

N.F. Tereshchenko, V. Yu. Rudik

National Technical University of Ukraine 'Kyiv Polytechnic Institute', Kiev, Ukraine

MODELING OF INFLUENCE OF THE VARIABLE MAGNETIC FIELDS ON PARAMETERS OF BIOLOGICAL TISSUES

The primary mechanism of interaction of the magnetic fields is analysed with biological objects, that consists of that the external permanent magnetic fields and variable magnetic fields, and also the electric fields of natural and artificial origin interaction with the electric currents and macroscopic by volume charges, related to the metabolic processes that flow at functioning of biological objects. Mathematical dependences over of influence of the impulsive magnetic fields of kvazirectangular and kvazithree-cornered form are brought on biological tissues.

Key words: magnetic field, biological tissue, mathematical modeling.

*Надійшла до редакції
28 лютого 2011 року*

УДК 681.785.5:616-07

ГРАФОВА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ СТВОРЕННЯ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ПРИЛАДІВ ТА СИСТЕМ ДЛЯ КЛІНІЧНОЇ МЕДИЦИНИ

Денисов М.О.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

Розглянуто графову модель процесу створення новітніх оптико-електронних приладів та систем для клінічної медицини. Розкриті зміст та зв'язки між вершинами графової моделі, що дозволило виділити п'ять блоків задач – пошуковий, теоретичний, технічний, прикладний та промисловий, які характеризують рівні розробки та дозволяють визначити загальний обсяг та послідовність робіт для досягнення кінцевої мети. В якості прикладу запропонована до розгляду графова модель процесу створення для вітчизняної клінічної медицини “Системи флуоресцентної діагностики онкологічних захворювань”.

Ключові слова: *графова модель, оптично-електронні системи, клінічна медицина, рівні розробки.*

Вступ

Одним з найбільш пріоритетних та перспективних напрямків розвитку сучасної клінічної медицини є впровадження в практику мінімально інвазивних технологій, які спрямовані на досягнення максимального діагностично-лікувального ефекту при мінімізації негативного впливу, що потерпає пацієнт.

В останні 20 - 25 років все більш широке впровадження в сучасних малоінвазивних технологіях клінічної медицини знаходять оптико-електронні прилади та системи (ОЕПС). Потреби сучасної малоінвазивної клінічної медицини (МІКМ) з віддаванням переваги доступу до ділянок внутрішніх органів пацієнта через природні порожнини або через малорозмірні отвори, виконані хірургічним шляхом, викликають необхідність широкого застосування незображуючих волоконно-оптичних систем (НВОС) з метою формування на поверхні біотканини або на певній її глибині густини потужності випромінювання, достатньої для досягнення діагностичного або лікувального ефекту.

При створенні новітніх ОЕПС стадія розробки їх моделей, в тому числі і математичних, є необхідним етапом. Серед різноманітних моделей графова модель, зважаючи на її прикладний характер, є важливим інструментом у задачах класифікації, розробки та проектування ОЕПС [1].

Постановка задачі

Задачею роботи є побудова графової моделі процесу створення ОЕПС для застосування в клінічній медицині з урахуванням специфічних особливостей таких систем, викликаних тим, що в них біотканина (БТ) виступає не тільки в якості середовища розповсюдження оптичного випромінювання, але є або об'єктом цільової дії (в хірургічних та терапевтичних системах) або безпосередньо формує інформаційний оптичний сигнал (діагностичні, моніторингові та дослідницькі системи).

При цьому актуальність задачі побудови графової моделі на початковій стадії створення ОЕПС визначається можливістю оцінювання загального обсягу та послідовності робіт для досягнення кінцевої мети.

Графова модель ОЕПС для клінічної медицини

Узагальнена графова модель являє собою множину вершин та множину ребер, які характеризують зв'язки між вершинами. Кожна з вершин може включати множину конкретних задач, кількість яких не є фіксованою, але визначається складністю розроблюваних ОЕПС. Зазначені задачі зазвичай поділяють на три частини, що характеризують три складові частини ОЕПС: оптичну, електронну та механічну [1]. З урахуванням сучасного рівня та тенденцій розвитку ОЕПС до вище названих складових частин слід додати ще одну – програмну.

