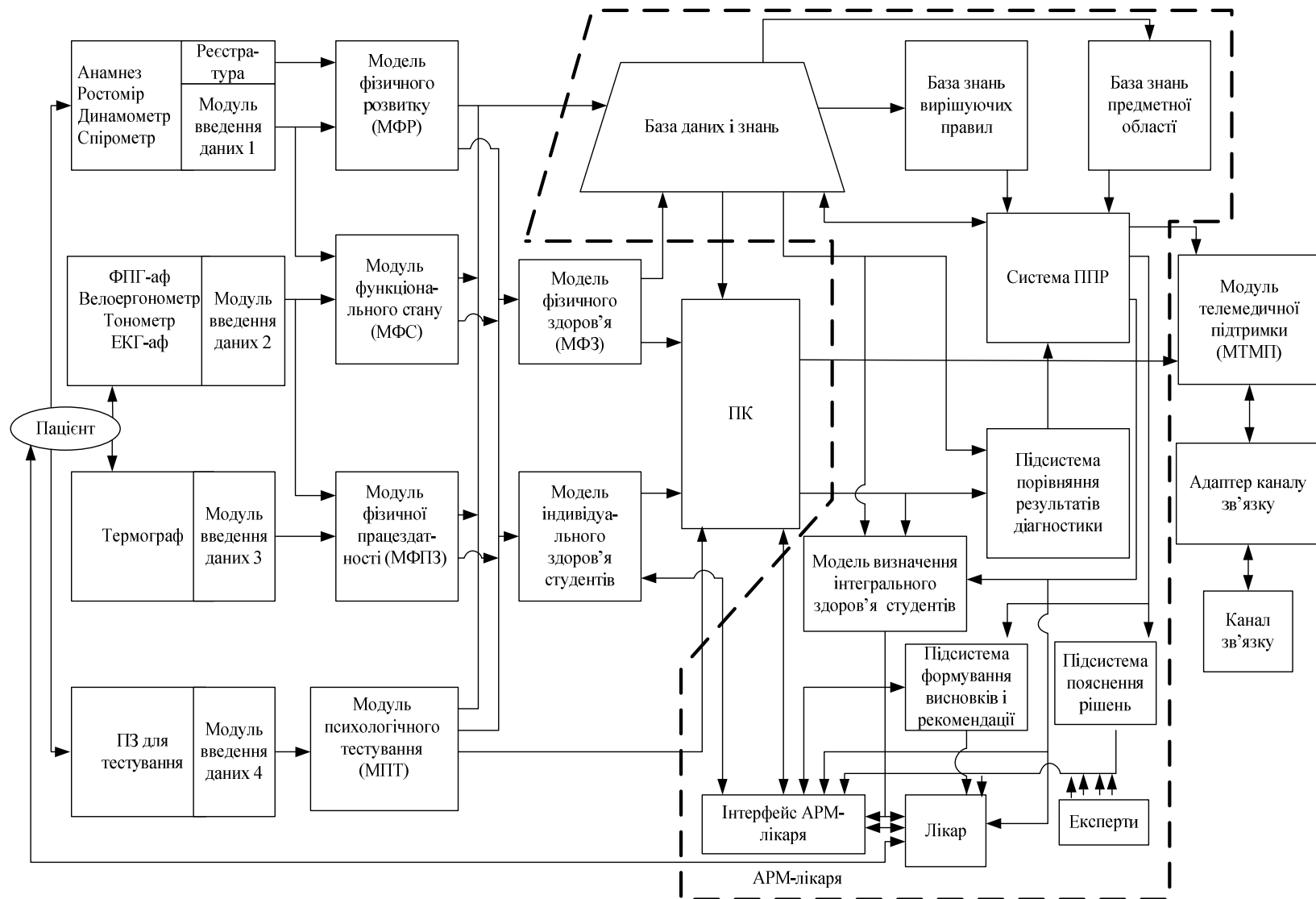


Рисунок 6 – Структурна схема АМК

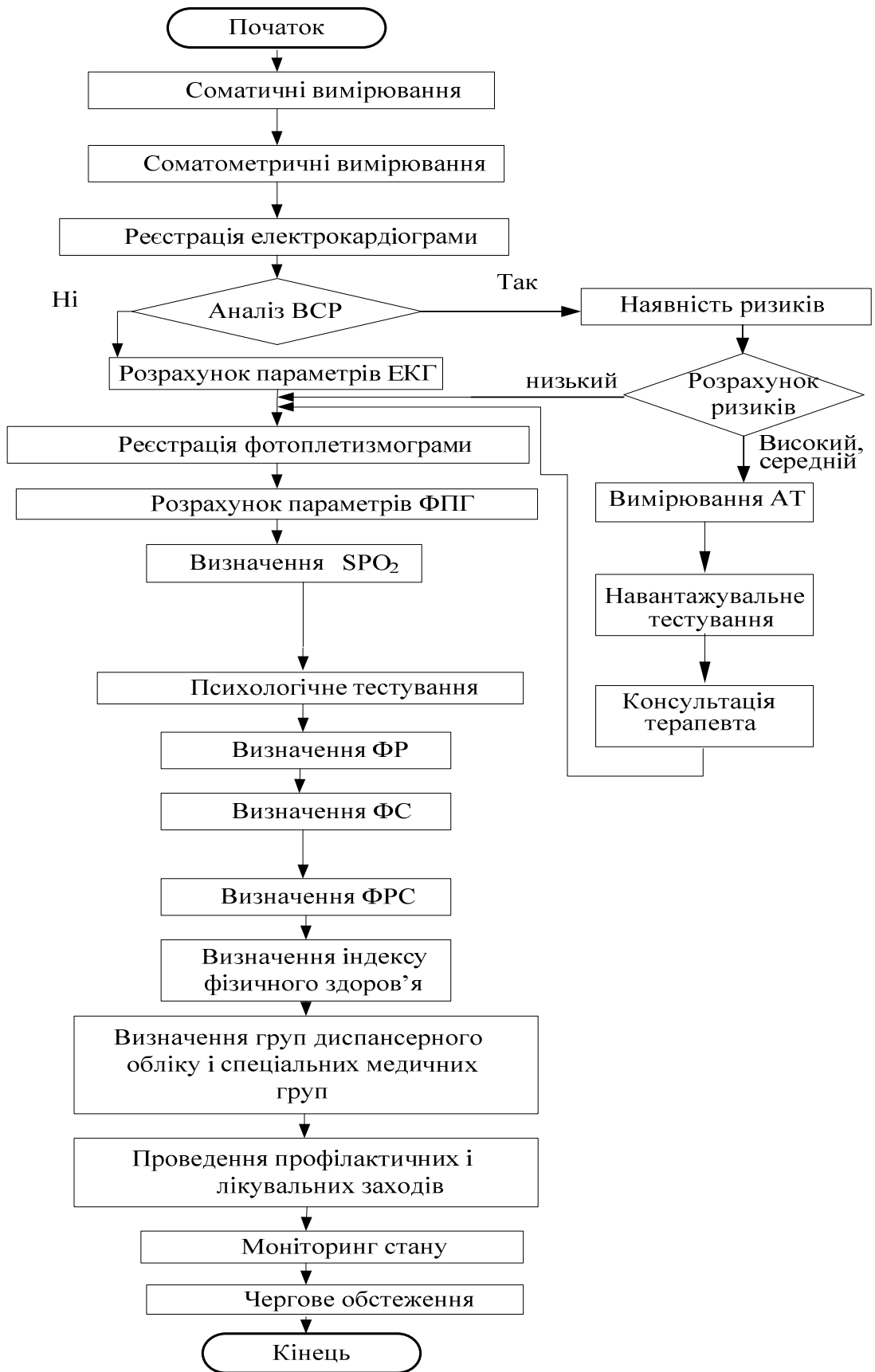


Рисунок 7 – Схема алгоритму обстеження молоді з використанням АМК в режимі «Профогляд»

Четвертий розділ присвячений оцінці ефективності впровадження АМК; результатам порівняльного аналізу і розробці проекту медико-технічних вимог на комплекс.

