

МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА ТА ІНЖЕНЕРІЯ

(науково-практичний журнал)

МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА И ИНЖЕНЕРИЯ

(научно-практический журнал)

MEDICAL INFORMATICS AND ENGINEERING

(scientific-practical journal)

4/2008

Головний редактор – О.П. Мінцер
Відповідальний секретар – В.П. Марценюк
Редакційна рада:

О.Ф. Возіанов,
М.В. Банчук,
О.М. Біловол,
І.Є. Булах,
О.П. Волосовець,
Ю.В. Вороненко,
Б.А. Кобрінський (Росія),
Л.Я. Ковальчук,
Ю.М. Колесник,
О.С. Никоненко,
О.В. Палагін,
В.Д. Шинкарук,
О.В. Чалий,
Ч. Чернанський (США),
Ю.І. Якименко

Редакційна колегія:

Р.А. Абизов,
М.Ю. Антомонов,
Г.Л. Апанасенко,
Н.О. Артамонова,
Л.Ю. Бабінцева,
М.Ю. Болгов,
В.В. Вишневський,
Л.С. Годлевський,
О.В. Гойко,
В.С. Дідковський,
І.Й. Єрмакова,
Ю.Ф. Зіньковський,
І.С. Зозуля,
В.М. Ільїн,
В.В. Кальниш,
О.С. Коваленко,
Л.М. Козак,
О.І. Корнелюк,
А.Л. Косаковський,
А.Б. Котова,
В.В. Краснов,
О.М. Лисенко,
П.П. Лошицький,
К.Г. Лябах,
Ю.Є. Лях,
О.Ю. Майоров (заст. гол. ред.),
В.П. Марценюк (заст. гол. ред.),
І.Р. Мисула,
В.Г. М'ясніков,
Є.А. Настенко,
Л.М. Овсяннікова,
Б.Л. Палець,
О.А. Панченко,
М.С. Пономаренко,
О.А. Рижов,
В.І. Тимофеев (заст. гол. ред.),
Г.С. Тимчик,
М.Д. Тронько,
П.І. Федорук,
Я.В. Цехмістер,
К.О. Чалий (заст. гол. ред.),
А.Г. Шульгай,
В.П. Яценко.

МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА ТА ІНЖЕНЕРІЯ
(науково-практичний журнал)

МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА И ИНЖЕНЕРИЯ
(научно-практический журнал)

MEDICAL INFORMATICS AND ENGINEERING
(scientific-practical journal)

Заснований у 2008 році.
Виходить 4 рази на рік.

Свідоцтво про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації
КВ №12935-1819Р від 03.07.2007.

Співзасновники:

Національна медична академія післядипломної
освіти імені П.Л. Шупика,
Тернопільський державний медичний
університет імені І.Я. Горбачевського.

Адреса редакції:

04112, м. Київ, вул. Дорогожицька, 9
тел./факс: (+38044) 456-72-09,
тел.: (+38044) 205-49-55
e-mail: miejournal@nmapo.edu.ua
Web-site: <http://www.tdmu.edu.te.ua/mie/>

Адреса видавництва:

Тернопільський державний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського, видавництво “Укрмедкнига”,
46001, м. Тернопіль, майдан Волі, 1,
тел.: (+380 352) 43-49-56, факс: (+380 352) 52-80-09
e-mail: publishhouse@tdmu.edu.te.ua

Рекомендовано Вченою радою Національної медичної
академії післядипломної освіти імені П.Л. Шупика МОЗ Ук-
раїни (протокол № 10 від 17.12.2008) та Тернопільського дер-
жавного медичного університету імені І.Я. Горбачевського (про-
токол № 7 від 25.12.2008).

Журнал видається за сприяння Національного технічного
університету України “Київський політехнічний інститут”

Підписано до друку 28.12.2008. Формат 60x84/8.
Папір офсет. Ум. друк. арк. 8,37. Обл.-вид. арк. 8,75.
Тираж 600 прим. Зам. № 6.

Віддруковано в друкарні Тернопільського державного
медичного університету імені І.Я. Горбачевського.

Повне або часткове копіювання в будь-який спосіб матеріалів цього
видання допускається лише за умови отримання письмового дозволу
редакції.

© Національна медична академія післядипломної освіти
імені П.Л. Шупика
© Тернопільський державний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського

ЗМІСТ

М.В. Банчук
ІНФОРМАТИЗАЦІЯ ЯК МЕХАНІЗМ ВПРОВА-
ДЖЕННЯ ПОЛІТИКИ ЯКІСНОЇ ТА ПРОЗОРОЇ ВИЩОЇ 4
МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ

В.П. Марценюк
СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КОНТЕНТОМ ЯК ЗАСІБ
ЕЛЕКТРОННОЇ WEB-ПУБЛІКАЦІЇ МЕДИЧНОЇ 9
ІНФОРМАЦІЇ: ПІДХІД НА ОСНОВІ OPENCMS

С.Н. Маковеев, Д. Ш. Газизова, А.А. Горбач, В.А. Ліщук,
С.В. Фролов
ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ
БІФУРКАЦІЇ СУДИННОЇ ДІЛЯНКИ З ДЕТАЛЬ- 25
НІСТЮ, ЩО ВІДПОВІДАЄ КОНТРОЛЮ ХВОРОГО
В СЕРЕДОВИЩІ LABVIEW

В.П. Марценюк, І.Б. Меленчук
МОДЕЛІ ІНТЕРАКТИВНОЇ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬ- 46
НОСТІ В МЕДИЦИНІ: ПІДХІД НА ОСНОВІ JAVA3D-
ТЕХНОЛОГІЙ. ЧАСТИНА 1

В.В. Вишневецький, Т.М. Романенко, О.М. Тугасенко
АРХІТЕКТУРА ТЕЛЕМЕДИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ 58
КІРЛІАН-ДІАГНОСТИКИ

Ю.В. Кравченко, В.Н. Ільїн, Л.В. Чернокоза,
М.М. Михайлович
СПОСІБ ОТРИМАННЯ СЕНСОМОТОРНИХ КОЛИ- 63
ВАНЬ В УМОВАХ ВИСОКОГІРНОЇ ГІПОКСІЇ

CONTENTS

M. V. Banchuk
INFORMATIZATION AS A TOOL OF IMPLEMENTATION
OF POLITICS OF QUALITATIVE AND TRANSPATENT
HIGH MEDICAL EDUCATION UKRAINE

V. P. Martsenyuk
CONTENT MANAGEMENT SYSTEM AS A TOOL OF
ELECTRONIC WEB-PUBLICATION OF MEDICAL
INFORMATION: APPROACH BASED ON OPENCMS

S. N. Makoveyev, D. Sh. Gazyzova, A. A. Gorbach,
V. A. Lyschuk, S. V. Frolov
RESEARCH OF MATHEMATICAL MODEL OF
BIFURCATION OF VESSEL SITE WITH DETAILING
CORRESPONDING TO PATIENT'S CONTROL IN
LABVIEW ENVIRONMENT

V. P. Martsnyuk, I. B. Melenchuk
MODELS OF INTERACTIVE VIRTUAL REALITY IN
MEDICINE: APPROACH ON THE BASIS OF JAVA3D-
TECHNOLOGIES. PART 1

V. V. Vyshnevsky, T. N. Romanenko, O. M. Tugayenko
ARCHITECTURE OF TELEMEDICINE SYSTEM FOR
DIAGNOSTICS OF KIRLIAN

Yu. V. Kravchenko, V. N. Ilyin, L. V. Chornokoza,
M. M. Mykhaylovych
METHOD OF OBTAINING SENSOMOTOR FLUCTU-
ATION UNDER CONDITIONS OF ALPINE HYPOXIA

УДК 323.25:340.111.5

ІНФОРМАТИЗАЦІЯ ЯК МЕХАНІЗМ ВПРОВАДЖЕННЯ ПОЛІТИКИ ЯКІСНОЇ ТА ПРОЗОРОЇ ВИЩОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ

М.В. Банчук

Міністерство охорони здоров'я України
banchuk@moz.gov.ua

У роботі показано проблеми медичної освіти в контексті втілення політики інформатизації в Україні. Обґрунтовується положення про те, що інформатизація є гарантом реалізації політики якісної та прозорої вищої медичної освіти в Україні. Показано системні підходи щодо інформатизації медичної освіти, описано прогнозовані перспективи.

Ключові слова: медична освіта, інформатизація.

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ КАК МЕХАНИЗМ ВНЕДРЕНИЯ ПОЛИТИКИ КАЧЕСТВЕННОГО И ПРОЗРАЧНОГО ВЫСШЕГО МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УКРАИНЕ

Н.В. Банчук

Министерство здравоохранения Украины
banchuk@moz.gov.ua

В работе показаны проблемы медицинского образования в контексте внедрения политики информатизации в Украине. Обосновывается положение о том, что информатизация является гарантом реализации политики качественного и прозрачного высшего медицинского образования в Украине. Показаны системные подходы к информатизации медицинского образования, описаны прогнозируемые перспективы.

Ключевые слова: медицинское образование, информатизация.

INFORMATIZATION AS A TOOL OF IMPLEMENTATION OF POLITICS OF QUALITATIVE AND TRANSPATENT HIGH MEDICAL EDUCATION UKRAINE

M.V. Banchuk

Ministry of Public Health of Ukraine
banchuk@moz.gov.ua

The problems of medical education from viewpoint of implementation of informational politics in Ukraine are shown in the work. The statement that informatization is enabling the implementation of politics of qualitative and transparent high medical education Ukraine is proved. System approaches informatization regarding medical education are displayed, expected perspectives are discribed.

Key words: medical education, informatization.

Вступ. З метою створення належних умов для прискорення економічного та соціального розвитку України, суттєвого поліпшення умов життя людей, забезпечення відкритості і прозорості функціонування органів державної влади, реалізації конституційних прав громадян в Указі Президента від 20.10.2005 №1497 визначено, що розвиток інформаційного суспільства та впровадження новітніх інформаційних тех-

нологій (ІТ) в усіх сферах суспільного життя, діяльності центральних і регіональних органів влади є одним із пріоритетних напрямів державної політики [1].

З метою порівняльної оцінки стану інформатизації в Україні наведемо дані альянсу WITSA, опубліковані у звіті «Digital Planet 2006». Відносні витрати України на інформаційні технології у складі ВВП найбільші серед сусідніх країн: Україна – 8,2%, Росія – 3,6%, Польща

© . . .

–4,36%, Словаччина – 5,6%, Угорщина – 5,7%. Проте за абсолютними витратами Україна займає останні місця в Європі та поступається сусідам – новим членам ЄС – за всіма показниками інформатизації (щільність покриття території та пропускна спроможність телекомунікаційних і комп'ютерних мереж, кількість користувачів Інтернет на 100 чоловік населення, відношення користувачів широкосмугового Інтернету до загальної їх кількості тощо). У доступі до Інтернет з вираженою регіональною диспропорцією розподілу користувачів (переважно з м. Києва та Київської області) Україна значно поступається розвиненим країнам: 3,8 млн активних користувачів у 2003 р., 5,6 млн – у 2005 р. (85 місце у світі; 12% населення), 8,4 млн. – у 2006 р. (18% населення) [1].

Метою даної роботи є обґрунтувати значимість комп'ютеризації в забезпеченні політики якісної та прозорої медичної освіти, проаналізувати сучасний стан інформатизації галузі медичної освіти України та очікувані перспективи.

Проблема інформатизації в Україні на основі індексу е-готовності. Для визначення стану справ в галузі інформаційних та комунікаційних технологій в державі у 2000 році було запропоновано використо-



Рис. 1. Абсолютне значення індексу е-готовності для України по роках.

На основі такого аналізу видно, що якщо абсолютне значення показника е-готовності має для України певну стабільність, то для відносного рейтингу України серед 69 країн світу спостерігається загрозлива тенденція.

Проблеми комп'ютеризації галузі медичної освіти. За даними Світового економічного форуму, у 2006 р. Україна посіла 78 місце (проти 68 у 2005 р.) серед 125 країн світу за індексом конкурентоспроможності економіки (Global Competitiveness Index). При цьому забезпечення інформаційних та комунікаційних технологій (ІКТ) охорони здоров'я оцінено 74-м місцем України у світі, вищої школи – 69. Стан інформатизації України об'єктивно відобразили такі індикатори як нерозвиненість інфраструктури інформатизації закладів охорони здоров'я та вищої школи, відсутність систе-

вувати показник е-готовності [8]. Цей показник вказує на „стан справ” в інфраструктурі інформаційних та комунікаційних технологій, на можливість користувачів, ділових людей та державних чиновників використовувати її в роботі. Якщо в країні більшість операцій виконується online (або ж засобами безпроводового зв'язку) – це запорука того, що економіка такої країни стане прозорішою та ефективнішою.

Рейтинг е-готовності ґрунтується на основі близько 100 зважених кількісних та якісних критеріїв, організованих у шість різних категорій, які визначають складові соціального, політичного, економічного та технологічного розвитку країни. Головним принципом, що лежить в основі такого рейтингу, є ідея про те, що електронний бізнес є основою бізнесу. Показник е-готовності – це набагато більше, ніж просто кількість комп'ютерів, широкосмуговий Інтернет та мобільна телефонія в країні. Тут суттєво враховується здатність громадян уміло використовувати технології, прозорість бізнесу та законодавства та роль, яку влада відводить цифровим технологіям. На рисунку 1 показано динаміку показника е-готовності України. На рисунку 2 показане місце України за показником е-готовності серед 69 країн світу.



Рис. 2. Місце України за величиною е-готовності серед 69 країн світу.

ми електронного медичного паспорта, низький рівень використання телемедичних технологій.

В Україні досі ще недостатня система національних стандартів з ІТ в галузі вищої освіти (і медичної зокрема), гармонізованих із ISO/IEC- та CEN/CENELEC-стандартами, що не сприяє розширенню експортного потенціалу сфери ІКТ. Нині в Україні не змінилося співвідношення кількості стандартів з ІТ до загального їхнього числа; воно становить близько 4%, а в інших країнах – понад 10%. Темпи розвитку міжнародної стандартизації з ІТ випереджають інші галузі, щорічно зростаючи на 10-15%. Так, каталоги ISO налічують понад 1500 стандартів з ІТ, а каталог європейського комітету CEN/CENELEC – понад 400. Гармонізація міжнародних стандартів з ІТ здешев-

лює та пришвидшує розроблення якісних ДСТУ й продуктивно сприяє забезпеченню входження України у світовий інформаційний простір. А в Україні за 10 років набуло чинності лише 120 національних стандартів з ІТ і цю негативну тенденцію не можна виправити, якщо традиційно в складі НПІ [1] закладати найдешевші завдання на стандартизацію ІТ, не більше 100 тисяч грн. на рік.

Отже, розвитку інформатизації галузі медичної освіти в Україні заважають суттєві проблеми, насамперед пов'язані із недоліками державного управління [2], нехтуванням системним підходом, недостатньою координованістю дій органів державної влади, насамперед у формуванні та виконанні завдань і проектів галузевих і регіональних програм інформатизації.

Тенденції розвитку ІКТ в світі, прийняття в 2007 р. Закону України "Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні до 2015 року" та необхідність подолання зазначених негативних явищ в сфері інформатизації потребує перегляду державної політики з метою приведення її у відповідність з сучасним соціально-економічним розвитком країни.

Аналіз причин виникнення проблеми комп'ютеризації галузі медичної освіти. Відсутність чітко визначених державою стратегічних цілей інформатизації медичної освіти не сприяла її виконанню як послідовного та системного процесу [3]. За відсутності конкретних цілей та індикаторів їх досягнення комп'ютеризація медичної освіти має всі ознаки довготривалого процесу, без кінцевого результату в контексті соціально-економічного розвитку держави.

Відсутність єдиного обліку інформаційних ресурсів, створених в колективах ВМ(Ф)НЗ України, не сприяє їх раціональному використанню [4]. Кожен навчальний заклад встановлює свої вимоги до інформаційних продуктів, що унеможлиблює їхню інтеграцію або потребує додаткових витрат. На разі спостерігаємо "острівну" інформатизацію.

Незбалансованість фундаментальних і прикладних розробок стримує розвиток вітчизняних ІТ, як і відсутність затвердженого державою переліку провідних науково-дослідних інститутів для забезпечення інформатизації медичної освіти.

Нааявна кількість кваліфікованих спеціалістів недостатня для формування і реалізації політики інформатизації галузі медичної освіти України; у них відсутня мотивація до творчої праці.

Необхідність програмного методу розв'язання проблеми інформатизації медичної освіти в Україні. Прискорення інформатизації у рамках медичної освіти не можна домогтися засобами регіональ-

ного чи галузевого управління, вона потребує державної підтримки, координації дій центральних і регіональних органів влади та місцевого самоврядування [5]. Причому управління інформатизацією медичної освіти недоцільно відокремлювати від сукупності державних галузевих і регіональних програм інформатизації.