В якості прикладу запропонована до розгляду графова модель процесу створення для вітчизняної клінічної медицини “Системи флуоресцентної діагностики онкологічних захворювань” (СФДОЗ) з використанням фотосенсибілізатора (ФС) Гіперфлав (ЗАТ НВЦ “Борщагівський хіміко-фармацевтичний завод”, Київ).

Графова модель, що пропонується до розгляду (Рис. 1), має 14 вершин («станів»), які можуть бути об'єднані в п'ять блоків («підмножини станів»), залежно від рівнів розробки, а саме: пошуковий; теоретичний; технічний; прикладний; промисловий.

У процесі вирішення пошукового блоку задач було виконано:

- аналіз технічних засобів-аналогів системи діагностики онкологічних захворювань;
- аналіз оптичних характеристик біотканин та фотосенсибілізаторів;
- аналіз методів моделювання взаємодії оптичного випромінювання з біотканинами;
- розробку узагальненої структурної схеми незображуючої волоконно-оптичної системи для застосування в клінічній медицині, яка в подальшо-

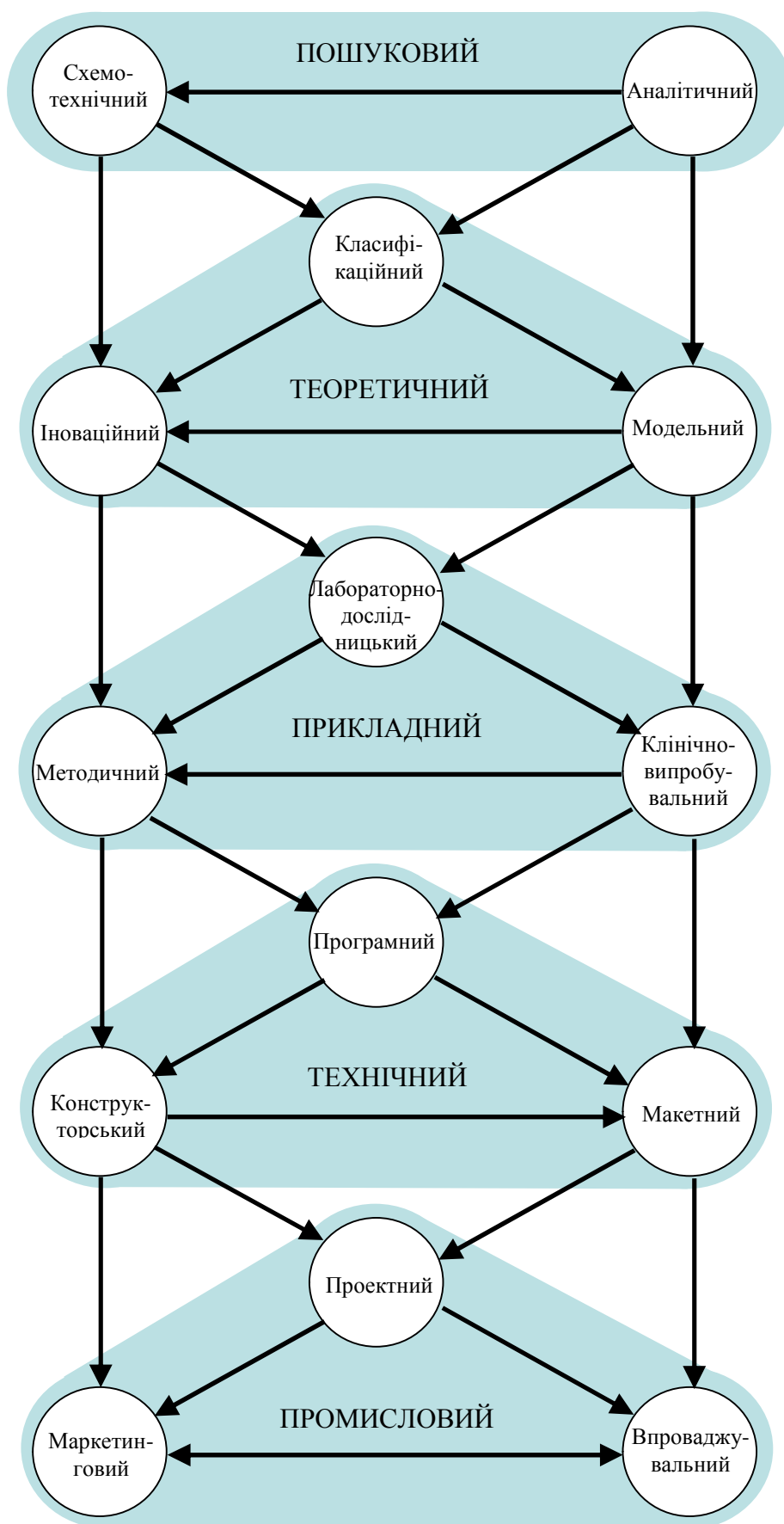


Рис. 1. Графова модель процесу створення СФДОЗ.

му була конкретизована для апаратної реалізації системи флуоресцентної діагностики онкологічних захворювань.

У межах теоретичного блоку задач:

- розроблено узагальнені класифікації НВОС для МІКМ [2] та волоконно-оптичного інструмента (ВОІ) [3];
- здійснено оцінку існуючих критеріїв клінічної ефективності методів діагностики для МІКМ;
- запропоновано модельне представлення структури біотканини та оцінені статистичні характеристики однорідних та локально-однорідних випадкових полів випромінювання БТ [4];
- розроблено математичні моделі розповсюдження у біотканині оптичного випромінювання збудження флуоресценції та флуоресцентного випромінювання;
- розроблено новітні способи флуоресцентної діагностики внутрішніх органів людини [5];
