

УДК 004.9:61

С. В. ТИМЧИК, С. М. ЗЛЕПКО, Р. М. ВИРОЗУБ, О. С. КОЗОРИЗ

## СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ ОПТОЕЛЕКТРОННОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ЗДОРОВ'Я СТУДЕНТІВ

*Вінницький національний технічний університет,  
21021, Хмельницьке шосе, 95, м.Вінниця, Україна  
E-mail: smzlepko@ukr.net*

**Анотація** Стаття присвячена питанням проектування сучасних оптоелектронних інформаційних технологій для моніторингу та оцінювання здоров'я людини, а саме — студентів. Розроблено інформаційно-структурну модель взаємодії біологічної і технічної складових технологій, на основі якої побудовано структурну схему інформаційної технології моніторингу і підтримки прийняття рішень для визначення здоров'я студентів.

До складу технології увійшли КОФПЗ — канал оцінки фізичної працездатності, ККОД — канал комплексної оцінки діяльності, КУФЗ — канал управління фізичним здоров'ям, СППР — система підтримки прийняття рішень, бази даних, знань, інтелектуальний інтерфейс тощо.

Структуру кожного каналу деталізовано до рівня модуля, кожен із яких має своє цільове призначення.

**Ключові слова:** інформаційна технологія, здоров'я студента, біотехнічна система, оптоелектронна інформаційна технологія, модель, алгоритм, норма, діагноз, програмне забезпечення, структурна схема, модуль, база даних.

**Abstract:** Article is devoted to designing modern optoelectronic information technologies for monitoring and evaluation of health — namely students. The information-structural model of the interaction of biological and technical components of the technology upon which was built a block diagram of information technology monitoring and decision support to determine the health of students.

The structure includes technology KOPFZ — channel evaluation of physical performance, KKOD — channel integrated assessment activities KUFZ — control channel physical health, DSS — decision support system, database, knowledge, intelligent interface and more.

The structure of each channel to the level of detail module, each of which has its own purpose.

**Keywords:** information technology, health, student, biotechnical system, optoelectronic information technology, model, algorithm norm diagnosis software block diagram module database.

### ВСТУП

Процес побудови сучасних інформаційних технологій є достатньо складною, багатокомпонентною процедурою, який повинен враховувати всі принципові позиції і малозначущі, на перший погляд, ознаки чи особливості, які належать проектуемій технології.

На сьогодні існує достатньо багато теорій, принципів, підходів, критеріїв до побудови та оцінювання ефективності впроваджених інформаційних технологій, побудованих, перш за все, за принципом системного підходу.

Але залишається проблема створення таких ІТ, які змогли б оперативно вирішити будь-яку задачу і в той же час, були адекватно сприйняті користувачем, що на сьогодні зустрічається досить рідко.

Слід відзначити, що виміряти рівень здоров'я достатньо складно, тому для оцінювання здоров'я ВООЗ рекомендує використовувати такі показники як, фізичний розвиток і працездатність, адаптація, функціональний стан, психологічний та психофізичний статус. Планування тих чи інших показників здоров'я конкретного студента повинно бути загальним і комфортним для нього. При прийнятті рішень по діагностиці та управлінні станом здоров'я людини необхідно враховувати можливості по їх реалізації, можливу негативну реакцію з боку пацієнта тощо. Важливим фактором є визначення критеріїв для оцінювання як усього лікувально-діагностичного процесу, так і окремих його складових, в тому числі, і інформаційної.

## АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Основою інформаційної технології моніторингу і підтримки прийняття рішень для визначення здоров'я студентів (ІТ МППРВЗС) є апаратно-програмні засоби, що за своєю сукупністю представляють собою біотехнічну систему, яка у відповідності до визначення терміну БТС (В.М. Ахутін, 1975) «... відноситься до особливого класу великих систем, що представляють собою сукупність біологічних і технічних елементів, зв'язаних між собою в єдиному контурі управління» [1].

В залежності від функцій, які виконує людина у складі БТС, вона може бути класифікована як людина-оператор (ЛО), людина-користувач (ЛК), людина-об'єкт управління (ОУ), людина-експерт (ЛЕ) і член групи фахівців (ГФ) різних спеціальностей, що працюють над вирішенням поставленої проблеми. Зрозуміло, що кожний із перерахованих класів орієнтований на вирішення своїх задач та представлений в спеціальній літературі досить широко [2, 3].