За відсутності дієвого механізму реалізації загальнонаціональних проектів інформатизації, які потребують інтенсивної міжвідомчої та міжрегіональної координації, більшість масштабних і визначальних для держави проектів не розпочато взагалі (Електронний медичний паспорт).

Тому важливим фактором прискорення інформатизації України має стати відповідна державна політика з ефективним механізмом здійснення комплексу масштабних і ресурсомістких завдань (проектів) загальнодержавного призначення (наприклад інформатизація медичної освіти), які сукупно мають скласти основу інформатизації в державі. Зважаючи на масштабність задач інформатизації, їх можна реалізувати лише консолідувавши фінансові, матеріальні й трудові ресурси, кошти державного, місцевих бюджетів і з інших джерел. Відтак зростає роль органу, який має координувати роботу з інформатизації та з позицій держави контролювати раціональне використання бюджетних коштів; стають зрозумілими вимоги до кадрового забезпечення як усієї сфери ІКТ, так і менеджменту.

Перспективи та шляхи комп'ютеризації медичної освіти. Впродовж останніх років спостерігався бурхливий розвиток впровадження комп'ютерних технологій в медичній освіті в усьому світі [6, 7]. Медична наука та практика тісно пов'язані з керуванням інформацією. Існування Інтернет надає нові можливості щодо кооперації медичних університетів у світі з приводу спільного користування електронними навчальними матеріалами.

Інформаційні технології відкривають широкий простір для отримання та поширення медичних знань, які з'явилися в будь-якій частині світу без жодних обмежень часу, простору і відстані.

Комп'ютер, із своєю здатністю керувати інформацією, є найпотужнішим інструментом для обробки медичних знань, який відкриває нові маршрути для навчального процесу. Окремі комп'ютери можуть використовуватися викладачами в навчальних кімнатах, в процесі навчання або самостійної роботи студентів. З'єднання комп'ютерів засобами локальної мережі спрощує керування електронним навчанням і надає можливість електронного спілкування в межах медичного університету. Об'єднання локальних мереж засобами Інтернет дозволяє медичним уні-

верситетам співпрацювати у всьому світі а також обмінюватися навчальними матеріалами та ідеями. Навички, які студенти набувають при електронному навчанні, дадуть їм можливість професійної освіти впродовж всього життя.

Спостерігається зростання сприйняття філософії доказової медицини. Доказова медицина вимагає навичок в пошуку літератури і використання релевантної та онлайнної наукової інформації для прийняття рішень у клініці.

Оскільки існує необмежене зростання обсягу інформації в Інтернет, то також існує ризик „перенасичення” інформацією. З цієї причини медичні університети та їх викладачі є відповідальними за навчання студентів здійснювати правильний доступ до якісної інформації. В умовах комунікаційної революції існує потреба спрямовувати, орієнтувати та оцінювати використання студентами зростаючого обсягу літератури та зростаючих можливостей вільного доступу до інформації.

Відступ від традиційного викладання та навчання повинен бути продиктований освітніми потребами, а не наявністю технології або політикою медичного університету.

Комп’ютери допомагають у самонавчанні або при навчанні у невеликих групах. При цьому вони виступають додатком, але зовсім не підміною процесу засвоєння знань.

Надання доступу до комп’ютерів, локальних мереж та програмного забезпечення для студентів та викладачів медуніверситетів. Медичне спеціалізоване програмне забезпечення, яке використовується в навчальній програмі, повинно бути доступним для користування студентами поза навчальними кімнатами також. Ефективне використання комп’ютерів вимагає цілодобового доступу. Повинен бути також забезпечений доступ до типових користувацьких програм: текстовий редактор, електронні таблиці, бази даних, статистика, графічна система, словни-

ки. Окремо повинна звертатися увага на проведення тренінгів щодо користування студентами і викладачами Інтернет та засобами мультимедіа.

Наведемо лише кілька прикладів прогресивного використання інформаційних технологій: сесії формату „запитання-відповідь” з приводу лекцій та практичних занять; надання матеріалів для підготовки до лекцій та практичних занять; розсилання матеріалів для самооцінювання; конфіденційне пересилання студентських робіт; робота в дискусійних групах.

Під час інтегрування електронного навчання у викладання дисциплін корисним стає розробляти інші електронні ресурси, як, наприклад, комп’ютерні комунікаційні системи. При цьому викладачі повинні бути добре знайомими з комп’ютерними технологіями, особливо при розробці власних електронних навчальних матеріалів.

Щодо надання доступу до зовнішніх комп’ютерних мереж, Інтернет та електронної пошти, то слід зазначити таке. Зовнішні мережі надають індивідуальні акаунти для доступу до Інтернет. В такій глобальній мережі медичні університети мають змогу віднайти Web-сайти щодо навчального програмного забезпечення і отримати допомогу у створенні власних сайтів. Застосування у клініці отримало назву „телемедицина”, коли найдосвідченіші лікарі можуть передати свій досвід в ситуаціях з реальними пацієнтами, наприклад, під час хірургічних операцій, не будучи присутніми в операційній. Іншою можливістю є використання симуляторів і віртуальної реальності, що дозволяє покращувати свої практичні навички, не завдаючи шкоди пацієнтам.

Висновки. 1. У роботі показано проблеми медичної освіти в контексті втілення політики інформатизації в Україні.

2. Інформатизація є гарантом реалізації політики якісної та прозорої вищої медичної освіти України.

3. Показано системні підходи щодо інформатизації медичної освіти, описано прогнозовані перспективи.

1. ... / ... // ... - 2007. - 2. - 5-13.
2. ...
3. ... / ... // ... - 2006. - 2. - 6-14.
4. ... / ... // ... - 2007. - 3-12.

УДК 61:371.322.7

СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КОНТЕНТОМ ЯК ЗАСІБ ЕЛЕКТРОННОЇ WEB-ПУБЛІКАЦІЇ МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ: ПІДХІД НА ОСНОВІ OPENCMS

В.П. Марценюк

Тернопільський державний медичний університет імені І.Я.Горбачевського

В статті здійснено аналіз та класифікацію систем керування контентом для вирішення проблеми зберігання та доступу до медичної інформації. В якості прикладу використовується система OpenCMS.

Ключові слова: медична інформація, системи керування контентом.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОНТЕНТОМ КАК СРЕДСТВО ЭЛЕКТРОННОЙ WEB-ПУБЛИКАЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ: ПОДХОД НА ОСНОВЕ OPENCMS

В.П. Марценюк

Тернопольский государственный медицинский университет имени И.Я.Горбачевского

В статье сделан анализ и классификация систем управления контентом для решения проблемы хранения и доступа к медицинской информации. В качестве примера используется OpenCMS.

Ключевые слова: медицинская информация, системы управления контентом.

CONTENT MANAGEMENT SYSTEM AS A TOOL OF ELECTRONIC WEB- PUBLICATION OF MEDICAL INFORMATION: APPROACH BASED ON OPENCMS

V.P. Martsenyuk

Ternopil State Medical University by I.Ya.Horbachevsky

The analysis and classification of content management systems for solving the problem of storage and access to medical information is fulfilled in this paper. As an example is used OpenCMS.

Key words: medical information, systems of content management.

Вступ. Задачі обробки великих обсягів складно структурованої інформації вже давно є однією з найбільш актуальних проблем медицини в Україні. Активне впровадження персональних комп'ютерів в системі охорони здоров'я, яке розпочалося із середини 1990-х, допомогло значною мірою зняти проблему зберігання великих об'ємів даних. Значно гірше виглядає ситуація з доступністю такої інформації. Проблему можна проілюструвати таким прикладом. Досить багато користувачів персональних комп'ютерів, довго не задумуючись, де зберігати електронні документи, з якими вони працюють, зберігають їх безпосередньо на робочому столі Windows (не кажучи вже про імена, які їм надаються – "aaa.doc", "111.doc" і

ін.). Не дивно, що через кілька місяців такий робочий стіл перетворюється на справжнісінький смітник, де сам господар не зможе щось відшукати. Саме для задач зберігання величезних обсягів найрізноманітнішої інформації у вигляді баз даних з початку 1990-х років почав розроблятися новий клас програмного забезпечення – системи керування контентом (СКК) [1]. На сьогоднішній день СКК виконують також функцію розробки Web-порталів, оскільки забезпечують можливості публікування в Інтернет.

Метою даної роботи є здійснити аналіз систем керування контентом у їх застосуванні до збереження та представлення медичної інформації. Як приклад

© . . .

використовуватиметься OpenCMS – СКК з відкритим кодом і безкоштовним розповсюдженням. Безпосередньо буде наведено реальний спосіб інсталяції такого відкритого програмного забезпечення.

Поняття і функції СКК. Дуже складно дати точне визначення терміна “Система керування контентом”. На сьогодні існує багато систем керування контентом [1-3] і кожна з них має специфічні риси, але усі СКК мають одну спільну річ – СКК надають електронне середовище, в якому документи можна зберігати, редагувати та управляти ними. Розглянемо ці риси.

Що означає, що СКК зберігає документи? По-перше, це означає, що СКК записує документ у певну структуровану пам’ять. У цьому сенсі СКК може зберігати документи в базі даних, файлової системі або іншій структурованій системі. Більшість систем керування контентом є свого роду первинним інтерфейсом для збереження документів, які у них зберігаються. У той час як типовий текстовий редактор записує дані у файловою систему таким чином, що потім сам файл може бути переміщеним до різних механізмів пам’яті, цей же файл може бути зміненим або знищеним деякою іншою програмою, то СКК переважно вимагає, щоб усі звернення та збереження документа оброблялися безпосередньо самою СКК.

Другою функцією СКК є керування документами. СКК керує контентом коли він знаходиться між системою збереження і користувачем. Керування включає здатність приймати запити та доставляти потрібний документ. Але більшість СКК надають набагато більше можливостей керування.

СКК надають пошукові механізми для знаходження документів. Вони оперують метаданими (даними про дані в СКК), такими як хто є автором документа і коли було востаннє внесено зміни. Вони зберігають інформацію про версію таким чином, що можна прослідкувати усі зміни документа. Багато СКК (OpenCMS також) дають можливість управляти документами по-різному для різних користувачів. Наприклад, СКК може надавати редактору або адміністратору доступ до повного набору засобів маніпулювання контентом, тоді як відвідувачу дозволяється переглянути певну підмножину документів.

Третьою функцією СКК є редагування. СКК надає кваліфікованим користувачам можливість додавати, змінювати або вилучати документи. Деякі СКК використовують зовнішні засоби (наприклад, текстовий редактор) для зміни контенту документів. Інші (OpenCMS також) надають засоби редагування в межах СКК.

Крім цих трьох загальних функцій, багато СКК надають засоби для технологічного процесу, публікування та розповсюдження.

Технологічний процес (Workflow) означає структурований або напівструктурований процес створення та редагування документів. Це важливо, коли з документом працюють багато осіб (наприклад, одна особа виходить з ідеєю для документа, інша особа пише документ, ще інша – редагує документ і т.д.). СКК переважно автоматизує деякі або усі процеси проходження документа через ці стадії його розробки.

Публікування означає процес надання документів можливості бути наявним для користувача. В найпростішому випадку публікування є не що інше, як позначення документа, як „виконаний” або „завершений”.

Розповсюдження (delivery) тісно пов’язане з публікуванням. Воно означає процес переміщення документа у потрібне місце. В деяких системах „розповсюдження” означає посилання документа на принтер. Тут ми в першу чергу маємо на увазі Web-інтегроване розповсюдження, коли СКК приймає запити від Web-користувача і повертає опублікований документ, готовий для перегляду у Web-броузері користувача.

Класифікація СКК. Чому існує так багато систем керування контентом? Одна з відповідей на це запитання – різні СКК мають різні цілі. Існує три типи цілей, для яких адресовані СКК:

- цільовий засіб;
- розмір цілі;
- цільова модель.

Цільовий засіб. Переважно СКК розробляється з метою оперування контентом особливого виду, який зазвичай диктується засобом, на який націлена СКК. Наприклад, якщо цільовий засіб є друкована публікація, то тип контенту, яким СКК може оперувати, переважно складається із зображень, форматованого тексту і ін.

Однак, якщо цільовим засобом є Web, то СКК повинна бути організована так, щоб вона могла допомагати готувати контент для онлайн-розповсюдження і повинна мати, насамперед, справу з контентом, зрозумілим Web-клієнтам, таким як HTML, зображення у Web-дружніх форматах (GIF, JPEG, PNG), CSS та XML.

Цільовим засобом для OpenCMS є Web. Насправді OpenCMS є Web-інтегрованою СКК, розробленою для розповсюдження Web-контенту. Це означає, що OpenCMS є Web-додатком, а редактори і адміністратори мають до неї доступ через Web-броузер. Це

також означає, що OpenCMS розроблено для збереження і розповсюдження Web-контенту, такого як HTML, CSS, зображень і XML.

Розмір цілі. Другий спосіб класифікації СКК полягає в розмірі цілі – кількості користувачів, кількості редакторів, кількості одночасних під'єднань і т.д. Найбільш загальними двома метриками є кількість документів, які зберігаються в СКК і кількість редакторів, які працюють на СКК. Ці метрики дуже часто є взаємопов'язаними.

Деякі СКК спрямовані на невеликі сайти, де працює лише кілька осіб, які редагують контент і де кількість документів не перевищує кількох тисяч. Системи такого діапазону націлені швидше на простоту користування, ніж на підтримку технологічного процесу, поглибленого редагування і робастності. Оскільки вони оптимізовані під невеликі сайти, то вони дуже часто погано масштабуються. Додаючи до таких систем багатьох редакторів або зберігаючи занадто великий контент ми приходимо до проблем керування.

СКК, спрямовані на сайти середніх розмірів, переважно забезпечують численних редакторів з різними ролями, об'єднаних в певні групи. Вони побудовані таким чином, щоб обробляти десятки або навіть сотні тисяч документів і здебільшого намагаються поєднувати легкість в користуванні та підтримку розробки складних контентів. Технологічний процес, підтримка версій, публікування, диференціація різних типів користувачів (адміністратори, редактори контенту, менеджери і ін.) є майже обов'язковими для цього типу СКК. Ці СКК можуть бути розвинуті на обслуговування більшого числа редакторів, але обмеження при проектуванні не дозволяють розширити їх на більше число документів.

OpenCMS розроблено для оперування сайтами середніх розмірів. Вона підтримує десятки редакторів, організованих в чисельні групи і ролі, і може підтримувати десятки тисяч документів.

СКК, націлені на великі сайти, переважно забезпечують дуже велике число документів, а технологічний процес є настільки складним, що дозволяє здійснювати управління контентом, структура якого розробляється користувачем. Такі СКК можуть оперувати мільйонами документів і більше (терабайти та петабайти даних). Зазвичай такі системи вимагають потужних програмних розробок для створення користувацьких інтерфейсів.

Цільова модель. Третій спосіб класифікації СКК полягає у класифікації за організаційною моделлю. Організаційна модель описує те, як різні користувачі

(або групи користувачів) пов'язані з СКК. Розглянемо дві популярні моделі – модель „спільнота” та модель „постачальник-споживач”.

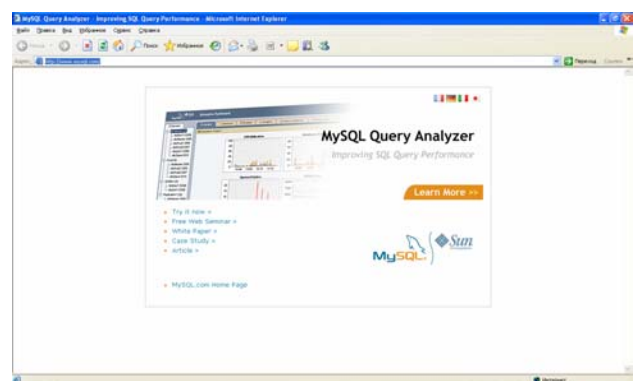
В моделі „спільнота” СКК є центром, довкола якого формується спільнота. Припускається, що контент СКК поступає від спільноти. В таких СКК наголос робиться на питання членства на сайті. Право постачати і зберігати контент роздається більш вільно, головне – це забезпечити кожного користувача власним простором, куди він міг би постачати контент. Такі СКК, як Plone та Wikis представляють такий напрямок. Хоча OpenCms може надавати і такий вид функціональності, все ж OpenCms не націлена на таку модель.

Модель „постачальник-споживач” розділяє СКК між групою, яка надає контент, і групою, яка його використовує. Перша група має привілейований доступ до СКК і може створювати і зберігати документи всередині СКК. Друга група (користувачі або відвідувачі) має доступ для перегляду контенту (і інколи обмежений доступ для генерування деякого контенту, такого як коментарі), але все ж не має доступу до більшості редакторських компонент СКК.