- розроблено новітній волоконно-оптичний інструмент [6] та базові функціональні вузли СФДОЗ [7-8].

При реалізації прикладного блоку задач:

- виконані лабораторні та клінічні дослідження біотканин та фотосенсибілізатора Гіперфлав;
- здійснено лабораторні дослідження функціональних блоків СФДОЗ;
- здійснено клінічні дослідження різних варіантів технічної реалізації СФДОЗ та методик флуоресцентної діагностики біотканин внутрішніх органів різної локалізації;
- розробку інженерних методик розрахунку оптичного дистального інструмента для СФДОЗ;
- впровадження схемо-технічних критеріїв ефективності НВОС для порівняння та оцінювання конкуруючих схемних рішень діагностичних систем ще на стадії їх розробки [9];
- визначені критерії диференційної діагностики диспластичних змін та пухлинних уражень біотканин внутрішніх органів різної локалізації.

Технічний блок задач по розробці СФДОЗ включає:

- розробку спеціалізованого програмного забезпечення розрахунку оптичного дистального інструмента методом рейтрейсінга (“Скальпель” модифікацій від SC2 до SC9 та “SPERA”);
- розробку спеціалізованого програмного забезпечення спектрометричних досліджень з формування баз даних “БИОСОФТ”;
- розробку варіантів конструкцій волоконно-оптичного інструмента для СФДОЗ [10];
- ескізне проектування п’яти варіантів технічної реалізації СФДОЗ;
- розробку та виготовлення макетних зразків зазначених п’яти варіантів СФДОЗ [11].

Слід зазначити, що пошуковий, теоретичний, прикладний та технічний рівні розробки є базовими для всіх п'яти варіантів технічної реалізації СФДОЗ. Але лише тільки найбільш перспективний з варіантів, а саме “Система флуоресцентної діагностики онкологічних захворювань СФД.М6-1С.2” (рис. 2) досяг промислового рівня (виробник - ЗАТ НВЦ “Борщагівський хіміко-фармацевтичний завод”, Київ) ЗАТ НВЦ “Борщагівський хіміко-фармацевтичний завод”, в межах якого:

- розроблено конструкторську документацію з літерою «О» на систему згідно вимог ДСТУ 3627:2005;
- розроблено Технічні умови на дослідний зразок системи СФД.М6-1С.2 (ТУ У 33.1-02070921-001:2011);
- розроблено експлуатаційні документи згідно вимог ГОСТ 2.601-95;
- розроблено програми та методики приймальних технічних випробувань, контрольних випробувань на надійність та здійснено відповідні випробування дослідного зразка системи;
- розроблено інструкцію з медичного застосування СФДОЗ;
- система СФД.М6-1С.2 проходить державну реєстрацію як виріб медичної техніки з метою отримання дозволу на її клінічне застосування на території України;
- виготовлено установчу серію СФД.М6-1С.2 (4 системи) для відпрацювання методики флуоресцентної діагностики в умовах лікувальних закладів МОЗ України з метою підготовки її до серійного виробництва.
- приймалася участь у спеціалізованих науково-технічних конференціях та виставках (система експонувалася в Київській торгово-промисловій палаті у 2008 - 2009 р.р. та на міжнародній виставці Hannover Messe-2008, Німеччина);
- розроблено програми короткотермінових курсів для підготовки лікарів до роботи з системою флуоресцентної діагностики онкологічних захворювань на базі НМУ ім. О.О. Богомольця.

Висновки

Запропонована графова модель процесу створення ОЕПС для застосування в клінічній медицині є результатом більш ніж десять років послідовних зусиль по створенню патентоспроможної та конкурентноздатної апаратної реалізації сучасної медичної технології ранньої діагностики онкологічних захворювань за методом фотодинамічної терапії за застосуванням вітчизняного фотосенсибілізатора Гіперфлав.

Слід зазначити, що в останні три роки кафедрою ООЕП НТУУ “КПІ” здійснюється розробка для клінічної медицини “Системи лікування онкологічних захворювань за методом фотодинамічної терапії”. При цьому застосування запропонованої графової моделі дозволило упорядкувати зусилля та раціонально спланувати роботи по її створенню.

Зазначена графова модель може бути корисним інструментом для широкого кола розробників нових медичних оптико-електронних приладів та систем від початкової стадії розробки до їх впровадження в клінічну практику.

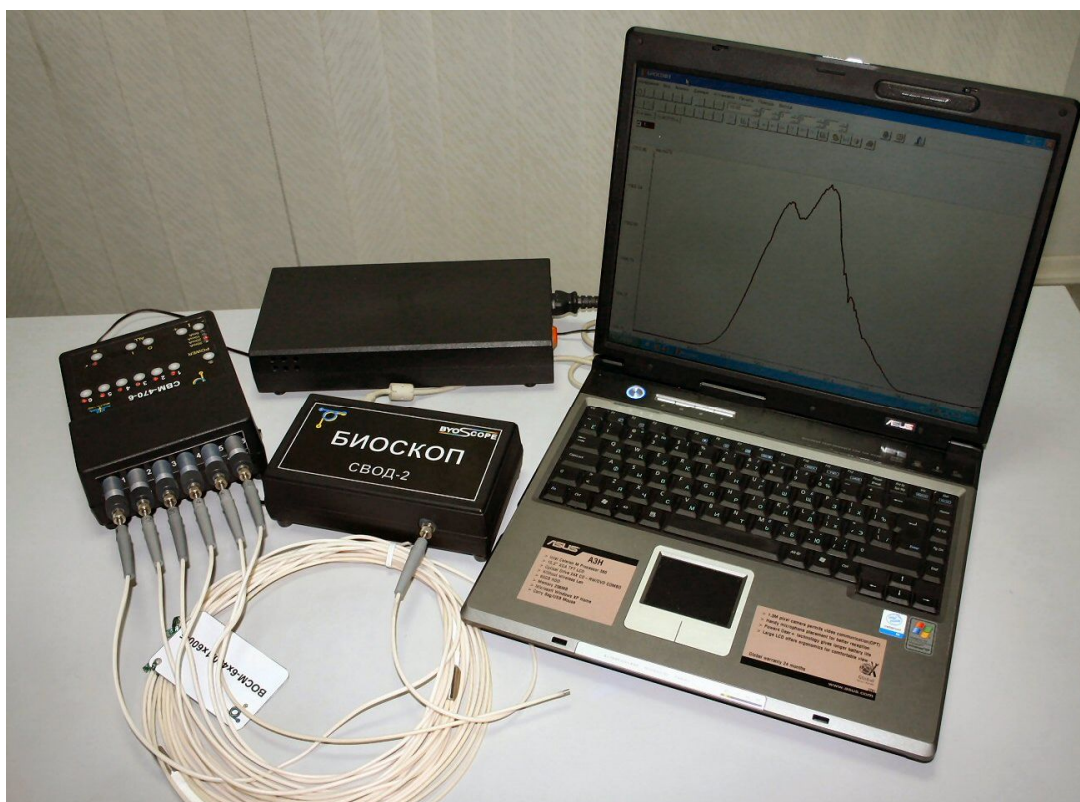


Рис.2. Система флуоресцентної діагностики онкологічних захворювань СФД.М6-1С.2.