Е. П. Попечітелєв (2012) пропонує звернути увагу на проблему, що пов'язана із синтезом БТС, а саме — на розуміння терміну «технологія», під яким він пропонує розуміти поєднання кваліфікаційних навичок, обладнання, інфраструктури, інструментів і технічних знань, необхідних для здійснення бажаних перетворень в інформації або людях [5]. Це дає змогу розглядати технологію не просто як систему, а як систему-процес і включати до її складу операції з біологічними об'єктами із застосуванням технічних засобів і засобів підтримки життєдіяльності біооб'єкта. Ще однією особливістю таких систем-процесів і технічних комплексів є те, що до їх складу можуть одночасно входити декілька осіб з різними функціями [2, 1, 6].

## ІСНУЮЧА ПРОБЛЕМА

В сучасному світі більша частина функцій людини передбачає її участь або функціонування в тих чи інших інформаційних процесах або середовищах. І від того, наскільки ефективно і надійно відпрацює та чи інша особа, буде залежати і кінцевий результат. Це по-перше, а по-друге, для забезпечення ефективної та надійної роботи людини необхідно здійснювати контроль її працездатності, який можна забезпечити тільки за допомогою спеціалізованих апаратно-програмних засобів. А оскільки виробничі функції кожної людини різні, значить і конфігурації таких контролюючих засобів повинні відрізнятися в залежності від мети та об'єму контролю.

Такі засоби В. М. Ахутін назвав «логічними фільтрами-перетворювачами» [7], а Е. П. Попечітелєв запропонував дещо іншу назву [5, 3] — «канали інформаційної взаємодії — КІВ». В подальшому ми також будемо використовувати саме цей термін. Канали КІВ вже самі по собі є біотехнічними пристроями, оскільки включають в себе додаткові технічні блоки та елементи сенсорної і ефекторної систем організму людини, в даному випадку, об'єкта управління — організму студента. Необхідно також враховувати взаємодію по каналах речовинної та енергетичної взаємодії із зовнішніми системами, що відносяться до класу БТС [1]. Тому для забезпечення оптимальних умов життєдіяльності і працездатності необхідно застосовувати системи діагностики та управління ФС, навчання, відбору тощо.

## ОСНОВНИЙ ТЕКСТ СТАТТІ

На рис. 1 представлено розроблену модель взаємодії біологічної і технічної складової ІТ МППР ВЗС. Технічна складова включає в себе канал оцінки фізичної працездатності — КОФПЗ, канал комплексної оцінки діяльності — ККОД, канал управління фізичним здоров'ям — КУФЗ, систему підтримки прийняття рішень — СППР, бази знань і даних, інтелектуальні модулі, інтелектуальний інтерфейс користувача, засоби реєстрації і відображення даних. До складу біологічної складової увійшли студент — ОУ, лікар — ЛО та одночасно і ЛК, викладач — ЛК; системний аналітик, експерт, редактор БЗ — ГФ.

Взаємозв'язок і взаємодія зазначених складових здійснюється через — інформаційне забезпечення (ІЗ) БТС у складі моделей; алгоритмів; бази даних; телекомунікацій, в т. ч. і для зв'язку із зовнішніми системами; реєстру студентів, побудованого за виявленими нозологіями. Фактично, в представленій моделі функціонують два кола зв'язків: внутрішнє і зовнішнє, що також є характерним для БТС такої конфігурації. Зовнішнє коло забезпечує адаптацію системи до зовнішнього середовища, стан якого постійно змінюється, формуючи тим самим, різні за якістю і характеристиками негативні впливи на БТС, а внутрішній — відображає рівень взаємної адаптації апаратно-програмних засобів і лікаря, з одного боку, та студента — з іншого [7].

На основі моделі взаємодії біологічної і технічної складових побудуємо структурну схему інформаційної технології моніторингу і підтримки прийняття рішень для визначення здоров'я студентів (рис. 2). Основні блоки технології: КОФПЗ, ККОД, КУФЗ і ПППР будуть розглянуті в окремій статті, тому максимальну увагу при описі даної структурної схеми буде приділено програмному забезпеченню обробки даних (ПЗ) і базі даних.