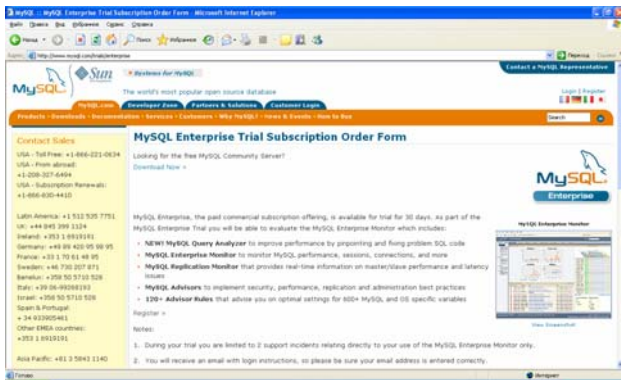
OpenCMS перш за все націлена на підтримку моделі „постачальник-споживач”. Редактори та адміністратори можуть з'єднатися з робочим місцем OpenCMS (OpenCMS Workplace) і мати повне керування над контентом СКК, але відвідувачі мають доступ лише до опублікованих сторінок і мають обмежену можливість подавати контент (за припущенням відвідувачі не можуть подавати жодного контенту).

Приклад інсталяції OpenCMS. Для того, щоб інсталювати на Вашій платформі OpenCMS слід мати попередньо інсталюваний сервер баз даних MySQL та рушій сервлетів Apache Tomcat. Тут буде показано порядок інсталяції СКК OpenCMS 7.0.5. Зверніть увагу, що обов'язковим є використання саме вказаних версій програмних продуктів.

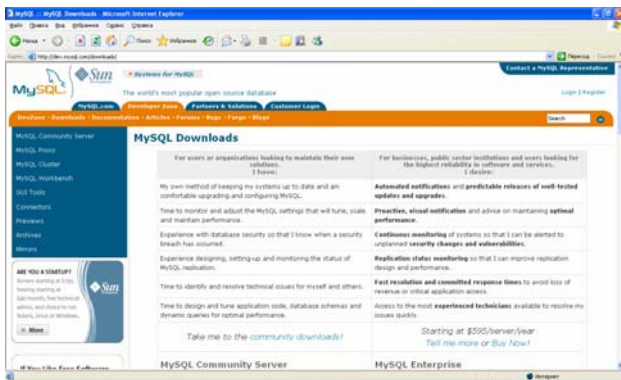
Інсталяція MySQL. MySQL – реляційна СУБД з відкритим кодом, яка безкоштовно розповсюджується. Її сайт – <http://www.mysql.com/>.



Зайдіть на посилання “Try it now”:



Зайдіть на закладку “Downloads”:



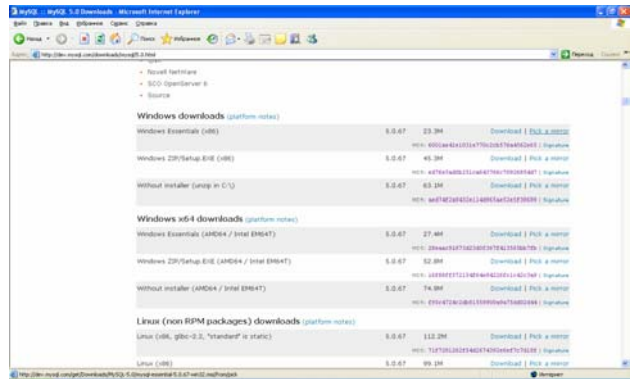
і виберіть “MySQL Community Server”:



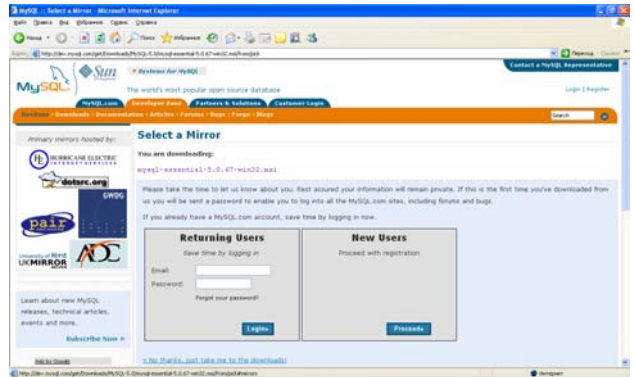
Виберіть версію MySQL – в даному випадку 5.0:



Виберіть спосіб інсталяції, який відповідає Вашій платформі і натисніть “Pick a mirror”:



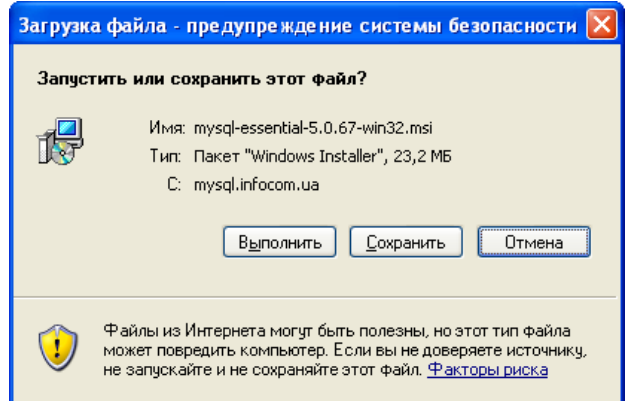
Вам буде запропоновано зареєструватися. Але це не обов'язково – можна відповісти, як це показано:



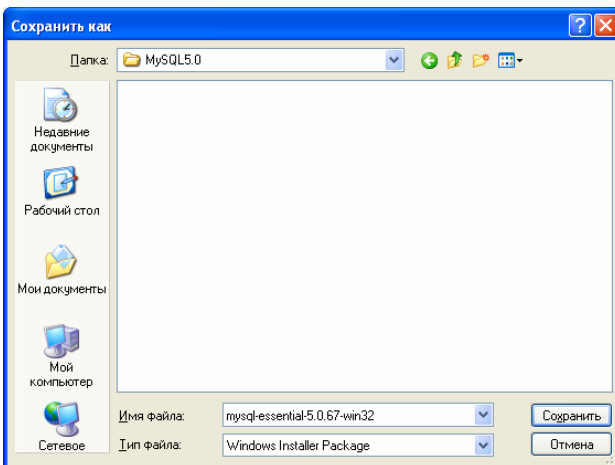
Далі слід вибрати сайт для завантаження (бажано український):



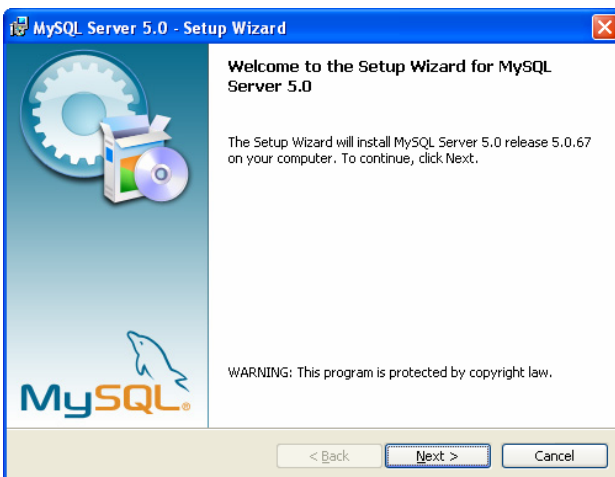
і вказати «Сохранить»:



та вибрати місце розташування файлу інсталяції для збереження:



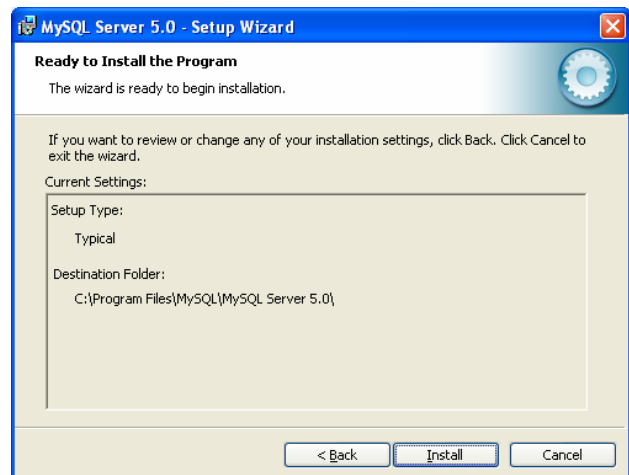
Запустіть інсталяційний файл на виконання:



Виберіть типовий варіант інсталяції:



Натисніть "Install":



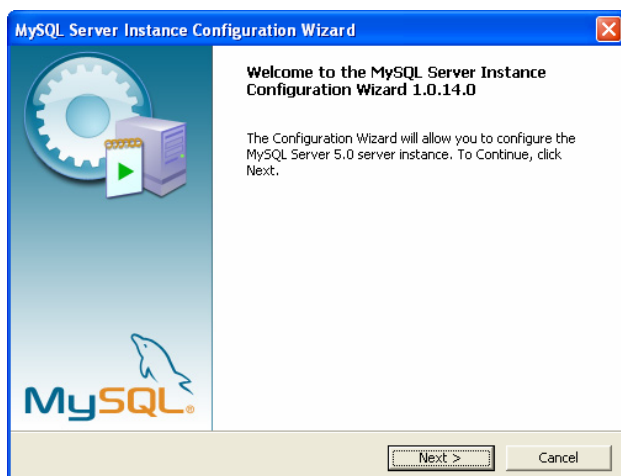
З'являються вікна з пропозиціями щодо підписки на певні служби MySQL:



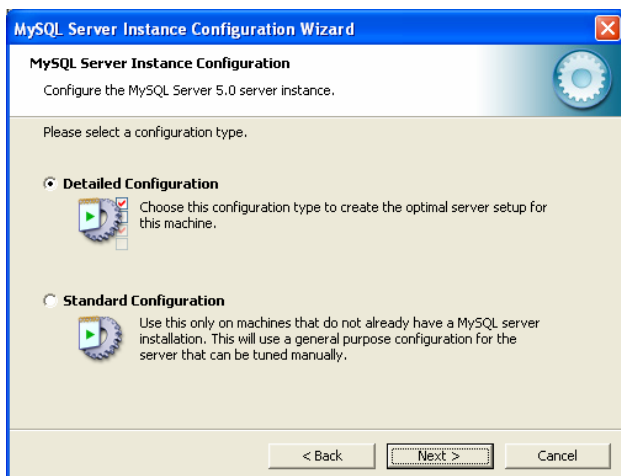
На завершальному вікні інсталяції зверніть увагу, щоб був встановлений прапорець подальшого конфігурування MySQL-сервера:



Далі потрапляємо в майстер конфігурування MySQL:

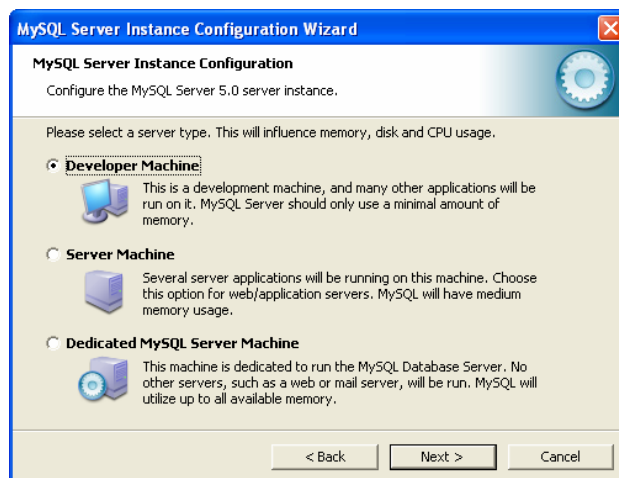


Після цього слід вибрати тип конфігурування:

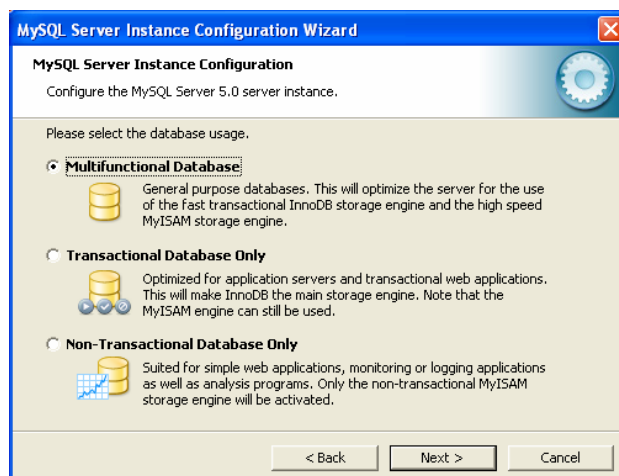


Вибір "Detailed Configuration" дозволить автоматично встановити оптимальні налаштування сервера MySQL.

Далі вибираємо тип Вашої системи. Система розробника відводить на MySQL мінімальний об'єм пам'яті:



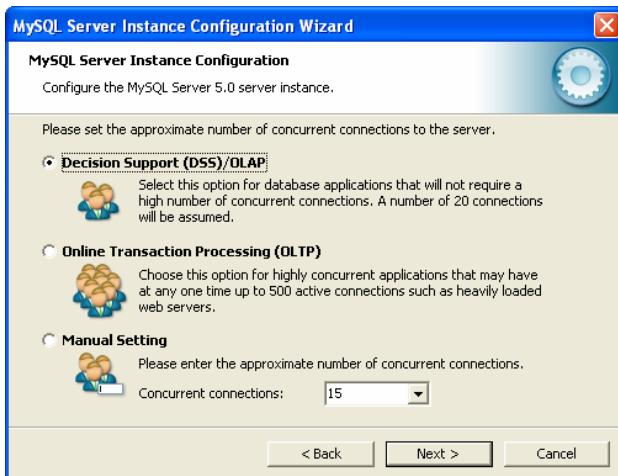
Вибираємо призначення бази даних. Багатофункціональність – найгнучкіший спосіб подальшого використання:



Є можливість вибрати диск для розміщення бази даних, відмінний від запропонованого за припущенням:



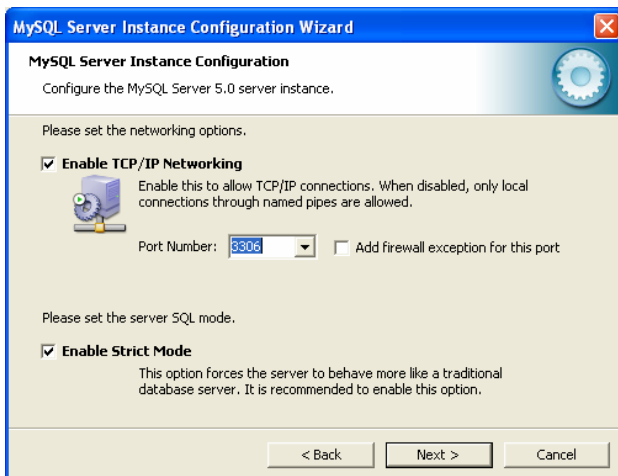
Вкажіть число одночасних під'єднань до сервера MySQL (розпочнемо з мінімального значення – до 15):



Вкажіть особливості запуску MySQL для Windows (наприклад автозапуск при завантаженні):



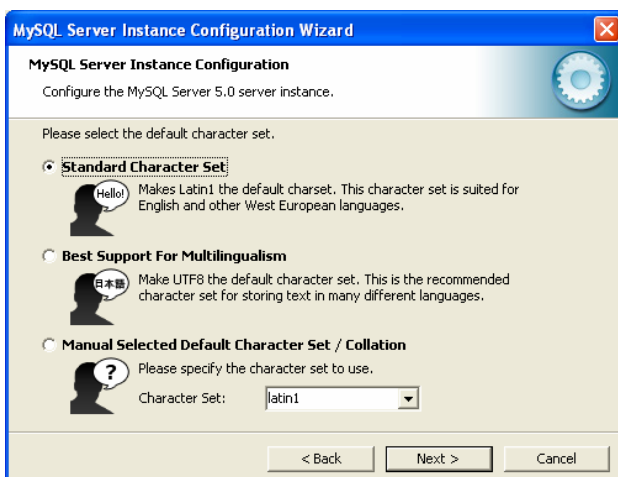
Вкажіть мережеві налаштування:



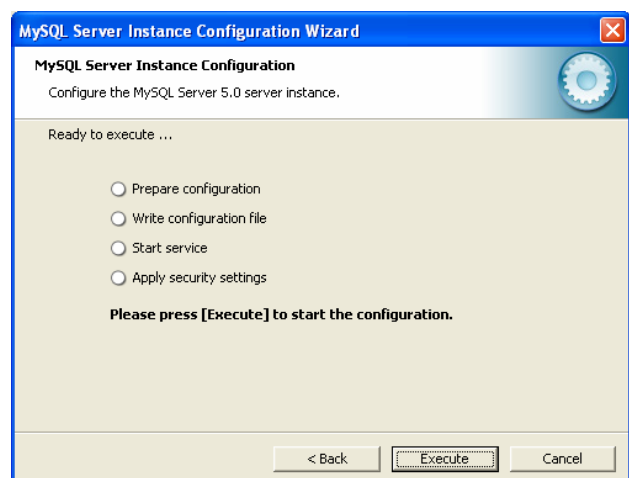
Вкажіть кореневий пароль доступу до MySQL (наприклад, "cyber"):



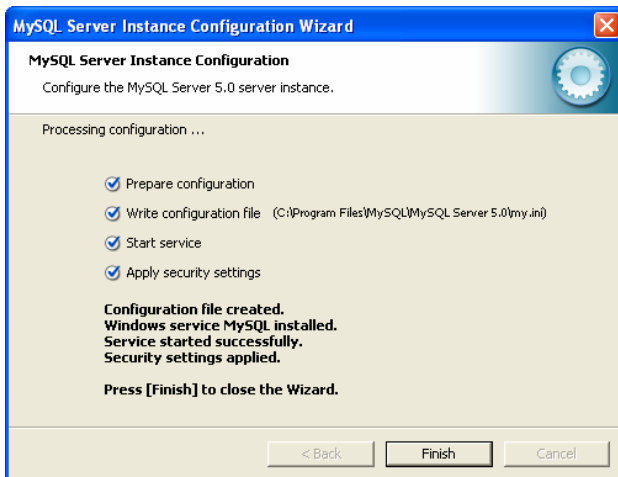
Виберіть шрифт за припущенням:



Для того, щоб конфігурація вступила в силу, натисніть "Execute":



Завершуємо роботу майстра конфігурування:

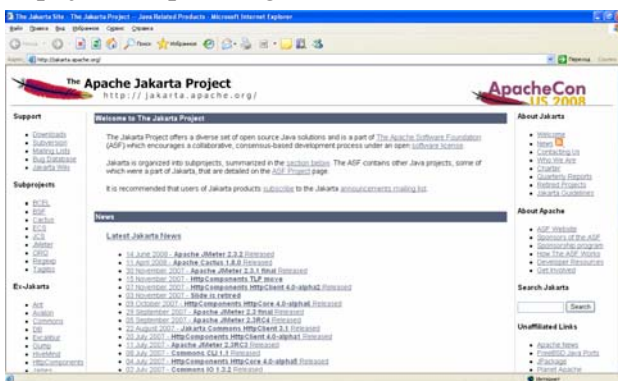


MySQL-сервер встановлено.