Порівняльною базою були обрані дві групи критеріїв: 1 – критерії, що оцінюють медичне забезпечення, в т.ч. і соціальні аспекти; 2 – критерії для оцінки апаратно-програмного забезпечення (табл. 1, 2).

Для оцінки ефективності АМК і якості медичної допомоги, що надається медиками з його використанням були проведені відповідні розрахунки, які в тому числі підтвердили досягнення мети дисертаційної роботи.

Вибір експертів.

I. Однакові шкали.

$$\text{Експертна оцінка } \alpha_i = \frac{\sum_{k=1}^k C_{ij}}{m_i}.$$

II. Різні шкали.

Масштабована експертна оцінка

$$A_i = \frac{C_{ij}}{\sum_{k=1}^k C_{ij}}; \sum_{k=1}^k A_{ij} = 1 \dots k - \text{кількість оцінок}.$$

$$\text{Вагові коефіцієнти } \alpha_i = \frac{\sum_{k=1}^k A_{ij}}{m}.$$

III. Матриця експерти/критерії

Експерти Критерії	Критерії						
	V _{ому}	Е	Е _д	У	Д	Р	
Експерт 1	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	
Експерт 2	0,8	0,9	0,85	0,7	0,95	0,7	
Експерт 3	0,95	0,8	0,75	0,88	0,7	0,65	
Експерт 4	0,8	0,65	0,7	0,9	0,6	0,65	
Експерт 5	0,65	0,95	0,95	0,72	0,85	0,85	
Експерт 6	0,9	0,6	0,9	0,8	0,7	0,7	
Експерт 7	0,75	0,75	0,85	0,75	0,75	0,75	

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз АМК і аналогів (медичне забезпечення)

№ п/п	Система (комплекс) Критерії	Критерії оцінки здоров'я (по складовим)				Критерії оцінки ефективності і якості здоров'я								Збільшення пропускної здатності
		ФР – фізичний розвиток	ФС – функціональний стан	ФПЗ – фізична працездатність	ФЗ – фізичне здоров'я	Інтегральні	Об'єм наданих медичних послуг	Економічність	Ефективність діяльності	Задоволеність якістю отриманої меддопомоги	Якість наданої меддопомоги	Результативність роботи комплексу, системи	HL7v3	
1	АМК (Україна)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	на 20±30%
2	МІС ДОКА+ (МЕДІНТЕХ)	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	на 15±20%
3	Комплекс ПФО студентів	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	ДН	не менше ніж на 5%
4	Система «МЕДІАЛОГ» (Постмодерн технології)	-	-	-	+	+	ДН	ДН	+	+	+	-	+	на 15±20%
5	Система «Портапрес» (Голландія)	-	-	-	-	+	ДН	ДН	+	-	+	-	+	ДН
6	Система «Еверест» (АІТ-Холдінг)	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	на 15±18%

ДН – дані не знайдено

Таблиця 2 – Порівняльний аналіз АМК і аналогів (апаратне і програмне забезпечення)

№ п/п	Система (комплекс)	Доступність					Критерії інноваційного розвитку							
		Критерії	Підсистема прийняття рішень	Вбудована об'єктивно-орієнтована СУБД	Коефіцієнт ефективності апаратних засобів K_{AC}	Критерій оцінки функціональної повноти	Режим телеконсультації	Захист від несанкціонованого доступу	Критерій тимчасової відповідності	Критерій оптимальності по часу	Актуальність	Інноваційний потенціал	Потенціальна користь	Перспективність
1	АМК (Україна)	+	+	0,9	0,9	+	+	0,85	0,8	1	1	1	1	1
2	МІС ДОКА+ (МЕДІНТЕХ)	+	+	0,7	0,85	-	+	0,76	0,9	1	0,8	1	0,75	0,95
3	Комплекс ПФО студентів	-	+	0,72	0,8	-	+	0,79	0,8	0,9	0,7	0,8	0,65	0,7
4	Система «МЕДІАЛОГ» (Постмодерн технології)	-	+	0,8	0,85	-	+	0,75	0,9	0,85	0,8	0,9	0,9	0,9
5	Система «Портапрес» (Голландія)	-	+	0,85	0,8	-	+	0,75	0,9	0,9	0,85	0,9	0,92	0,9
6	Система «Еверест» (АІТ-Холдінг)	+	+	0,73	ДН	-	+	0,8	ДН	0,9	0,85	0,7	0,7	0,8