Література

1. Мосягин Г.М. Теория оптико-электронных систем / Г.М. Мосягин, В.Б. Немтинов, Е.Н.Лебедев. – М.: Машиностроение, 1990. – 432 с.
2. Денисов М.О. Класифікація волоконно-оптичних систем для мінімально інвазивної клінічної медицини / М.О. Денисов // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія Приладобудування. - 2006. - Вип. 32. – С. 146-152.
3. Денисов М.О. Системний підхід до розробки волоконно-оптичного інструмента клінічного застосування / М.О. Денисов // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія Приладобудування. - 2007. – Вип. 33. - С. 139-146.
4. Денисов М.О. Модельне представлення структури біотканини для діагностики та моніторингу / М.О. Денисов // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія Приладобудування. – 2009. – Вип. 37. - С. 147-151.
5. Патент 39979 (Україна), МКІ А61В1/055. Спосіб ранньої діагностики онкологічних захворювань органів травлення / І.С. Мельник, О.М. Бурій, С.М. Дец, М.О. Денисов, О.Ю. Юффе, З.В. Левицька, А.С. Шаламай. - №97031167; Заявл. 17.03.1997; Опубл.16.07.2001. Бюл. №6. – 3 с.
6. Denisov N.A. Non-contact laser fiber delivery system for endoscopic medical applications / N.A.Denisov, S.E.Griffin // Proceedings of SPIE. – 1998. - Vol. 3567. - P. 2-9.

7. Денисов М.О. Багатоканальне джерело випромінювання для флуоресцентної діагностики біотканин / М.О. Денисов, С.М. Дец, Т.В. Корольова, І.В. Кравченко, О.О. Редчук // Вісник НТУУ "КПІ". Серія Приладобудування. – 2002. – Вип. 24. - С. 129-133.
8. Денисов М.О. Волоконно-оптичний спектрометр «БЮСКОП» для клінічної діагностики / М.О. Денисов, Л.А. Коваленко, О.О. Редчук, В.М. Клочко, Т.В. Корольова, Г.М. Ральцева // Вісник НТУУ "КПІ". Серія Приладобудування. – 2005. – Вип. 30. - С. 137-143.
9. Denisov N.A. Comparison of competing fiber optic probes for tissue fluorescence analysis / N.A.Denisov // Proceedings of SPIE. – 2000. - Vol. 4161. - P.234-243.
10. Денисов М.О. Оптичний дистальний інструмент для мінімально інвазивної клінічної медицини // Наукові вісті НТУУ "КПІ". - 2011. - № 1. - С. 131-135.
11. Денисов М.О. Система флуоресцентної діагностики онкологічних захворювань // Наукові вісті НТУУ "КПІ". - 2010. - №6. - С. 125-129.