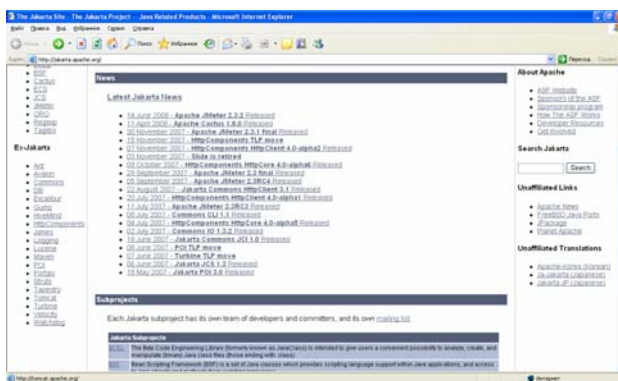
Інсталяція Apache Tomcat. Jakarta Tomcat (часто називають просто Tomcat) – це виконувач сервлетів з відкритим кодом, який розповсюджується безкоштовно.

Для виконання сервлетів на Вашій системі повинен бути встановлений інструментарій розробника Java SDK. Його можна безкоштовно завантажити із сайту <http://java.sun.com>. Зверніть увагу, що одного лише середовища часу виконання JRE буде недостатньо.

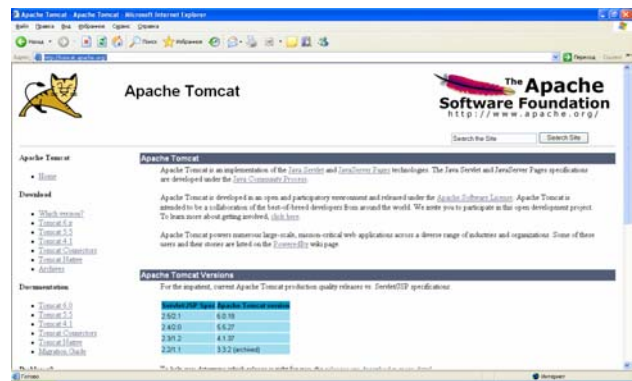
Для отримання інсталяції Tomcat зайдіть на сайт <http://jakarta.apache.org/>



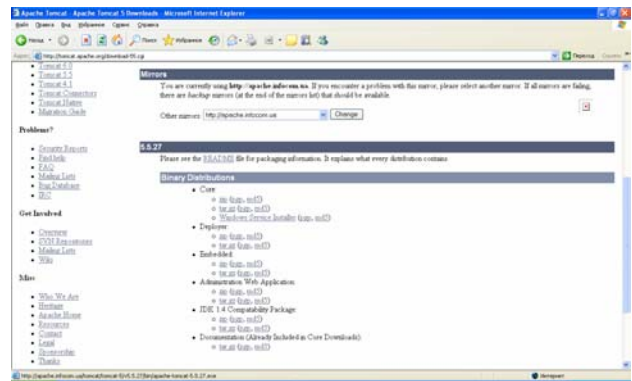
В підрозділі Ex-Jakarta знайдіть посилання Tomcat і натисніть його:



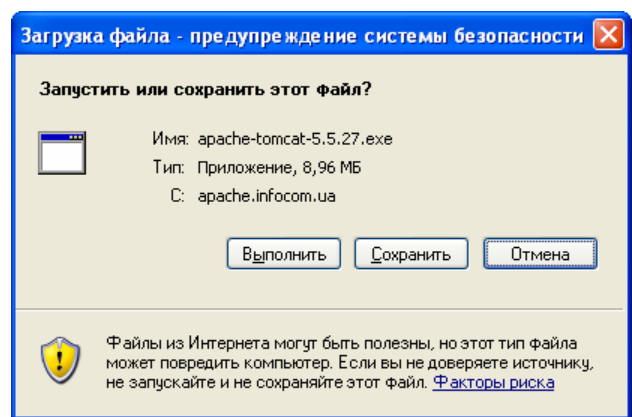
Відкриється сайт Apache Tomcat – <http://tomcat.apache.org>



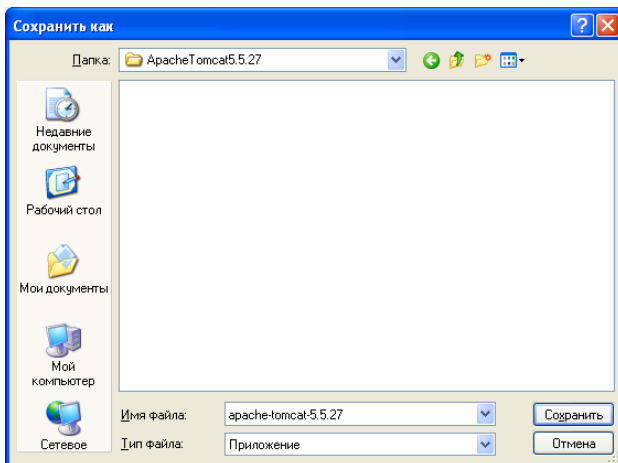
В розділі “Download” виберемо “Tomcat 5.5”. У вікні, що відкрилося, в розділі “Binary distributions” виберіть автоматичний інсталятор для Windows – Windows Service Installer:



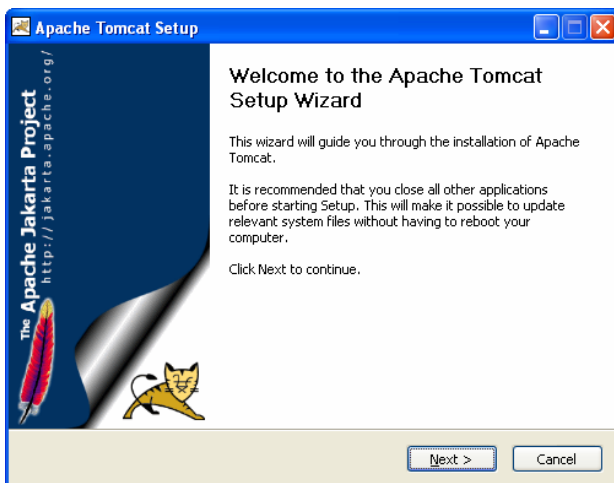
Виберіть «Сохранить»:



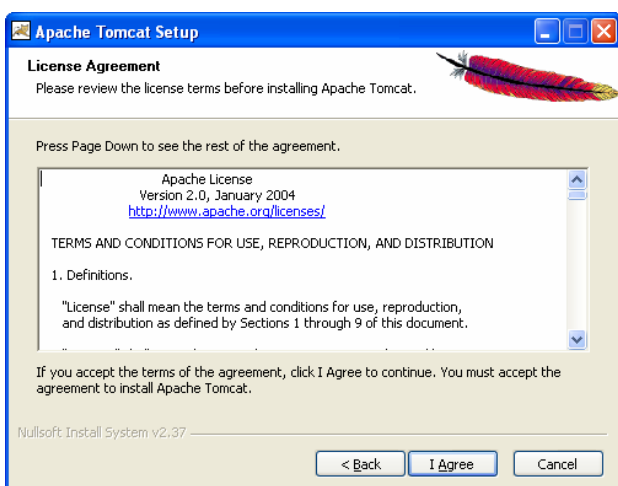
і вкажіть каталог для збереження:



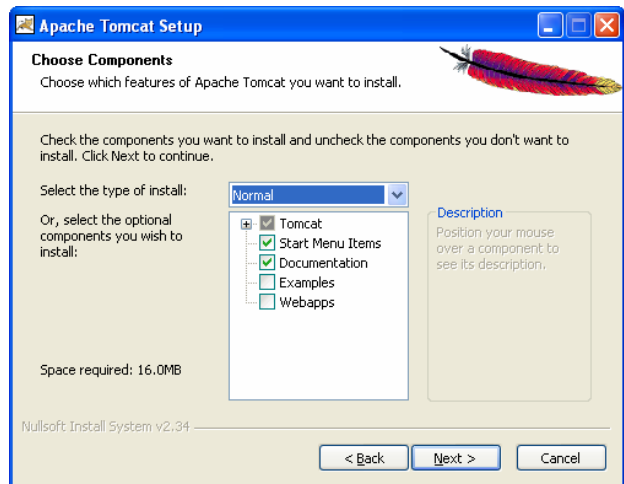
Після завантаження запусить файл інсталяції на виконання:



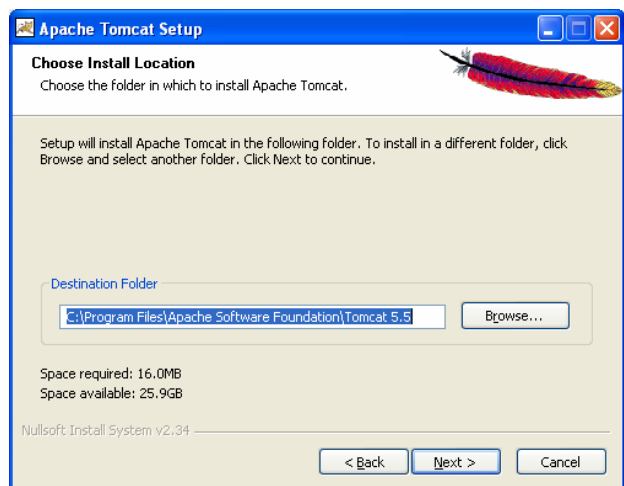
Прийміть умови ліцензійної угоди:



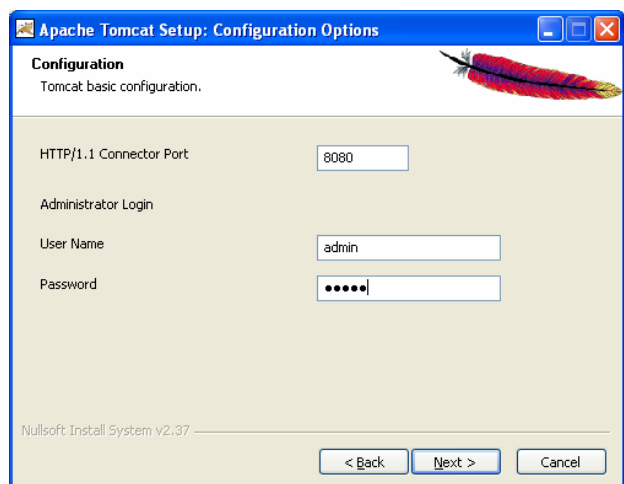
Виберіть спосіб і компоненти інсталяції, які пропонуються за припущенням:



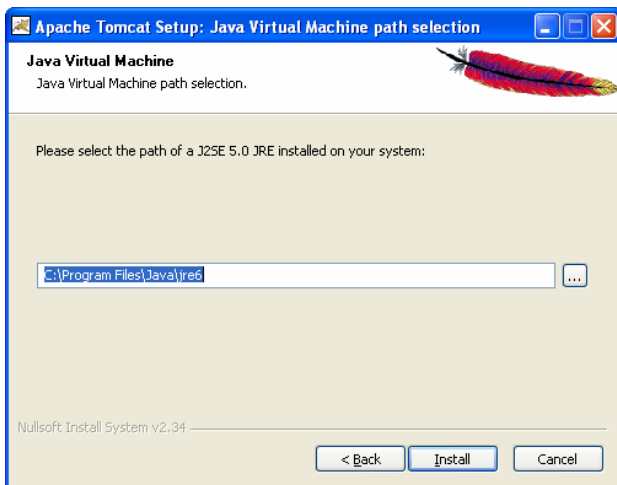
Виберіть папку для інсталяції, яка пропонується за припущенням:



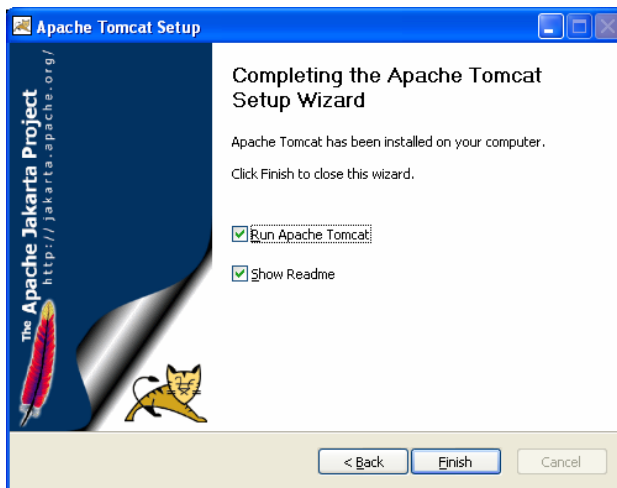
Введіть порт для доступу протоколу HTTP, логін (admin) та пароль (cyber) адміністратора Tomcat:



Вкажіть папку, де розташовано середовище часу виконання Java – JRE:



Натисніть кнопку “Install”. Після інсталяції можна відразу запусити Tomcat:



На панелі задач з'являється іконка Apache Tomcat, яка вказує на стан його роботи – працює, – сервіс зупинено.