Критерії ефективності і якості

$$V_{omy} = a_{omy} \cdot \frac{K_{\phi o}}{K_{зан}} = 0,8 \cdot \frac{44}{45} = 78; \text{— об'єм наданих медичних послуг (меддопомоги)}$$

$$E = a_E \cdot \frac{З_{\phi}}{З_n} = 0,78 \cdot \frac{64,4}{52} = 0,96 \text{— економічність}$$

$E_{\delta} = a_{\delta} \cdot (V_{omy} + E)$; при $E_{\delta} > 1$ — діяльність ефективна; $E_{\delta} < 1$ — діяльність неефективна. $E_{\delta} = 0,84 \cdot (0,78 + 0,96) = 1,46 > 1$;

$$Y = a_y \cdot \frac{K_{no}}{K_{opr}} = 0,79 \cdot \frac{41}{43} = 0,75 \text{— задоволеність якістю отриманої меддопомоги}$$

$$D = a_k \cdot \frac{K_{\phi o}}{K_{\phi o}} = 0,78 \cdot \frac{4}{43} = 0,07 \text{— адекватність результатів}$$

$$K = P + D = 0,68 + 0,07 = 0,75 \text{— якість наданої з АМК меддопомоги}$$

Інтегральний критерій ефективності АМК і якості медичної допомоги

$$I = E_{\delta} \cdot Y \cdot K = 1,46 \cdot 0,75 \cdot 0,75 = 0,82.$$

Ефективність визначення стану здоров'я за критеріями SMART

- конкретність (specific) – 93%;
- вимірюваність (measurable) – 90%;
- досягаємість мети (achievable) – 100%;
- актуальність (relevant) – 100%;
- обмеженість в часі (time-bound) – 91%.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

1. Аналіз і узагальнення даних літературних і патентних джерел, у т.ч. і з мережі Інтернет, підтвердив негативну тенденцію зниження рівня фізичного здоров'я молоді, яка обумовлена об'єктивними і суб'єктивними організаційно-особистісними факторами, що пояснюється практично повною відсутністю спеціалізованих, які враховують специфіку молодіжного життя, медичних інформаційних систем та інших медико-технічних автоматизованих комплексів, орієнтованих на застосування в умовах ВНЗ.

2. Розроблена інформаційно-структурна модель здоров'я молодої людини адекватно відображає його цілісність у вигляді інформаційної структури, яка характеризується механізмами самоорганізації, стійкістю до патогенних чинників і здатністю компенсувати патологічний процес, що забезпечує їй стабільність і надійність виконання репродуктивної, формуючої і відновлювальної функцій.

3. Теоретично і практично доведено, що підхід до побудови методу комплексного визначення стану здоров'я молоді в вигляді послідовної

сукупності відомих і нових блоків і зв'язків для отримання нового медичного верифікованого продукту, забезпечив досягнення мети дисертаційного дослідження – підвищення ефективності процесу визначення здоров'я молоді, що оцінюється за критеріями SMART такими цифрами: конкретність (specific) – 93%; вимірність (measurable) – 90%; реалістичність (realistic) – 100%; досяжність мети (achievable) – 100%; обмеженість у часі (time-bound) – 91%.

4. Експериментально підтверджено, що розвиток системи критеріїв оцінки фізичного здоров'я молоді за рахунок сукупного використання відомих критеріїв і критерію інтегрального стану здоров'я, отриманого за допомогою математичного апарату нечіткої логіки, забезпечує достовірні значення коефіцієнта кореляції в діапазоні від 0,54 ÷ 1.

5. Удосконалення математичної моделі на нечіткій логіці для визначення стану здоров'я молоді досягнуто вибором і застосуванням аналогічного апарату підтримки і прийняття рішень, який використовує різномірну структуру базових змінних з гібридним способом агрегації функцій, що призвело до усунення неоднозначності в розумінні понять «інтегральний стан здоров'я – ІСЗ» і класифікації цих понять, та відповідно – до забезпечення однозначного трактування оцінок станів здоров'я.