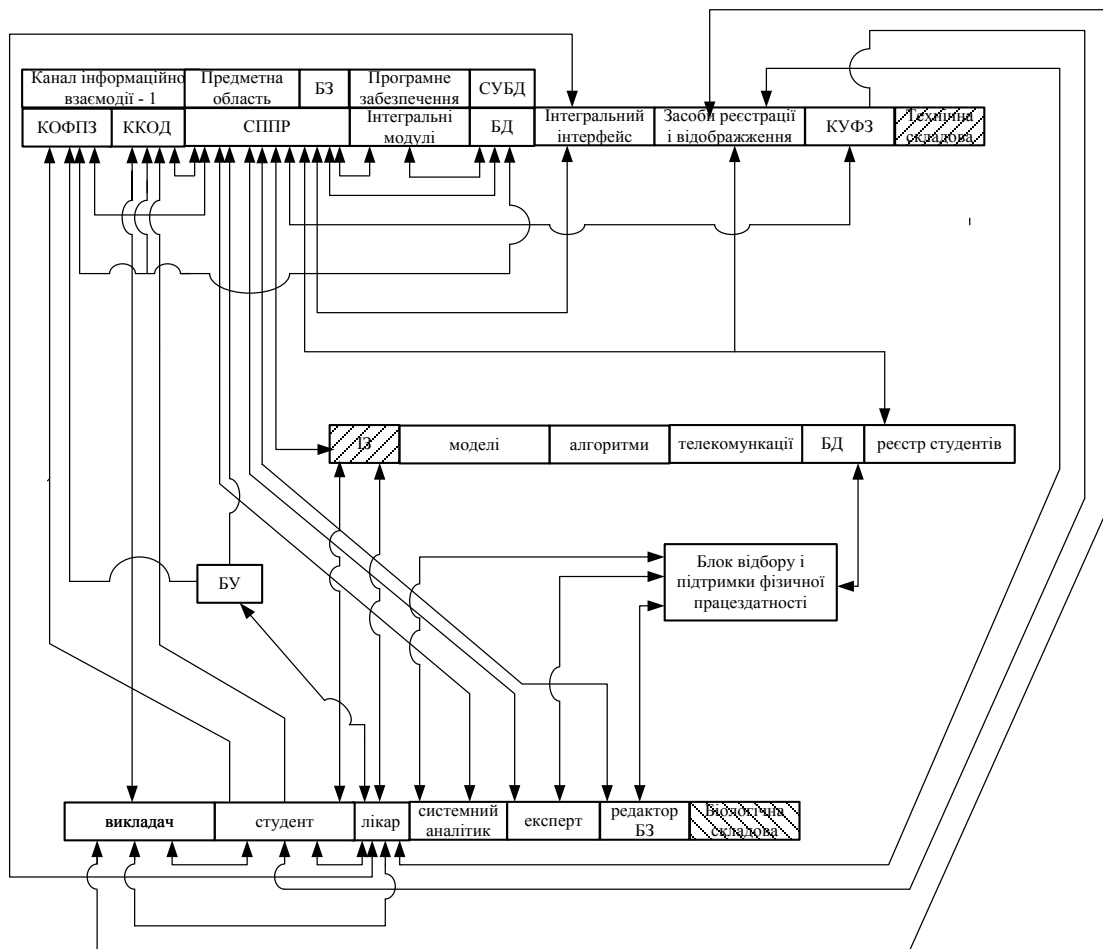


Рис. 1. Модель взаємодії біологічної і технічної складових ІТ МПФР ВЗУ

Отримані в результаті обстеження дані, перш за все, використовуються для постановки діагнозу на кінцевій множині симптомів і даних норми, як правило, індивідуальної. Діагностичний пошук варіанта діагнозу здійснюється в модулі автоматичної видачі варіанта діагнозу і представляє собою логічно-зумовлене обстеження студента, яке направлено на виявлення ознак, що свідчать про відхилення від норми, і в залежності від їх значень, визначають ступінь патологічного процесу. Можливі варіанти діагнозів зберігаються у відповідній базі даних.

Будь-які діагностичні процедури і процеси потребують вирішення одного дуже важливого питання — вибору норми, оскільки поняття норми і здоров'я співпадають тільки тоді, коли нормальний рівень різних нормативних, функціональних показників забезпечує адекватну адаптацію і фізичну працездатність як в умовах повсякдення, так і в екстремальних. В розробленій технології передбачена база даних індивідуальної норми, завжди конкретної і специфічної, такої, що існує у взаємозв'язку з оточуючим середовищем. Згідно концепції оптимального стану, норма трактується як інтервал оптимального функціонування живої системи з рухомими границями, в межах яких зберігається оптимальний зв'язок із середовищем та узгодження всіх функцій організму (А. А.Корольков, В. П. Петленко; 1975; В. К.Судаков, 1984).