Інсталяція OpenCMS. Для отримання інсталяції СКК OpenCMS з відкритим кодом, яка розповсюджується безкоштовно, зайдемо на сайт <http://www.opencms.org/en/>



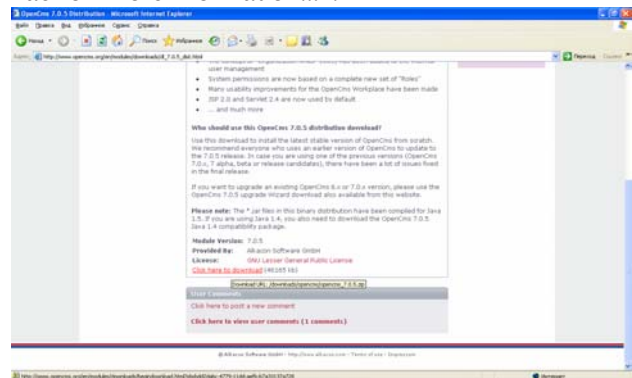
Перейдемо на закладку “Download”:



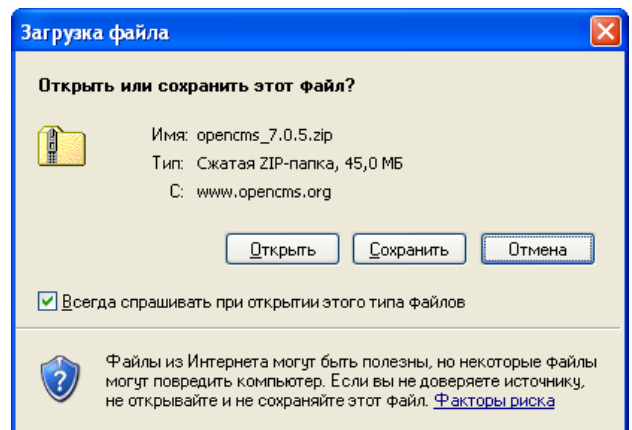
і виберемо посилання “OpenCMSdistribution”:



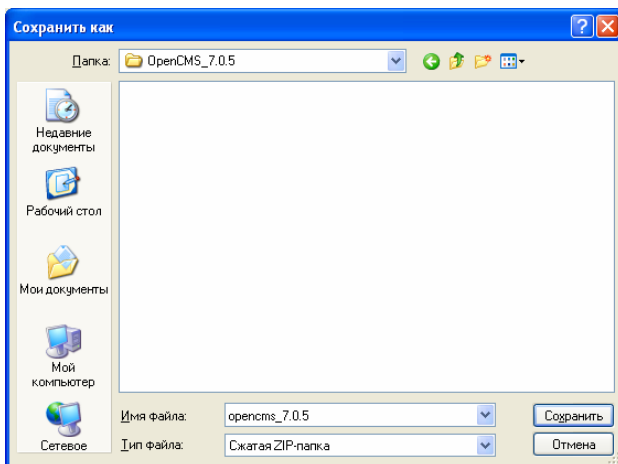
В підрозділі “OpenCMS 7.0.5 Distribution” натискаємо “More information...”:



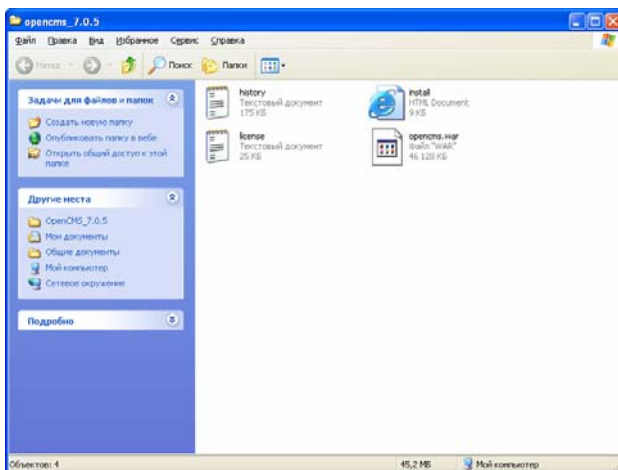
Натискаємо посилання “Click here to download “. У вікні, що з'явилося, натисніть «Сохранить»:



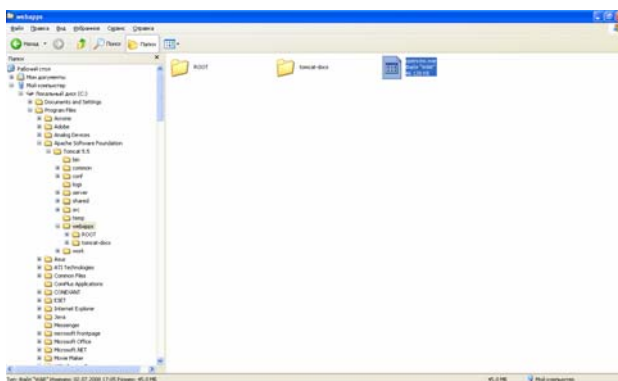
і вкажіть папку для збереження інсталяції:



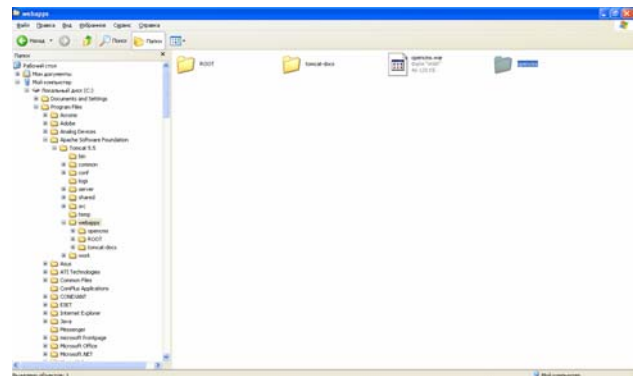
На сторінці <http://www.opencms.org/en/development/installation/index.html> знаходиться посилання на порядок інсталяції OpenCMS. Згідно із цим порядком, спочатку розархівуємо завантажений файл. Отримаємо файли:



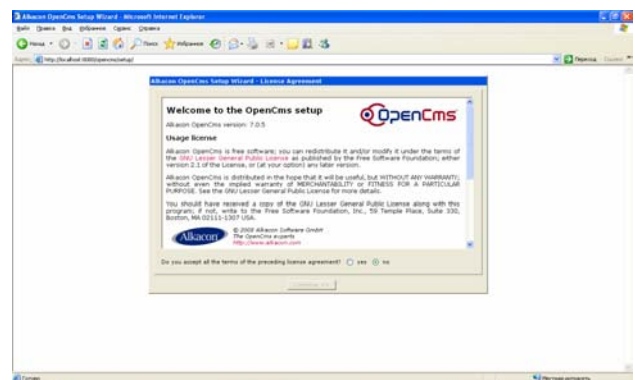
Файл `оренcms.war` є заархівованим Web-додатком, який розархівує і виконає Tomcat. Для цього розмістимо файл `оренcms.war` в папку для Web-додатків Tomcat "C:\Program Files\Apache Software Foundation\Tomcat 5.5\webapps":



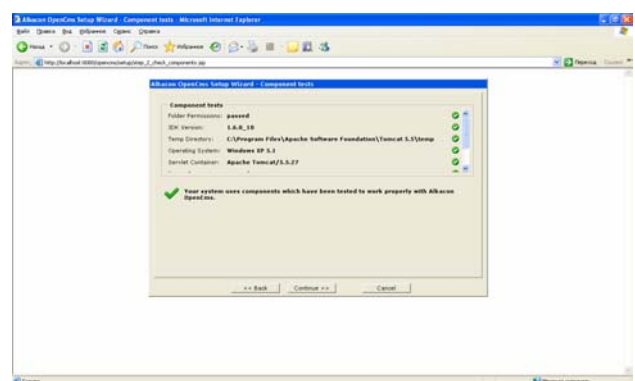
Перезапустіть Tomcat, користуючись іконкою на панелі задач. При цьому Tomcat розгорне Web-додаток OpenCMS. Переконайтеся, що з'явилася нова папка `оренcms`:



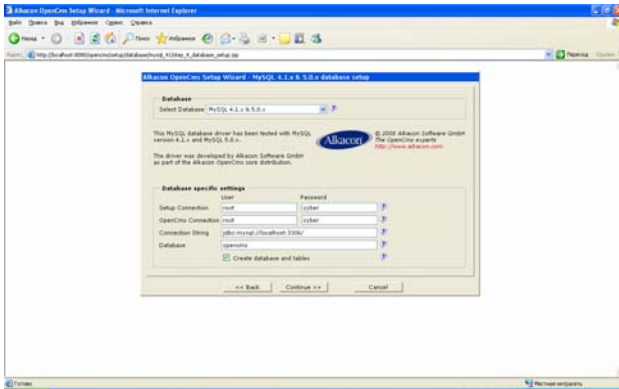
Далі перейдемо до інсталяції OpenCMS на Вашій платформі за допомогою майстра встановлення. Для цього у вікні Вашого броузера перейдіть на адресу запуску майстра встановлення OpenCMS – <http://localhost:8080/opencms/setup/>:



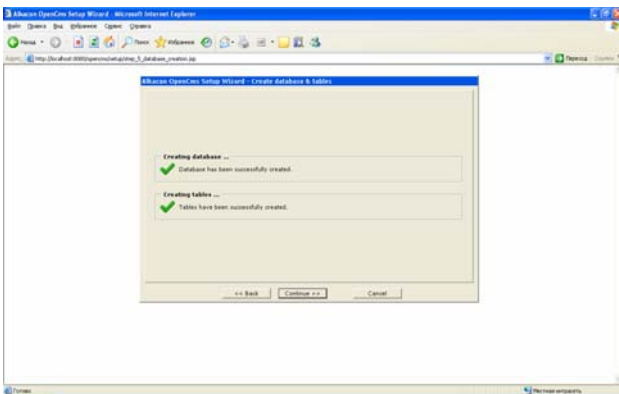
Приймавши ліцензійні угоди, потрапляємо на етап відповідності Вашої системи наявності всіх необхідних для інсталяції OpenCMS компонент:



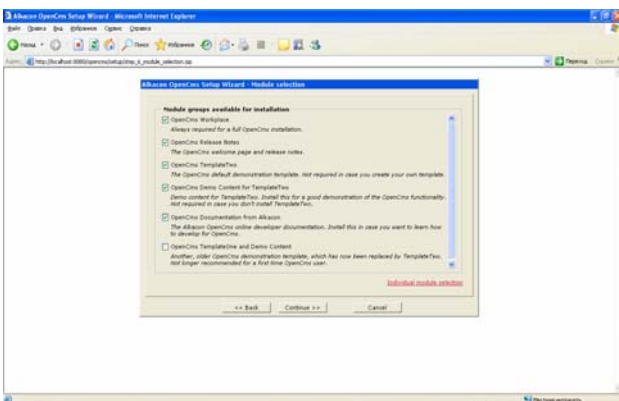
Виберіть особливості установки сервера MySQL (версія, імена (root) і паролі доступу (cyber) до бази даних OpenCMS під час доступу і потім (зверніть увагу, що повинна бути відповідність з логінами та пароллями MySQL), команда jdbc доступу до бази даних, ім'я бази даних OpenCMS):



З'являється вікно із повідомленням про створення нової бази даних і таблиць:

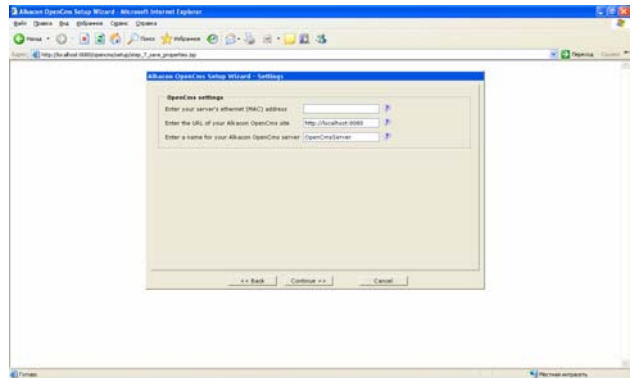


Далі пропонуються модулі OpenCMS для інсталяції:

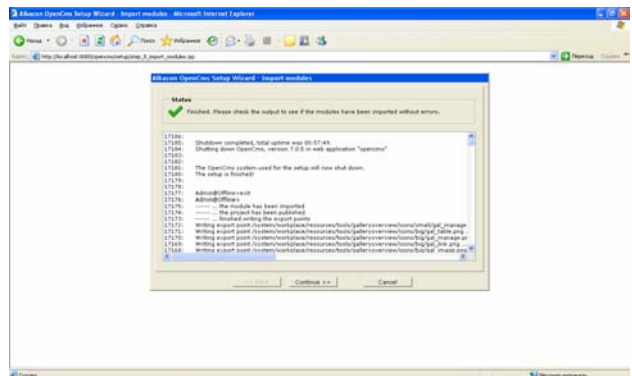


Далі слід ввести MAC-адресу сервера Вашої мережі (можна залишити порожнім – це використо-

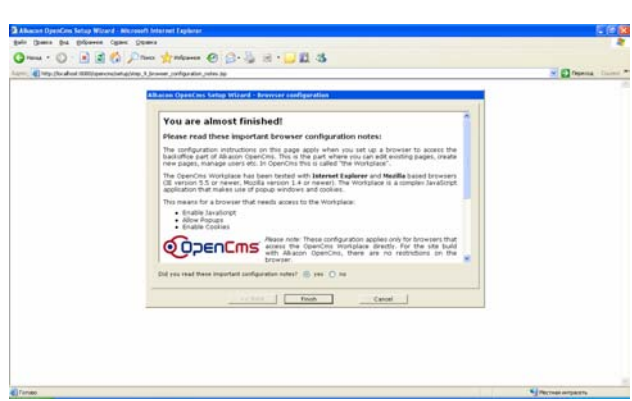
вується в якості аргумента для створення унікальних номерів об'єктів бази даних OpenCMS), URL-адресу доступу до Вашого сайту OpenCMS, ім'я сервера OpenCMS:



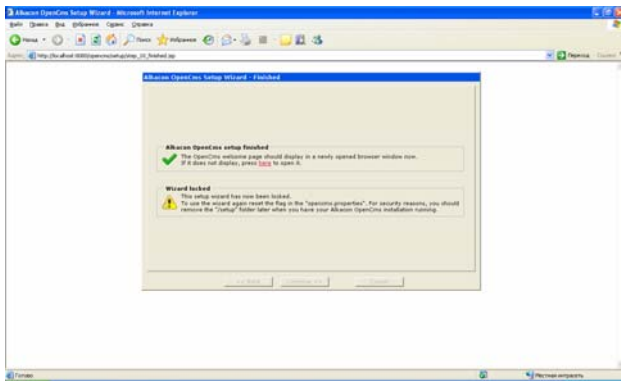
Далі слідує порівняно тривала процедура імпортування модулів. Вкінці з'являється вікно з протоколом:



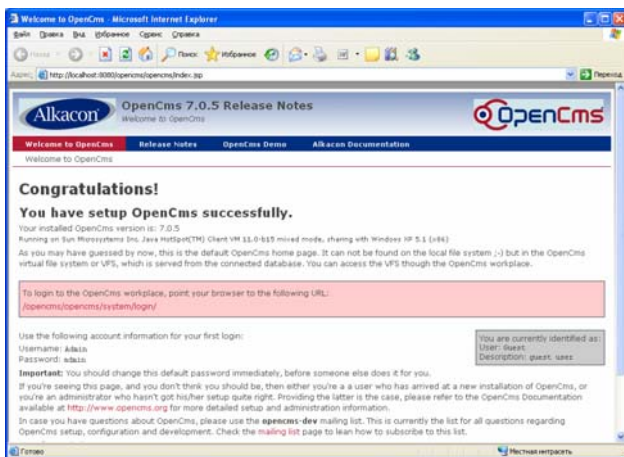
який слід переглянути щоб з'ясувати, чи всі модулі вдало імпортувалися. В наступному вікні міститься ряд цінних зауважень щодо додатку-середовища розробки OpenCMS Workpace:



З'являється останнє вікно:



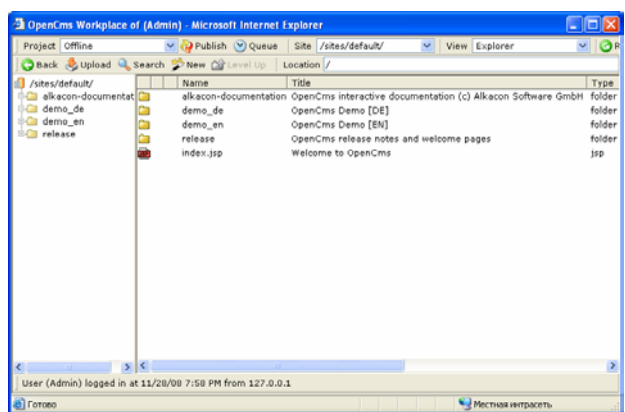
та автоматично запускається вікно запрошення для першого входу в систему. Повідомляється, що для першого входу в систему використовується логін Admin та пароль admin:



який слід надалі обов'язково змінити. Зайдемо в систему за запропонованим URL



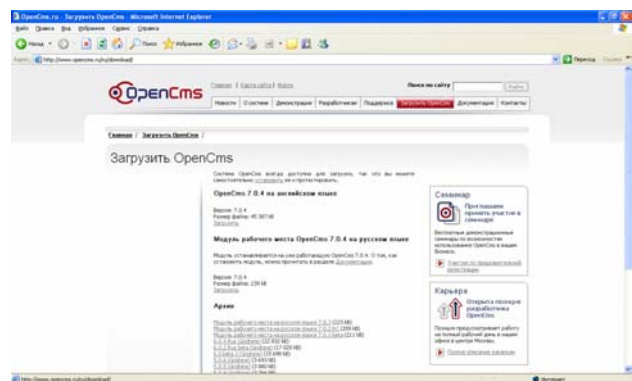
Система завантажилася вперше:



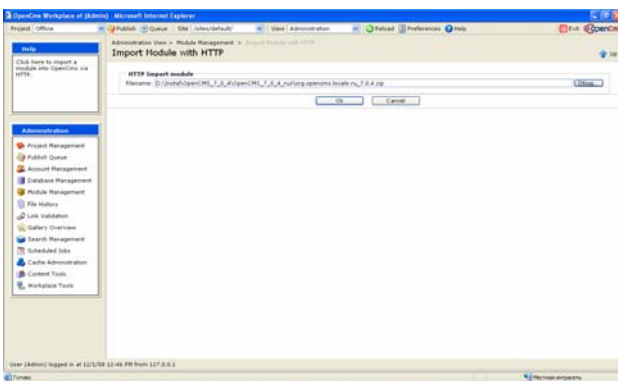
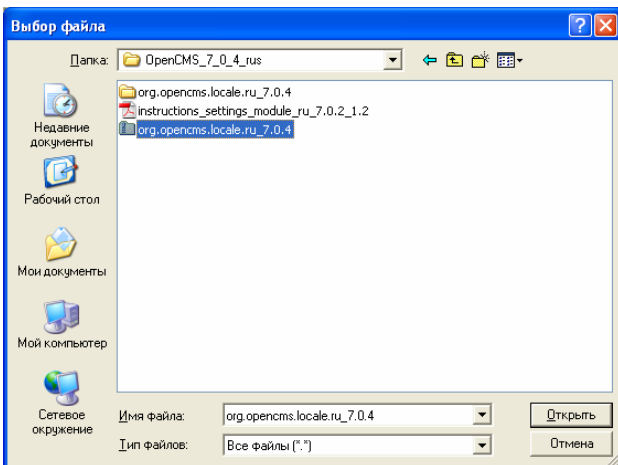
Русифікація системи. Для русифікації OpenCMS зайдемо на сайт російського представництва OpenCMS – <http://www.opencms.ru/>



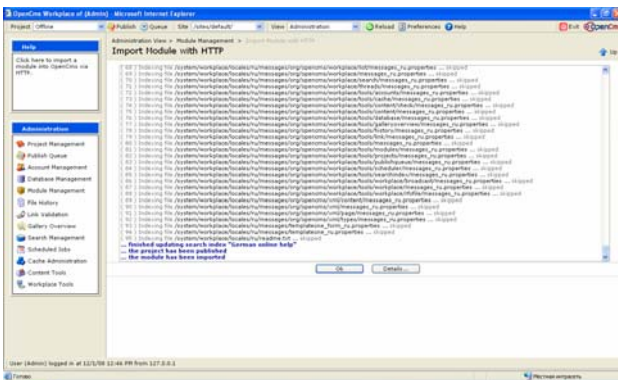
Зайдемо на закладку “Завантажити OpenCMS”:



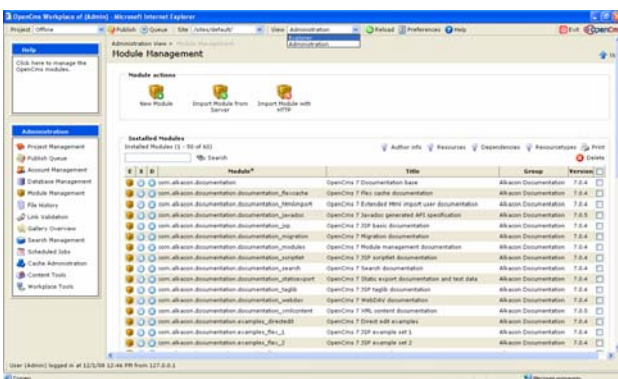
і вказуємо шлях до щойно збереженого русифікуючого модуля:



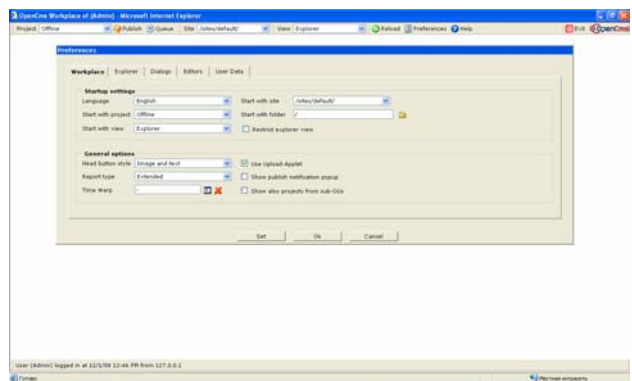
Натискаємо «ОК»:



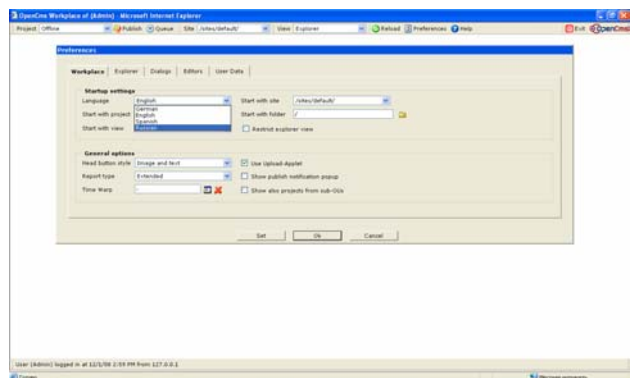
Повертаємося в режим «Explorer»:



і натискаємо «Preferences»:

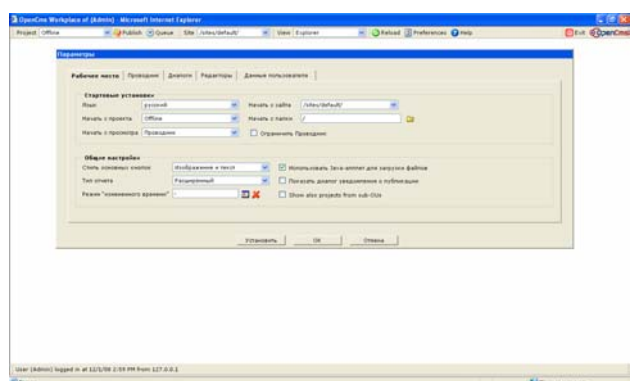


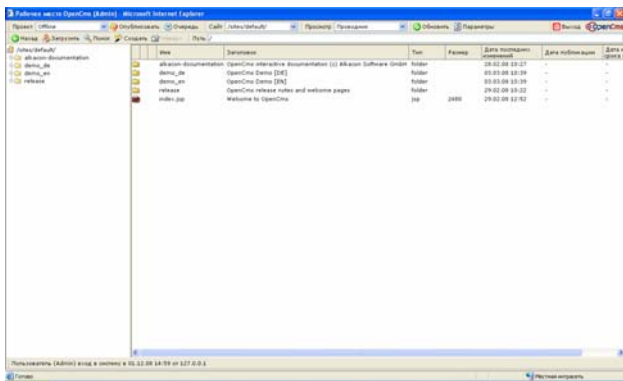
У полі «Language» встановлюємо «Russian»:



Примітка. Якщо в списку доступних мов не з'явилася мова «Russian», то вийдіть з OpenCMS, натиснувши «Exit» і перезавантажте Tomcat. Або, не виходячи з OpenCMS, зайдіть у вікно Administration і виберіть «Workplace Tools / Re-Initialize the Workplace».

Натисніть «Set». Систему OpenCMS русифіковано:





Висновки. Наведемо переваги використання OpenCMS. OpenCMS – це система керування контентом комерційного рівня з відкритим кодом і вільною ліцензією. Написана з використанням Java, JSP і XML, для збереження даних використовує СУБД MySQL, Oracle, PostgreSQL або Microsoft SQL Server. Починаючи з версії 7.0.3 підтримуються бази даних DB2 і HSQL.

Система створена німецькою компанією і розповсюджується безкоштовно під ліцензією GNU LGPL. СКК вимагає серйозного підходу до вивчення і розробки Web-додатків на її основі. На відміну від швидко налаштовуваних і „легковажних” систем, в яких сайт часто наповнюється самими користувачами, мета OpenCMS — надати каркас для професійного сайту, над яким працюють ряд спеціалістів. Для розробників існує потужна система шаблонів, підтримка Enterprise Java Beans, інтеграція із сервером додатків і ін.; для адміністраторів і IT-спеціалістів існує підтримка кластеризації, система кешування, система ролей і керування правами користувачів і ін.; для редакторів в OpenCMS входить WYSIWYG-редак-

тор контенту. Отже, OpenCMS надає увесь спектр можливостей СКК.

OpenCMS використовується рядом організацій, включаючи підрозділи EADS, Renault, British Petroleum, театр «Ла Скала», Oriflame, Dreamworks, ряд крупних європейських банків, страхових компаній, університетів і ін.

OpenCMS – це Web-інтегрована система керування контентом для організацій середніх розмірів, яка ґрунтується на моделі „постачальник-споживач”. Тут ми наводимо загальні міркування, які повинні б відповідати конкретним вимогам медичних установ України.

1. Багато нестандартних можливостей OpenCMS, таких як дозволи і шаблони, можна відконфігурувати. Це означає, що менші команди можуть уникати таких складних функцій.

2. OpenCMS використовує гнучку модель публікування і технологічного процесу. Якщо Вашій установі необхідне керування технологічним процесом, то ця система забезпечує таку можливість. З іншої сторони, немає жодних вимог щодо необхідності використання такого керування.

3. Існує міцне співтовариство розробників та користувачів OpenCMS. Активною розробкою продукту і його професійною підтримкою займається компанія Alkacoon Software GmbH. Існує інтерактивна служба e-mail розсилки, яка допомагає вирішувати Ваші проблеми, також є ряд компаній, які надають консультативну допомогу щодо OpenCMS.

4. OpenCMS має робастну модульну систему, яка дозволяє нарощувати функціональність OpenCMS. Існує багато модулів, які можна отримати та інстальювати на Вашій OpenCMS-системі.

1. Matt Butcher, Building Websites with OpenCMS. – Birmingham: Packt Publishing, 2004. – 262 pp.

2. Matt Butcher, Managing and Customizing OpenCMS 6 Websites: A practical guide to creating and managing your own website with this proven Java/JSP-based content

management system - Birmingham – Mumbai: Packt Publishing 2006. – 244 pp.

3. Dan Lilledahl, OpenCMS 7 Development: Extending and customizing OpenCMS through its Java API – Birmingham: Packt Publishing, 2008. – 277 pp.

УДК 616.1:001.891.573

ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ БІФУРКАЦІЇ СУДИННОЇ ДІЛЯНКИ З ДЕТАЛЬНІСТЮ, ЩО ВІДПОВІДАЄ КОНТРОЛЕВІ ХВОРОГО В СЕРЕДОВИЩІ LABVIEW

С.Н. Маковеев, Д. Ш. Газизова, А.А. Горбач, В.А. Ліщук, С.В. Фролов

Науковий центр серцево-судинної хірургії ім. А.Н. Бакулева РАМН, Москва; Тамбовський державний технічний університет, Тамбов; Клінічна лікарня «Феофанія», Київ

Представлено математичний опис і реалізацію в середовищі LabVIEW моделі біфуркації судини. Враховані об'єм, тиск і потік, а також їхня залежність від жорсткості, тону, опору і інерційності. Модель побудована в термінах, що дозволяють включити біфуркацію до складу розгалуженої багаторівневої системи судин. Досліджено статичні і динамічні відношення між оцінками стану і функцією біфуркації судинної ділянки і її властивостей. Встановлено роль кожної властивості судини у формуванні потоку, тиску й об'єму.

Ключові слова: судина, біфуркація, математична модель, середовище LabVIEW.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ БИФУРКАЦИИ СОСУДИСТОГО УЧАСТКА С ДЕТАЛЬНОСТЬЮ, СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ КОНТРОЛЮ БОЛЬНОГО В СРЕДЕ LABVIEW

С.Н. Маковеев, Д. Ш. Газизова, А.А. Горбач, В.А. Лищук, С.В. Фролов

Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева РАМН, Москва; Тамбовский государственный технический университет, Тамбов; Клиническая больница «Феофания», Киев

Представлены математическое описание и реализация в среде LabVIEW модели бифуркации сосуда. Учтены объём, давление и поток, а также их зависимость от жёсткости, тону, сопротивления и инерционности. Модель построена в терминах, позволяющих включить бифуркацию в состав разветвлённой многоуровневой системы сосудов. Исследованы статические и динамические отношения между оценками состояния и функцией бифуркации сосудистого участка и его свойствами. Установлены роли каждого свойства сосуда в формировании потока, давления и объёма.

Ключевые слова: сосуд, бифуркация, математическая модель, среда LabVIEW.

RESEARCH OF MATHEMATICAL MODEL OF BIFURCATION OF VESSEL SITE WITH DETAILING CORRESPONDING TO PATIENT'S CONTROL IN LABVIEW ENVIRONMENT

S.N. Makoveyev, D.Sh. Gazyzova, A.A. Gorbach, V.A. Lyschuk, S.V. Frolov

Scientific Centre of Cardiovascular Surgery by A.N. Bakulev of RAMS, Moscow; Tambov State Technical University, Tambov; Clinical Hospital "Feofania", Kyiv

The mathematical description of the model of bifurcation vessel and realization in LabVIEW environment is given in the article. The volume, pressure and blood flow, and also their dependence on rigidity, tone, resistance and lag effect are considered. The model is constructed in the terms, allowing to extend the description to the branched multilevel system of vessels. Static and dynamic attitudes between state estimations and function of a vessel site and its properties are investigated. Roles of each property of a vessel in formation of blood flow, pressure and volume are established (are illustrated by diagrams).

Key words: vessel, bifurcation, mathematical model, LabVIEW environment.

В даний час для вивчення судинного русла застосовують математичні моделі, описані як у частинних похідних [1], так і в звичайних [2]. Незалежно від

форми представлення, модель судини (разом із серцем) є основою для опису серцево-судинної системи (ССС) у цілому [3]. Уперше задачі даного класу були

© . . . , . . . , . . . , . . . , . . .

поставлені і вирішені В.А. Ліщуком, Зонненбліком, Дефаресом [3 – 10]. У роботі [4] була представлена математична модель елементарної судинної ділянки, на основі якої була побудована найпростіша довга судина з послідовно з'єднаних модулів [5]. За результатами цих досліджень з'ясувалося, що модель судини може стати таким же інструментом в арсеналі лікаря, як тиск крові або частота серцевих скорочень, а також допомогти на один крок наблизитися до розуміння причин серцево-судинних порушень [4]. Для побудови моделі ССС необхідна, поряд з моделлю елементарної ділянки судини, наявність моделі біфуркації судини, дослідженню й обґрунтуванню якої дотепер приділялося менше уваги [11 – 17]. Математична модель біфуркації судинної ділянки сумісна з моделлю елементарної судини і може бути включена в розгалужену судинну мережу.

В даний час реальний клінічний контроль вимагає, щоб математична модель відображала обсяг (V), тиск (P , гемодинамічний і тканинний) і об'ємний потік

крові (q) у судинну ділянку з інших судин і з неї в інші ділянки судинної системи, а також об'ємний потік рідини з розглянутої судини в тканини і з тканин у судинну ділянку. Ці змінні (V, P, q) характеризують функції ділянки судинної системи.

Функції залежать від властивостей судинної ділянки і прилеглих до неї тканин: середньої жорсткості судинної стінки (e) разом із прилеглими тканинами, максимального об'єму судини, яка при наповненні її кров'ю розправляється, але ще не визначається розтяганням стінок (U), резистивного опору кровотоку (r^1), індуктивного опору (I^1), що залежить від маси крові і тканин, що беруть участь у зміні руху (накопичує енергію), і, нарешті, від провідності (ρ_s) стінок судини (як активної, так і пасивної), що відображає обмін між судинною системою і тканинами. Ці параметри (e, U, ρ), що характеризують властивості судини, змінюються, як правило, значно повільніше, ніж оцінки функції (V, P, q).