6. Побудова бази знань АМК з урахуванням критерію інформаційної ефективності показників забезпечило обґрунтований вибір таких психофізіологічних показників, що характеризують здоров'я студентів, які, з одного боку, максимально адекватно (до 90%) відображають функціональний стан здоров'я студентів, а з іншого – забезпечують їх високу інформативність (до 94,5%) для лікаря, що обумовлює вибір оптимального рішення про стан здоров'я молодої людини.

7. Результати впровадження АМК, його порівняльного аналізу з відомими аналогами за двома групами критеріїв (технічних і медичних), а також багатокомпонентна оцінка за критеріями SMART підтвердили правильність вибору принципів проектування та підходу до формування структури АМК у вигляді організованої сукупності відомих і нових вузлів, блоків і зв'язків, що забезпечило отримання нової якості визначення стану здоров'я молоді з ефективністю на 7–11% більшою, ніж у відомих методах і системах.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Лаугс Е. Л. Алгоритмическо-програмное обеспечение автоматизированного медицинского комплекса АМК / Е. Л. Лаугс. // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2014. – №3. – С. 120–125. – ISSN 2219–9365.

2. Злепко С. М. Структурно-функціональна організація та алгоритм роботи системи прогнозування переддіабетичного стану людини / С. М. Злепко, Й. І. Стенцель, О. Л. Лаугс та інші // Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2013. – № 16 (205). – С. 93–99. – ISSN 1998–7927.

3. Костишин С. В. Выбор тестовых методик для психологического тестирования студентов / С. В. Костишин, Е. Л. Лаугс, В. А. Новиков // Вестник Херсонского национального технического университета – 2014. – №4(51). – С. 253–259. – ISSN 2078–4481.

4. Інформаційна технологія моніторингу, підтримки прийняття рішень та ідентифікації здоров'я студента (ІТ МППРІЗС) / С. В. Тимчик, М. В. Московко, С. М. Злепко, О. Л. Лаугс // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2015. – №1 – С. 162–166. – ISSN 2219–9365.

5. Об одном подходе к разработке автоматизированного медицинского комплекса / С. М. Злепко, Н. Т. Абдуллаев, Е. Л. Лаугс, С. В. Тымчик // *Elmi əsərlər. Ученые записки.* – 2015. – № 1, Т. 1. – С. 73–80. – ISSN 1815–1779.

6. Особливості проектування оптоелектронних біомедичних систем для спорту / Л. Г. Коваль, О. Л. Лаугс, О. С. Козоріз та ін. // Оптоелектронні інформаційні технології «Фотоніка – ОДС 2015»: збірник тез. доповідей VII міжнародної науково-технічної конференції, м. Вінниця, 21–23 квітня 2015 р. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – С. 84.

7. Злепко С. М. Психофізіологічні та інформаційні аспекти оцінювання здоров'я студентів вищих навчальних закладів України / С. М. Злепко, О. Л. Лаугс, С. В. Тимчик // Актуальні проблеми та перспективи біомедичної інженерії : матеріали Всеукраїнської конференції, 15 квітня 2014 р., м. Київ. – м. Київ : ФБМІ НТУУ «КПІ», 2014. – 55–56.

8. Модель целостного организма для оценки индивидуального здоровья студентов / С. М. Злепко, Е. Л. Лаугс, Д. Х. Штофель, С. В. Тымчик // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : матеріали XIII міжнародної науково-технічної конференції, 6–12 червня 2014 р., м. Одеса. – Одеса–Хмельницький : ХНУ, 2014. – С. 128. – ISBN 978–966–330–203–4.

9. Тимчик С. В. Інформаційно-структурна модель розвитку медичних інформаційних технологій і систем / С. В. Тимчик, Д. Х. Штофель, О. Л. Лаугс // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія : тези доповідей четвертої міжнародної науково-практичної конференції, м. Вінниця, 28–30 травня 2014 р. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – С. 124–125. – ISBN 978–966–641–465–9.