References

1. Mosiagin G.M., Nemtinov V.B., Lebedev E.N. The theory of optoelectronic systems. – M. Mashinebuilding. – 1990. – 432 p. [rus]
2. Denisov N.A. Classification of fiber optic systems for minimally invasive clinical medicine / N.A. Denisov // Bulletin of National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute" Series INSTRUMENT MAKING. – 2006. – № 32. – P.146-152. [ukr]
3. Denisov N.A. The system-defined method to fiber optic instrument development for clinical application / N.A. Denisov // Bulletin of National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute" Series INSTRUMENT MAKING. – 2007. – № 33. – P.139-146. [ukr]
4. Denysov M.O. Tissue structure model for diagnosis and monitoring / M.O. Denysov // Bulletin of National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute" Series INSTRUMENT MAKING. – 2009. – № 37. – P.147-151. [ukr]
5. Pat. 39979 (Ukraine). МКІ А61В1/055. Early cancer diagnosis method for the digestive apparatus / I.S. Melnik, O.M. Buryi, S.M. Dets, N.A. Denisov, A.A. Ioffe, Z.V. Levytska, A.S. Shalamai. - №97031167; claim 17.03.1997; publish 16.07.2001. Bulletin №6. – 3 p. [ukr]
6. Denisov N.A. Non-contact laser fiber delivery system for endoscopic medical applications / N.A.Denisov, S.E.Griffin // Proceedings of SPIE. – 1998. - Vol. 3567. - P. 2-9.
7. Denisov N.A. Multichannel source for tissue fluorescence diagnosis / N.A. Denisov, S.M. Dets, T.V. Koroleva, I.V. Kravchenko, A.A. Redchuk // Bulletin of National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute" Series INSTRUMENT MAKING. – 2002. – № 24. – P.129-133. [ukr]
8. Denisov N.A. Fiber optic spectrometer "BYOSCOPE" for clinical diagnosis / N.A Denisov, L.A. Kovalenko, Redchuk A.A., Klochko V.M., Koroleva T.V., Raltseva G.M. // Bulletin of National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute" Series INSTRUMENT MAKING. – 2005. – № 30. – P.137-143. [ukr]
9. Denisov N.A. Comparison of competing fiber optic probes for tissue fluorescence analysis / N.A.Denisov // Proceedings of SPIE. – 2000. - Vol.4161. - P.234-243.
10. Denysov M. Novel optical distal instrument for minimally invasive clinical medicine / M. Denysov // Scientifical News of NTUU "KPI". – 2011. – 1. – P.131-135. [ukr]
11. Denysov M. Clinical apparatus for photodynamic diagnosis of early cancer / M. Denysov // Scientifical News of NTUU "KPI". – 2010. – 6. – P.125-129. [ukr]

Н.А. Денисов

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

ГРАФОВАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ И ДЛЯ КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ

Рассмотрена графовая модель процесса создания новых оптико-электронных приборов и систем для клинической медицины. Раскрыты содержание и связи между вершинами графовой модели, что позволило выделить 5 блоков задач – поисковый, теоретический, технический, прикладной и промышленный, которые характеризуют уровни разработки и позволяют определить общий объем и последовательность работ по достижению конечной цели. В качестве примера к рассмотрению предложена графовая модель создания для отечественной клинической медицины “Системы флуоресцентной диагностики онкологических заболеваний”.

Ключевые слова: графовая модель, оптико-электронные системы, клиническая медицина, уровни разработки.

M. Denysov

National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine

GRAPH MODEL OF THE OPTOELECTRONIC SYSTEMS DEVELOPMENT FOR CLINICAL MEDICINE

Graph model of the optoelectronic systems development for clinical medicine has been considered. The contents of graph vortex and connecting links between its have been exposed. That enables to assign five problem sets, namely: searching, theoretical, technical, applied and commercial ones, those describe the design, levels to define the complete efforts and their order of priorities for development final goal achievement. By way of example the graph model of the “Clinical Apparatus for Photodynamic Diagnosis of Oncological Diseases” for Ukrainian clinical medicine has been described.

Key words: graph model, optoelectronic systems, clinical medicine, design levels.

*Надійшла до редакції
23 червня 2011 року*

УДК 615.471:616-07

КОМПЛЕКС ДЛЯ АМБУЛАТОРНОЇ ДІАГНОСТИКИ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

Осадчий О.В., Ткаченко Є.О., Філіпова М.В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

В цій роботі було розглянуто методи вивчення ССС, та визначено найефективніші методи для проведення обстеження пацієнтів у амбулаторних умовах, а також для контролю динаміки і дослідження ефективності терапевтичного процесу. Виявлено, що найбільш доцільно для даних цілей використовувати комплекс, що складається з реографу (що містить всі методи реографії), електрокардіографу і фотоплетизмографу. Для ергономічності роботи даний комплекс має містити бездротову комутацію і телеметричний модуль для роботи у єдиній мережі медичного закладу.

Ключові слова: реографія, електрокардіографія, фотоплетизмографія, діагностика, серцево-судинна система.

Вступ

Діагностика серцево-судинної системи - чи не найголовніший розділ діагностики, що є ключовим як для первинного обстеження, так і для контролю процесу лікування. Сьогодні значна кількість як державних, так і приватних