Входами в судинну ділянку j (рис. 1) є тиски в сусідніх судинах (P_k, P_v, P_b), тканинний тиск (P_{Tj}), приве-

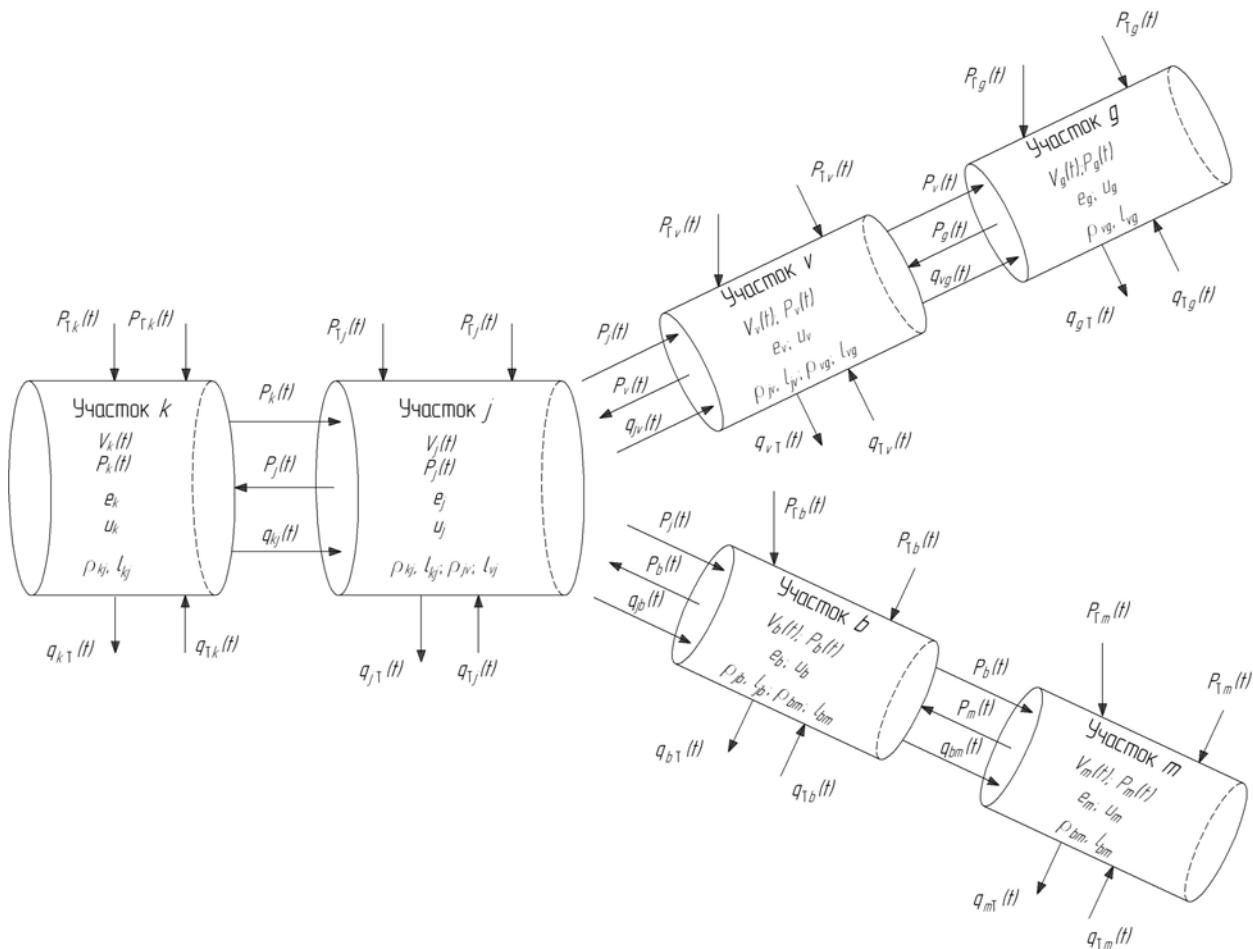


Рис. 1. Потіки крові в змодельованій біфуркації судинної ділянки. Стрілками позначений напрямок кровотоку і дія тиску на судину.

Примітка. P – тиск, V – об'єм, e – жорсткість, U – розправляючий об'єм, для ділянки судини ρ – провідність; l – зворотна величина інерційності потоку крові. k, j, v, b, g, m – індекси судинних ділянок (опис виконується для ділянок j, v, b). P_T – тиск, обумовлений гравітацією, P_{Tj} – тканинний тиск, $q_{jk}(t), q_{kj}(t), q_{vjk}(t)$ – потоки із судин у тканину, $q_{jk}(t), q_{vj}(t), q_{vg}(t)$ – потоки з тканини в судину.

дена до тиску дія гравітації ($P_{Гj}$); у ділянці v і b – тиски в сусідніх судинах P_j, P_g, P_v, P_m , тканинний тиск P_{Tj}, P_{Tv} , приведена до тиску дія гравітації $P_{Гv}, P_{Гb}$ відповідно. У результаті взаємодії ділянок визначаються кровотоки між ними ($q_{jv}, q_{jb}, q_{vg}, q_{bm}, q_{kj}$).

Концептуальність математичної моделі біфуркації судини передбачає можливість використання відомих методів аналітичного і/або чисельного дослідження. Основні труднощі при моделюванні і дослідженні ССС зв'язані з необхідністю відображати досить велику кількість судинних ділянок (від 3 до 500). Також викликають проблеми нелінійності стаціонарності, що властиві біологічним об'єктам і є причиною істотних відхилень станів судини від значень норми. У цій статті будемо розглядати робочий діапазон зміни функцій і властивостей судини, що обумовлено фізіологічними і клінічними вимогами.

У задачах клінічної практики необхідно відображати розгалужену мережу ділянок судинного русла різних конфігурацій для кожного індивідуального випадку. Мережу ділянок зручно представляти окремими модулями (судина, біфуркація, судина, що містить клапан). Ця задача синтезу моделі судинного русла індивідуальної конфігурації повинна опиратися на загальні характеристики і представлення, властиві здоровим людям або всьому класові хворих при даному захворюванні. Ми розглянемо впливи цих властивостей на біфуркацію судинної ділянки.

Вирішити описані вище труднощі в істотній мірі дозволяють засоби LabVIEW, які ми використовуємо в цьому дослідженні.

Виведення рівнянь

Розглянута біфуркація складається з ділянок: k, j, v, b, g, m (рис. 1). Опис будемо вести для ділянок j, v, b . Суміжними приймемо ділянки k, g і m . Кожна ділянка має властивості: e – жорсткість (зворотна величина еластичності c) і U – ненапружений об'єм; Кровотік, що впливає з j -ї ділянки судини, складається з двох кровотоків: $q_{jv}(t)$ і $q_{jb}(t)$.

Гідралічний тиск крові в ділянках судини приймемо тим більшим, чим більше крові в судині. Приймемо припущення, що хворий знаходиться в горизонтальному положенні (лежить у ліжку), тоді сили гравітації, що діють на судину, розглядати не будемо: $P_{Tj}(t) \equiv P_{Tv}(t) \equiv P_{Tb}(t) \equiv 0$ або стала мала величина [3].

$$P_j(t) = e_j(V_j(t) - U_j) + P_{Tj}(t) \quad (1)$$

$$P_v(t) = e_v(V_v(t) - U_v) + P_{Tv}(t) \quad (2)$$

$$P_b(t) = e_b(V_b(t) - U_b) + P_{Tb}(t) \quad (3)$$

Жорсткості e_j, e_v, e_b стінок судинних ділянок залишаються постійними лише в робочому діапазоні. В умовах патології величина об'єму крові може виходити з цього діапазону. Тоді жорсткість буде нелінійною, тобто істотно залежатиме від заповнення ділянки судини кров'ю.

Об'єми крові в судинних ділянках. Зміна об'єму крові в судині обумовлюється її припливом $q_{kj}(t)$ і відтоком із судинних ділянок, а також дифузиею рідини через стінки судини:

$$\frac{dV_j(t)}{dt} = q_{kj}(t) - q_{jv}(t) - q_{jb}(t) - q_{jT}(t) + q_{Tj}(t), \quad (4)$$

$$\frac{dV_v(t)}{dt} = q_{jv}(t) - q_{vg}(t) - q_{vT}(t) + q_{Tv}(t), \quad (5)$$

$$\frac{dV_b(t)}{dt} = q_{jb}(t) - q_{bm}(t) - q_{bT}(t) + q_{Tb}(t). \quad (6)$$

Для великих судин і при дослідженні власне гемодинаміки потоком рідини через стінку судини звичайно зневажають ($q_{Tj}(t) = q_{Tv}(t) = q_{Tb}(t) = 0$), тому що в цьому випадку величини $q_{Tj}(t), q_{Tv}(t), q_{Tb}(t)$ малі, порівняно з кровотоком по судині.

Вхідні і вихідні потоки ($q_{kj}(t), q_{jv}(t), q_{jb}(t), q_{bm}(t), q_{vg}(t)$) будуть залежати від градієнта тисків $P_k(t) - P_j(t), P_j(t) - P_v(t), P_j(t) - P_b(t), P_b(t) - P_m(t), P_v(t) - P_g(t)$, провідностей ($\rho_{jv}, \rho_{jb}, \rho_{bm}, \rho_{vg}$) між ділянками (k, j, v, b, g, m), а також зворотних величин інерційностей ($l_{jv}, l_{jb}, l_{bm}, l_{vg}$) потоків і стінок судини, та прилягаючих до них тканин що переміщуються внаслідок зміни потоків:

$$\frac{dq_{kj}(t)}{dt} = l_{kj} \cdot \left[P_k(t) - P_j(t) - \frac{1}{\rho_{kj}} \cdot q_{kj}(t) \right], \quad (7)$$

$$\frac{dq_{jv}(t)}{dt} = l_{jv} \cdot \left[P_j(t) - P_v(t) - \frac{1}{\rho_{jv}} \cdot q_{jv}(t) \right], \quad (8)$$

$$\frac{dq_{jb}(t)}{dt} = l_{jb} \cdot \left[P_j(t) - P_b(t) - \frac{1}{\rho_{jb}} \cdot q_{jb}(t) \right], \quad (9)$$

$$\frac{dq_{vg}(t)}{dt} = l_{vg} \cdot \left[P_v(t) - P_g(t) - \frac{1}{\rho_{vg}} \cdot q_{vg}(t) \right], \quad (10)$$

$$\frac{dq_{bm}(t)}{dt} = l_{bm} \cdot \left[P_b(t) - P_m(t) - \frac{1}{\rho_{bm}} \cdot q_{bm}(t) \right]. \quad (11)$$

Потрібно врахувати потоки із судинних ділянок у тканину (q_{jT}, q_{vT}, q_{bT}) під дією різниці гідростатичних тисків ($P_j(t) - P_T(t), P_v(t) - P_T(t), P_b(t) - P_T(t)$) із тканини в судинні ділянки ($q_{Tj}, q_{Tv}(t), q_{Tb}(t)$) через стінку

останньої під дією різниці онкотичних тисків ($P^o_T(t) - P^o_j(t)$, $P^o_T(t) - P^o_j(t)$, $P^o_T(t) - P^o_b(t)$). Поток між судиною і тканиною прийнято представляти в такий спосіб:

$$q_{jT}(t) = \rho_{jT}(t) \cdot [P_j(t) - P_T(t)], \quad (12)$$

$$q_{vT}(t) = \rho_{vT}(t) \cdot [P_v(t) - P_T(t)], \quad (13)$$

$$q_{bT}(t) = \rho_{bT}(t) \cdot [P_b(t) - P_T(t)], \quad (14)$$

$$q_{Tj}(t) = \rho_{Tj}^o(t) \cdot [P_T^o(t) - P_j^o(t)], \quad (15)$$

$$q_{Tv}(t) = \rho_{Tv}^o(t) \cdot [P_T^o(t) - P_v^o(t)], \quad (16)$$

$$q_{Tb}(t) = \rho_{Tb}^o(t) \cdot [P_T^o(t) - P_b^o(t)]. \quad (17)$$

Ці вирази описують переміщення рідини через стінки судин, переважно капілярів. Складову потоку рідини із судини в тканину (q_{jT} , q_{vT} , q_{bT}) називають фільтрацією, а з тканини в судину (q_{Tj} , q_{Tv} , q_{Tb}) – реабсорбцією. Коefіцієнти $P^o_{Tj}(t)$, $P^o_{Tv}(t)$, $P^o_{Tb}(t)$ – проникності, або провідності рідини під дією онкотичних сил.

Серцево-судинна система забезпечує тканини й органи необхідним кровотоком. Тому дуже часто її описують разом із системою дихання, залозами й

іншими системами організму. Оскільки в даній роботі ми займаємося функцією біфуркації судини без взаємодії із суміжною підсистемою, то співвідношення (12) – (17) у модель не включені.

Реалізація моделі біфуркації судинної ділянки в LabVIEW

Необхідні нам вихідні величини $P_j(t)$, $P_v(t)$, $P_b(t)$, $V_j(t)$, $V_v(t)$, $V_b(t)$, $q_{kj}(t)$, $q_{jv}(t)$, $q_{jb}(t)$ можна знайти, розв'язавши систему рівнянь (1)-(11). Значення $q_{vg}(t)$, $i q_{bm}(t)$, є вхідними величинами сусідніх судинних ділянок g і m відповідно. При цьому будемо вважати усі відношення лінійними і стаціонарними, але при необхідності можна легко перейти до нелінійних і нестаціонарних відношень.

Отримані результати для зручності і наочності введемо у вигляді графіків $\{P_j(t), P_v(t), P_b(t), V_j(t), V_v(t), V_b(t), q_{kj}(t), q_{jv}(t), q_{jb}(t)\}$ і таблиць. Вхідні величини $ts, te, d, V_j, U_j, q_{kj}(0), e_j, l_{kj}, l_{jv}, l_{jb}, \rho_{kj}, \rho_{jv}, \rho_{jb}, V_v, U_v, e_v, l_{vg}, \rho_{vg}, V_b, U_b, e_b, l_{bm}, \rho_{bm}, q_{vg}, q_{bm}$ розмістимо на панель віртуального приладу (ВП), де їх можна задавати постійними величинами і функціями часу (рис. 2).

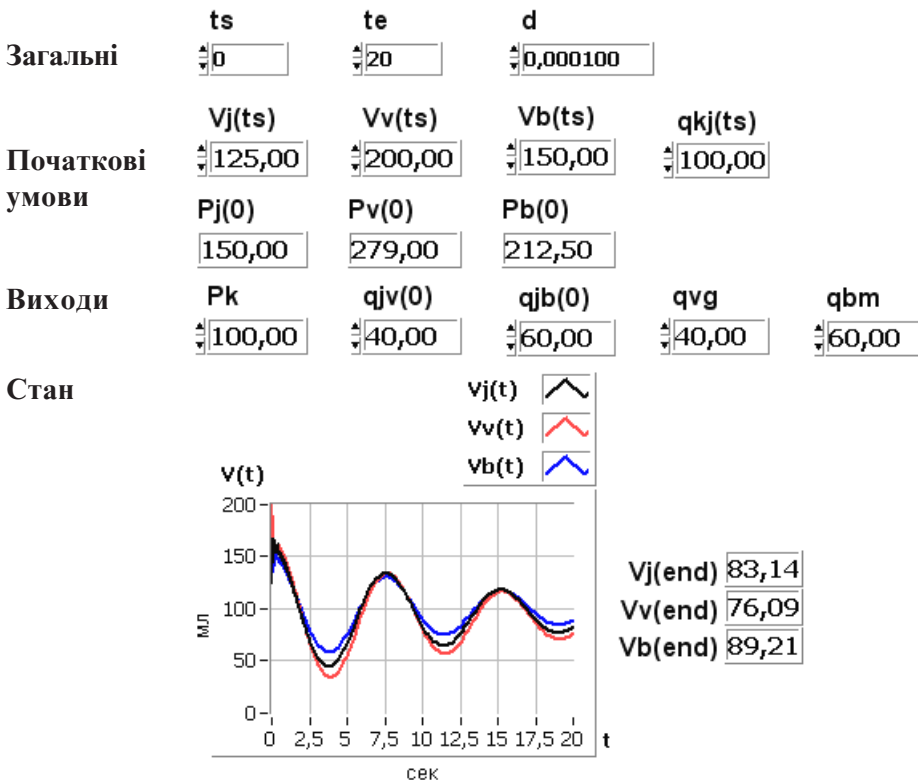


Рис. 2. Панель віртуального приладу. З панелі задаються початкові умови, властивості і виводяться результати розрахунку.

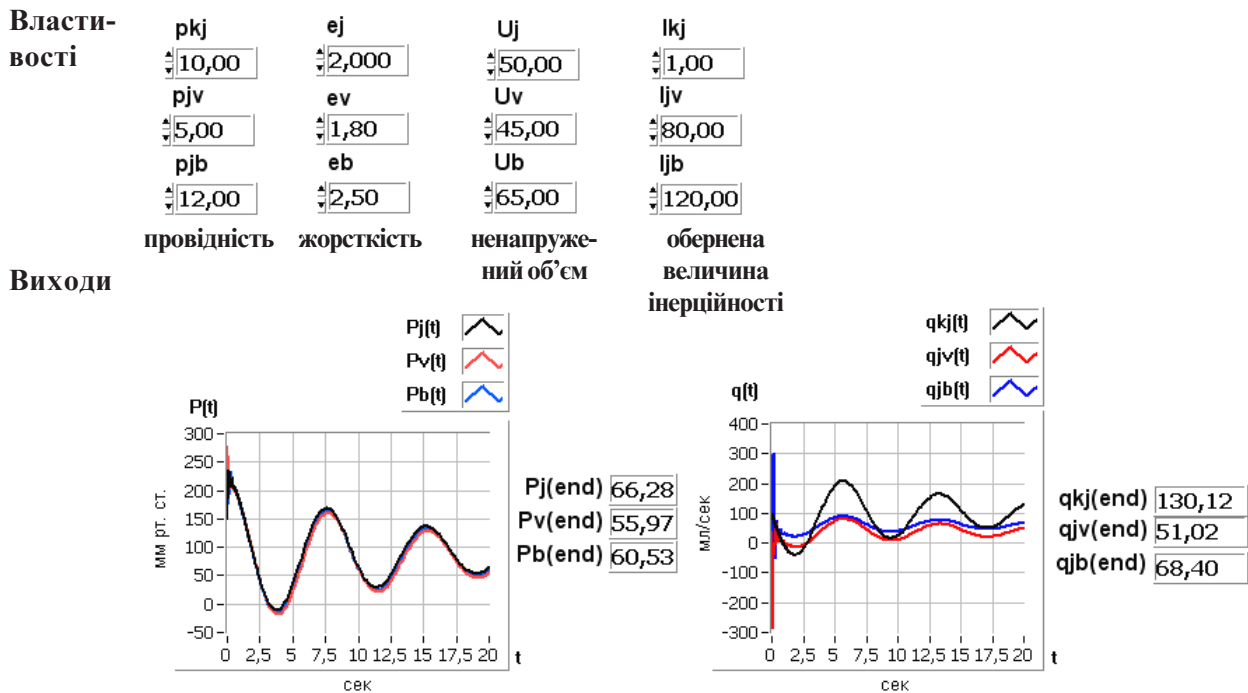


Рис. 2. (продовження) Панель віртуального приладу. З панелі задаються початкові умови, властивості і виводяться результати розрахунку.