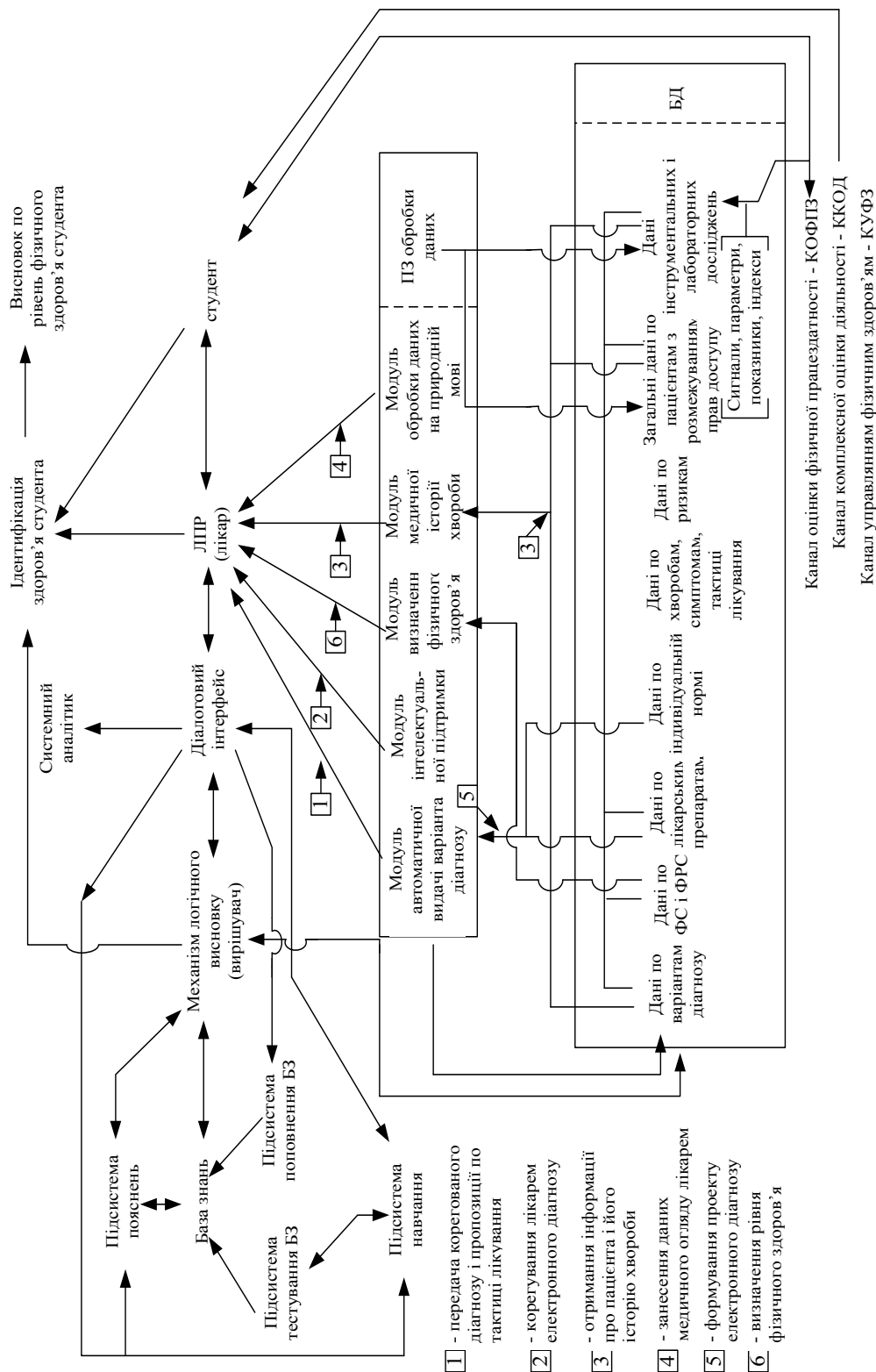


Рис. 2. Структурна схема ІТ МППР ВЗС

Отримані в результаті обстеження дані, перш за все, використовуються для постановки діагнозу на кінцевій множині симптомів і даних норми, як правило, індивідуальної. Діагностичний пошук варіанта діагнозу здійснюється в модулі автоматичної видачі варіанта діагнозу і представляє собою логічно-зумовлене обстеження студента, яке направлене на виявлення ознак, що свідчать про відхилення від норми, і в залежності від їх значень, визначають ступінь патологічного процесу. Можливі варіанти діагнозів зберігаються у відповідній базі даних.