10. Проблеми діагностики в сучасних медичних інформаційних системах і приладах / Р. М. Вирозуб, О. Л. Бланар, О. Л. Лаугс, О. С. Злепко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : матеріали XIV міжнародної науково-технічної конференції, 5–10 червня 2015 р., м. Одеса. – Одеса–Хмельницький : ХНУ, 2015. – С. 177. – ISBN 978–966–330–228–7.

11. Оптоелектронна система для оцінювання функціонального стану спортсмена: модель організму / С. В. Тимчик, С. В. Костішин, О. Л. Лаугс, О. С. Злепко // Оптоелектронні інформаційні технології «Фотоніка- ОДС 2015»: збірник тез доповідей VII міжнародної науково-технічної конференції, м. Вінниця, 21–23 квітня 2015 р. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – С. 78.

12. Лаугс О. Л. До питання оцінювання надійності психологічних тестів /

О. Л. Лаугс // Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке : материалы XVIII международного молодежного форума, г. Харьков, 14–16 апреля 2014 г. – Харьков : ХНУРЭ, 2014. – Т. 1. – С. 100–101.

13. Критерій валідність тесту: сутність і застосування в медичній психології / Д. Х. Штофель, О. Л. Лаугс, Л. В. Космач, Р. С. Белзецький // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доповідей XXII міжнародної науково-практичної конференції у чотирьох частинах, м. Харків, 21–23 травня 2014 р. – Харків : НТУ «ХПІ», 2014. – Ч. III. – С. 126.

14. Пат. на кор. модель № 101608 Україна Автоматизований медичний комплекс для оцінювання здоров'я студентів / С. М. Злепко, О. Л. Лаугс, К. С. Навроцька, С. В. Тимчик ; заявник і патентовласник Вінницький нац. техн. ун-т. – № u 2015 02316 ; заявл. 16.03.2015 ; опубл. 25.09.2015, Бюл. № 18. – 4 с.

АНОТАЦІЯ

Лаугс О.Л. Автоматизований медичний комплекс для визначення стану здоров'я молоді. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи. Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 2016.

В дисертаційній роботі викладені результати досліджень щодо підвищення ефективності процесу визначення стану здоров'я молоді шляхом удосконалення методу комплексного визначення стану здоров'я і створення автоматизованого медичного комплексу (АМК). Вперше запропоновано інформаційно-структурну модель індивідуального здоров'я молодої людини у вигляді цілісного організму, яка оцінює інтегральне здоров'я молоді. Удосконалено метод визначення стану здоров'я молоді, відмінність якого полягає у доповненні його структури новими етапами: контрольно-корегуючим, моніторно-профілактичним і телемедичної підтримки, що дозволило створити умови для розробки АМК і формування нового медичного продукту. Удосконалено математичну модель визначення інтегрального стану здоров'я молоді за критеріями «високе», «середнє», «нижнє середнього», «низьке». Розроблено автоматизований медичний комплекс у вигляді організованої сукупності взаємозв'язаних вузлів і блоків, які при адекватній інформаційній та алгоритмічно-програмній підтримці оцінюють інтегральне здоров'я молоді.

Результати впровадження АМК, їх оцінка за критеріями SMART підтвердили отримання нової якості – підвищення ефективності визначення стану здоров'я молоді за допомогою методу та АМК, яка на 7–11% більше, ніж у відомих системах.

Ключові слова: автоматизований комплекс, інформаційна модель, комплексний метод, стан здоров'я, молодь, студенти.

АННОТАЦИЯ

Лаугс А.Л. Автоматизированный медицинский комплекс для определения состояния здоровья молодежи. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.17 – биологические и медицинские приборы и системы. Винницкий национальный технический университет, Винница, 2016.

В диссертационной работе изложены результаты исследований по повышению эффективности процесса определения состояния здоровья молодежи, путем усовершенствования метода комплексного определения состояния здоровья и создание автоматизированного медицинского комплекса.

Впервые предложена информационно–структурная модель индивидуального здоровья молодого человека в виде целостного организма, обеспечивающего его жизнедеятельность, которая в совокупности со статусами здоровья реализует циркуляторный гомеостаз взаимодействия физического, психического и социального статусов здоровья на различных иерархических уровнях, что позволяет оценивать интегральное состояние здоровья в виде линейно-взвешенной суммы обобщенных оценок состояния этих статусов.