Будь-які діагностичні процедури і процеси потребують вирішення одного дуже важливого питання — вибору норми, оскільки поняття норми і здоров'я співпадають тільки тоді, коли нормальний рівень різних нормативних, функціональних показників забезпечує адекватну адаптацію і фізичну працездатність як в умовах повсякдення, так і в екстремальних. В розробленій технології передбачена база даних індивідуальної норми, завжди конкретної і специфічної, такої, що існує у взаємозв'язку з оточуючим середовищем. Згідно концепції оптимального стану, норма трактується як інтервал оптимального функціонування живої системи з рухомими границями, в межах яких зберігається оптимальний зв'язок із середовищем та узгодження всіх функцій організму (А. А.Корольков, В. П. Петленко; 1975; В. К.Судаков, 1984).

Модуль визначення фізичного здоров'я функціонує у комплексі з базою даних по функціональних станів і фізичної працездатності. Ми розглядаємо ФС як системну реакцію організму студента, що виражається у вигляді інтегрального динамічного комплексу характеристик тих функцій і властивостей студента, які прямо або опосередковано зумовлюють адаптаційну здатність організму. Біомедичні дані, що відображають характер змін в різних процесних функціях, мають внутрішню взаємообумовленість, для визначення якої, необхідно застосовувати методи спеціального аналізу, що базуються на системному підході, в межах якого і вираховується внесок кожної функції у формування інтегрального комплексу [4].

Модуль медичної історії хвороби включає в себе базу даних з інформацією про студентів у вигляді електронних медичних карток, дані з яких використовуються для постановки діагнозу, вибору тактики лікування, призначення медикаментозної терапії тощо. У випадку призначення медикаментозного лікування модуль інтелектуальної підтримки забезпечує підбір медичних препаратів з урахуванням основного і супутніх діагнозів, віку, показань, протипоказань і побічних ефектів, сумісності з іншими препаратами та подальший розрахунок дози і графіку прийому.

База даних по хворобам і тактиці лікування у сукупності з модулем автоматичної видачі варіанту діагнозу або з модулем інтелектуальної підтримки здійснюють вибір оптимальної для конкретного студента схеми профілактичних заходів або лікування, визначають медикаментозну підтримку або фізіотерапевтичні процедури, здійснюють загальне управління процесом лікування. Якщо виникають відхилення контрольованих показників від заданих діапазонів, здійснюється корегування змісту лікувального процесу тощо.

В базі даних інструментальних і лабораторних досліджень зберігається вся інформація щодо стану і динаміки змін будь-якого із психофізіологічних показників, які вимірюються або вираховуються в каналах оцінки фізичної працездатності і комплексної оцінки діяльності.

Таким чином, до системи підтримки прийняття рішень поступає інформація по 6-ти напрямках, кожен із яких, має своє цільове призначення.

1	Інформація щодо корегування діагнозу, варіанти попереднього діагнозу, пропозиції по тактиці лікування
2	Опис процесу корегування діагнозу
3	Узагальнена і класифікована інформація про студента дані медичних електронних карток для історії хвороби
4	Дані по медичних препаратах, їх дозах, графіках прийому, протипоказаннях і побічних ефектах, переносимості пацієнтом тощо
5	Дані по складових фізичного здоров'я, функціонального стану, фізичної працездатності
6	Інформація по зовнішніх і внутрішніх ризиках

## ВИСНОВКИ

Сформована сукупність може стати системоутворюючою основою процесу оцінювання фізичного здоров'я студентів в т. ч. і шляхом проведення моніторингу, профілактичних оглядів і диспансеризації, перетворивши цей процес у періодичне оцінювання здоров'я студентів, центральна роль якого зумовлена його значимістю і віддачею [8]:

— як засобу визначення стану здоров'я студентів в момент його проведення і контролю за його змінами в динаміці;

— як методу своєчасного виявлення захворювань, особливо на ранніх стадіях;

— як джерела достовірної інформації, необхідної для визначення подальшої медичної або реабілітаційної допомоги;

— як методу контролю за ефективністю профілактичних, лікувальних і реабілітаційних заходів;