Усовершенствован комплексный метод определения состояния здоровья молодежи, отличающийся от известных введением в его структуру этапов: контрольно-корректирующего, мониторинно-профилактического и телемедицинской поддержки, что позволило создать реальные условия для разработки АМК, обеспечивающего получение и формирование медицинского верифицированного продукта (заключение АМК об интегральном состоянии здоровья молодежи), соответствующего требованиям медицинского стандарта HL7, как одного из базовых критериев достижения объективных и достоверных результатов.

Усовершенствована математическая модель определения интегрального состояния здоровья молодежи в части использования аппарата нечеткой логики, отличающаяся тем, что в качестве исходных признаков и термов, определяющих классификацию и уровень интегрального здоровья студентов, выбраны функциональный гомеостаз, физическое развитие, психосоциальная адаптивность, вегетативный тонус и реактивность, а также – уровень максимального потребления кислорода, что позволило оценивать интегральное состояние здоровья молодежи категориями «высокое», «среднее», «ниже среднего», «низкое».

Получила дальнейшее развитие система критериев, обеспечивающая определение состояния физического здоровья молодежи по совокупности уровней компенсации соматической патологии, неспецифической резистентности и функциональной адаптации организма, отличающаяся тем, что она дополнена критерием интегрального состояния здоровья молодежи, определяемого на нечеткой математической модели, что позволило ввести критерий соответствия, вычисляемый, как коэффициент корреляции между состояниями здоровья, определяемыми с помощью стандартной трехуровневой модели математической модели на нечеткой логике.

Разработан автоматизированный медицинский комплекс в виде организованной совокупности взаимосвязанных между собой первичных регистраторов данных, модулей ввода данных, психофизиологических модулей для оценки статусов и компонент здоровья молодежи, системы поддержки принятия решения, базы данных и знаний, модуля телемедицинской поддержки, микропроцессора, персонального компьютера и других средств вычислительной техники, взаимное схемное расположение которых, появление новых связей обеспечили при поддержке моделей физического, индивидуального и интегрального здоровья общефизиологическое, инструментальное и тестовое психологическое обследование молодежи, обработку полученных данных и формирование заключения по категориям состояния здоровья: «высокое», «среднее», «ниже среднего», «низкое».

Результаты внедрения АМК, их оценка по критериям SMART подтвердили получение нового качества – повышение эффективности определения состояния здоровья молодежи с помощью метода и АМК, которая в среднем на 7–11% выше, чем у известных систем.

Ключевые слова: автоматизированный комплекс, информационная модель, комплексный метод, состояние здоровья, молодежь, студенты.

ABSTRACT

Laugs O.L. Automated medical complex to determine the health of young people. – The manuscript.

The thesis for a scientific degree of the candidate of technical sciences in specialty 05.11.17 – biological and medical devices and systems. Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, 2016.

The thesis presents the results of research on improving the efficiency of the process of determining the health of young people by improving the method of complex determination of health and creation of automated medical complex (AMC). First time the information–structural model of individual health of a young man in a whole organism, which appreciates the integral health of young people. The method of determining the health of young people, the difference of which is to supplement its new structure stages: adjustment control, monitor and prevention and telemedicine support, thereby creating conditions for the development of AMC and the formation of a new medical product. Improved mathematical model to define the integral health status of young people on the criteria of "high", "medium", "lower middle", "low". Developed automated medical complex in the form of an organized set of interconnected nodes and blocks which, when adequate information and support program algorithmically–evaluate the integral health of young people.

The results of the introduction of the AMC evaluation criteria for SMART confirmed the receipt of a new quality – improving determine the health of young people using the method and AMC, which at 7–11% more than in the known systems.

Keywords: automated complex, information model, complex method, health, young, students.

Підписано до друку 07.04.2016 р.
Формат 21x29.7 1/4. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний.
Наклад 100 прим. Зам. № 2016 – 060.

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно–видавничому центрі
Вінницького національного технічного університету.
м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95. Тел.: 59–81–59