— як методу отримання різнобічної медико-соціальної інформації.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Ахутин В. М. Поэтапное моделирование и синтез адаптивных биотехнических и эргатических систем. В кн. Инженерная психология / В. М. Ахутин. — М : Наука. — 1977. — С. 149—180.
2. Попечителей Е. П. Системный анализ медико-биологических исследований / Е. П. Попечителей. — Саратов : Науч. книга, 2009. — 366 с. — ISBN 978-5-9758-1093-9.
3. Падерно П. И. Надежность и эргономика биотехнических систем / П. И. Падерно, Е. П. Попечителей; под ред. проф. Е. П. Попечителей. — СПб. : ООО «Техномедиа», изд-во «Элмор». — 2007. — 315 с.
4. Інформаційна технологія моніторингу, підтримки прийняття рішень та ідентифікації здоров'я студентів / С. В. Тимчик, М. В. Московко, С. М. Злепко, О. Л. Лаугс // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2015. — № 1. — С. 162—166.
5. Попечителей Е. П. Проблемы синтеза биотехнических систем / Е. М. Попечителей // Медицинская техника, 2013. — № 2 (278). — С. 1—6.
6. Крачун Г. П. Анализ и моделирование сложных биологических процессов самоорганизации в организме человека / Г. П. Крачун, Н. Г. Леонова // Вестник новых медицинских технологий. — 2011. № 1. — С. 1—6. [Электронное издание]. — Режим доступа: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2011-1/3605.pdf>. — Дата обращения: 15.12.2015.
7. Биотехнические системы : Теория и проектирование. Учеб. пособие / [В. М. Ахутин, А. П. Немирко, Н. Н. Першин и др.] ; под ред. В. М. Ахутина. — Л. : Изд-во ЛГУ, 1981. — 220 с.
8. Філіппов М. М. Психофізіологія людини : Навч. посіб / М. М. Філіппов. — К.: МАУП, 2003. — 136 с. — ISBN 966-608-298-5.

**SPUSOK LITERATURU**

1. Ahutin V. M. Poetapnoe modelirovanie i sintez adaptivnyih biotekhnicheskikh i ergaticeskikh sistem. V kn. Inzhenernaya psihologiya / V. M. Ahutin. — M : Nauka. — 1977. — S. 149—180.
2. Popечitelev E. P. Sistemnyiy analiz mediko-biologicheskikh issledovaniy / E. P. Popечitelev. — Saratov: Nauch. kniga, 2009. — 366 s. — ISBN 978-5-9758-1093-9.
3. Pадerno P. I. Nadezhnost i ergonomika biotekhnicheskikh sistem / P. I. Pадerno, E. P. Popечitelev; pod red. prof. E. P. Popечiteleva. — SPb. : ООО «Tehnomedia», izd-vo «Elmor». — 2007. — 315 s.
4. Informatsiina tekhnolohiia monitorynhu, pidtrymky pryiniattia rishen ta identyfikatsii zdorovia studentiv / S. V. Tymchyk, M. V. Moskovko, S. M. Zlepko, O. L. Lauhs // Vymiriivalna ta obchysliuvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh. — 2015. — № 1. — S. 162—166.
5. Popечitelev E. P. Problemyi sinteza biotekhnicheskikh sistem / E. M. Popечitelev // Meditsinskaya tehnika, 2013. — № 2 (278). — S. 1—6.
6. Krachun G. P. Analiz i modelirovanie slozhnyih biologicheskikh protsessov samoorganizatsii v organizme cheloveka / G. P. Krachun, N. G. Leonova // Vestnik novyih meditsinskih tekhnologiy. — 2011. № 1. — S. 1—6. [Elektronnoe izdanie]. — Rezhim dostupa: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2011-1/3605.pdf>. — Data obrascheniya: 15.12.2015.
7. Biotekhnicheskie sistemyi: Teoriya i proektirovanie. Ucheb. posobie / [V. M. Ahutin, A. P. Nemirko, N. N. Pershin i dr.] ; pod red. V. M. Ahutina. — L. : Izd-vo LGU, 1981. — 220 s.
8. Filippov M. M. Psykhofiziolohiia liudyny : Navch. posib / M. M. Filippov. — K. : MAUP, 2003. — 136 s. — ISBN 966-608-298-5.

Надійшла до редакції 29.12.2015 р.

**ТИМЧИК СЕРГІЙ ВАСИЛЬОВИЧ** — к.т.н., доцент, доцент кафедри проектування медико-біологічної апаратури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**ЗЛЕПКО СЕРГІЙ МАКАРОВИЧ** — д.т.н, проф., професор кафедри проектування медико-біологічної апаратури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**ВИРОЗУБ РОМАН МИХАЙЛОВИЧ** — аспірант, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**КОЗОРИЗ ОЛЕКСАНДР СЕРГІЙОВИЧ** — аспірант, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.