Модель з пульсацією тиску на вході $P_k(t)$ в судину представлена на рисунку 3. У цьому випадку тиск змінюється за співвідношенням $P_k(t) = A \cdot \sin(\pi \cdot t/T)$, де A і T – константи, які можна змінювати на лицевій панелі ВП.

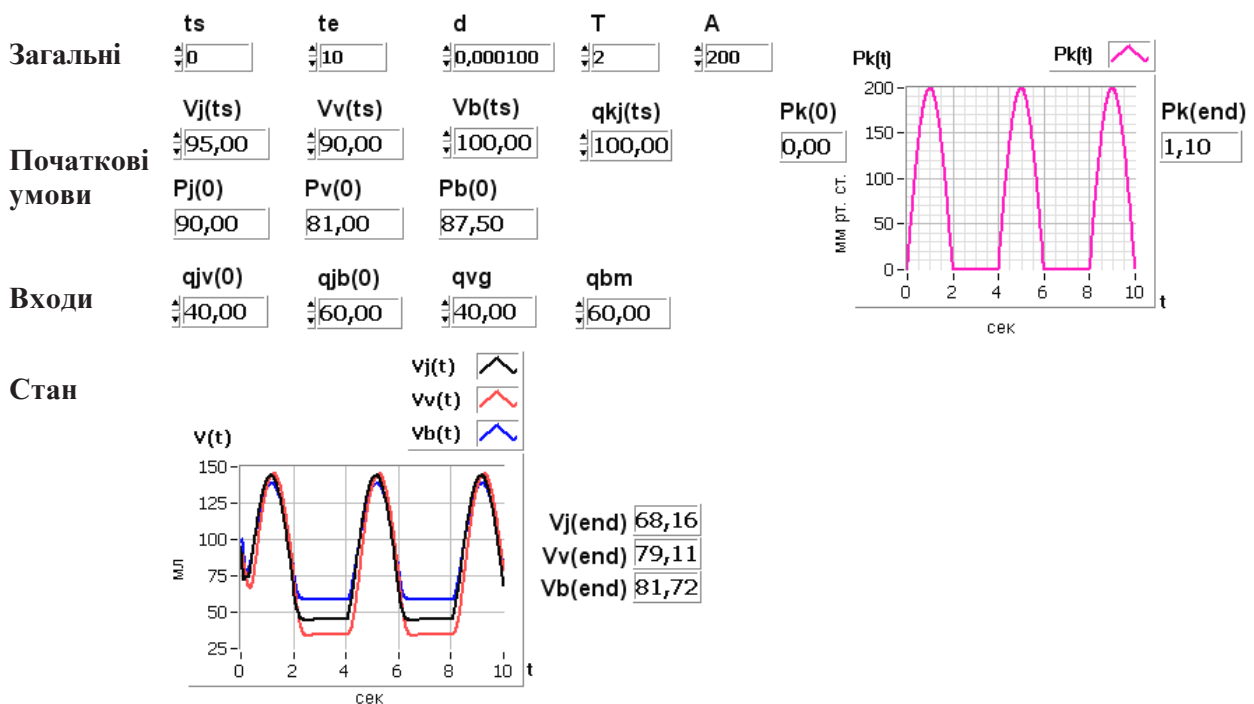


Рис. 3. Модель біфуркації судинної ділянки з пульсацією тиску на вході.

Властивості	pkj	ej	Uj	lkj
	10,00	2,000	50,00	100,00
	pjv	ev	Uv	ljv
	5,00	1,80	45,00	80,00
	pjb	eb	Ub	ljb
	12,00	2,50	65,00	120,00
	провідність	жорсткість	ненапружений об'єм	обернена величина інерційності

Виходи

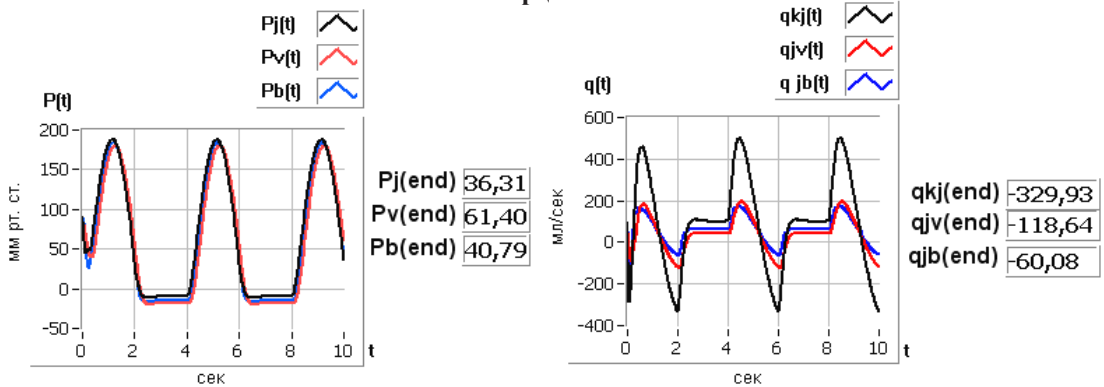


Рис. 3. (продовження) Модель біфуркації судинної ділянки з пульсацією тиску на вході.

Модуль біфуркації судинної ділянки (з якого легко синтезувати розгалужену мережу судин) показаний на рисунку 4. Оскільки кількість вхідних і вихідних величин у термінал досить велика, а середовище LabVIEW має обмеження на їхню кількість (≤ 28), тому зручно представляти параметри у вигляді масивів: $\{P_j(t), P_v(t), P_b(t)\}, \{V_j(t), V_v(t), V_b(t)\}, \{q_{kj}(t), q_{jv}(t), q_{jb}(t)\}, \{q_{vg}(t), q_{bm}(t)\}, \{l_{kj}, l_{jv}, l_{jb}\}, \{e_j, e_v, e_b\}$

$\rho_{kj}, \rho_{jv}, \rho_{jb}\}, \{U_j, U_v, U_b\}$. Панель діаграми (програми) для двох послідовних ділянок біфуркації представлена на рисунку 5. Кожна ділянка біфуркації судинної ділянки може бути представлена у вигляді окремого модуля, що зручно включати в судинну мережу, як при паралельному розташуванні судин, так і при послідовному розгалуженні [5].

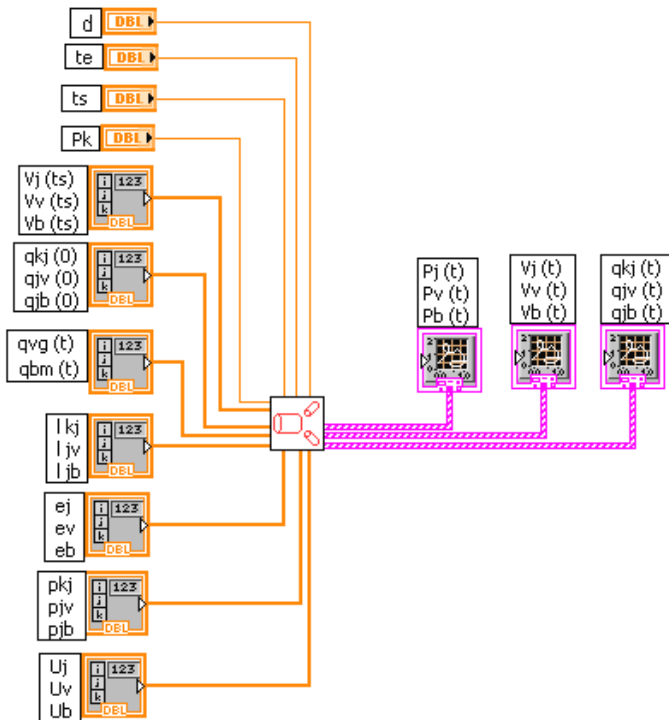


Рис. 4. Модуль біфуркації судинної ділянки.

Модуль біфуркації розташований у центрі у вигляді квадрата, на якому нарисоване роздвоєння судини. Він являє собою окрему функцію, що має вхідні аргументи, розташовані ліворуч: час початку збурювання ts , час закінчення рахунку te , крок інтегрування d , тиск на вході в біфуркацію P_k , початкові умови (об'єми $V_j(ts)$, $V_v(ts)$, $V_b(ts)$) і вхідні потоки в ділянки біфуркації $q_{kj}(0)$, $q_{jv}(0)$, $q_{jb}(0)$, значення вихідних потоків з ділянок біфуркації ($q_{vg}(t)$, $q_{bm}(t)$), властивості ділянок біфуркації: зворотні величини інерційності потоку крові, жорсткості, провідності ρ_{kj} , ρ_{jv} ,

ρ_{jb} , розправляючі об'єми U_p , U_v , U_b . Початкові умови, значення вхідних потоків і властивості ділянок біфуркації подаються в модуль у вигляді окремих масивів. Праворуч від модуля розташовані вихідні аргументи: значення тисків $P_j(t)$, $P_v(t)$, $P_b(t)$, об'ємів $V_j(t)$, $V_v(t)$, $V_b(t)$, вхідних потоків $q_{kj}(t)$, $q_{jv}(t)$, $q_{jb}(t)$ у ділянках біфуркації від початку до закінчення рахунку. Вихідні аргументи можна виводити у вигляді графіків і масивів. Лінії відображають зв'язки між вхідними, вихідними величинами і модулем.

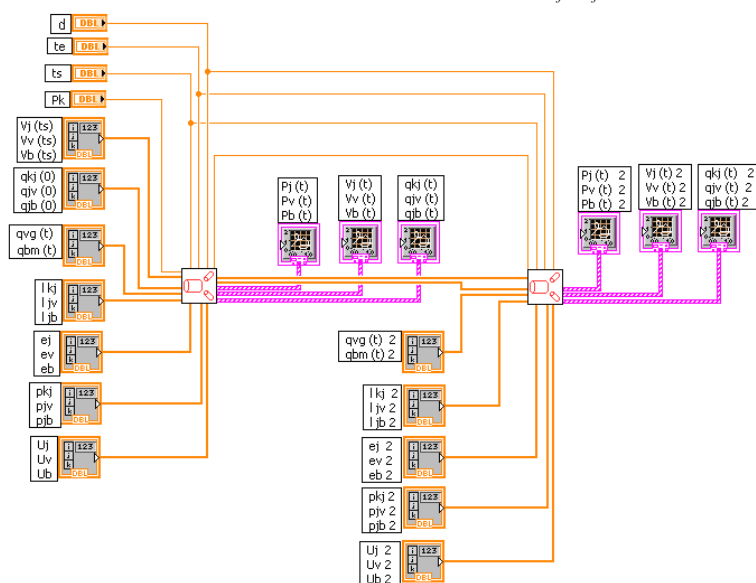


Рис. 5. Діаграма моделі двох ділянок біфуркації судинного русла.

Показано послідовне з'єднання двох ділянок біфуркації у вигляді двох з'єднаних окремих модулів, що мають різні властивості. Вихідні аргументи першого модуля біфуркації є вхідними для другого. Час початку збурювання ts , час закінчення рахунку te і крок інтегрування d загальними для двох ділянок.

Реалізація моделі біфуркації судинної ділянки в LabVIEW

Вибір початкових умов і чисельних оцінок параметрів. Для прикладу розглянемо біфуркацію судинної ділянки артеріального басейну. Цей приклад актуальний у зв'язку з роллю артеріального резерву-

ара у функціонуванні і дослідженнях серцево-судинної системи. Оцінки параметрів моделі були отримані експериментально і опиралися на роботи [4, 5]. У таблиці 1 наведені значення параметрів моделі для j -ї, v -ї і b -ї ділянок біфуркації судинного русла.

Таблиця 1. Оцінки параметрів моделі ділянок j , v , b біфуркації судинного русла

Параметр	Позначення	Кількісна оцінка			Розмірності $\geq L$
		ділянки j	ділянки v	ділянки b	
1	2	3	4	5	6
Час	t	0 – 60			с
Час початку збурювання Час закінчення рахунку	t_0 або ts te	Наприклад, 1 – 10			с
Крок дослідження	d	0,0001 – 0,01			с
Провідність або проникність	ρ	10	5	12	$\text{см}^3/(\text{тор} \cdot \text{с})$
Опір	r^{-1}	0,1	0,2	0,083	$(\text{тор} \cdot \text{с}) / \text{см}^3$

1	2	3	4	5	6
Жорсткість Еластичність	e $c = e^{-1}$	2 0,5	1,8 0,56	2,5 0,4	тор/см ³ см ³ /тор
Інерційність, зворотна величина інерційності	l^{-1} l	0,01 100	0,05 80	0,0083 120	(тор*с ³)/см ³ см ³ /(тор*с ³)
Ненапружений об'єм	U	50	45	65	мл, см ³
Тиск номінальний	P	100	86	54	тор або мм рт.ст.
Обсяг номінальний	V	250	200	220	мл, см ³
Номінальний потік	q	100	40	60	мл/с, см ³ /с

Постановка задачі. Необхідно знайти перехідні режими для $V_j(t), V_v(t), V_b(t), P_j(t), P_v(t), P_b(t), q_{kj}(t), q_{jv}(t), q_{jb}(t)$ при стрибкоподібній зміні $P_k, q_{vg}, q_{bm}, P_{kj}, e_j, l_{kj}, U_j$ і припущенні, що усі вихідні стани відповідають статичці.

Хід і результати дослідження. Спочатку знайдемо сталий стан (steady-state), а потім визначимо реакції тисків, обсягів і потоків на зміни параметрів.

Після закінчення перехідного процесу одержимо квазістатичний стан. У нашому окремому випадку будемо мати: $time_start(ts)=0, time_end(te)=0$, крок $d=0,0001$ с. Вхідний тиск P_k задано постійним. Він в ході всього дослідження дорівнює 100 тор, тобто $P_k(te)=100$ тор. Початкові значення об'ємів у ділянках j, v, b можна задавати різними величинами. Якщо ж досягнутий статичний режим, $V_j(ts)=V_j(te)=95$ мл, $V_v(ts)=V_v(te)=90,56$ мл, $V_b(ts)=V_b(te)=99$ мл, величини

Таблиця 2. Статичні залежності тиску, об'єму і потоку від вхідного тиску P_k при $q_{vg}=\text{const}$ (40 мл/с), $q_{bm}=\text{const}$ (60 мл/с)

P_k	V_j	V_v	V_b	P_j	P_v	P_b	q_{kj}	q_{jv}	q_{jb}
25	57,5	48,9	69	15	7	10	100	40	60
50	70	62,8	79	40	32	35	100	40	60
100	95	90,56	99	90	82	85	100	40	60
200	145	146,1	139	190	182	185	100	40	60
400	245	257,2	219	390	382	385	100	40	60

Зрозуміло, що сталий процес обумовлений як внутрішніми властивостями, так і зовнішніми впливами. У таблиці 2 видно, що незважаючи на багаторазову зміну вхідного тиску (перший стовпець), потоки по досягненню статички залишаються незмінними (три останніх стовпці). Це відбувається тому, що об'єми і, слідом за ними, тиски ростуть доти, поки припливи і відтоки не стануть однаковими.

Динаміка (перехідний процес) $V_j, V_v, V_b, P_j, P_v, P_b, q_{kj}, q_{jv}, q_{jb}$ при східчастій зміні P_k від 100 тор до 400 тор показана на рисунку 6. Вихідний стан – описана вище статика.

на потоку в судину в перехідному режимі міняється, але якщо досягнутий стан steady-state, то в нашому прикладі $q_{kj}(ts)=100$ см³*с⁻¹ і $q_{kj}(te)=100$ см³*с⁻¹. Потоки із судин задані постійними $q_{vg}=40$ см³*с⁻¹, $q_{bm}=60$ см³*с⁻¹. Провідності $\rho_{kj}, \rho_{jv}, \rho_{jb}$, жорсткості (e_j, e_v, e_b), ненапружені об'єми (U_j, U_v, U_b) і зворотні величини інерційності (l_{kj}, l_{jv}, l_{jb}) не змінювалися, поки був досягнутий статичний режим. Однак у наших дослідженнях ми будемо їх змінювати, щоб зрозуміти вплив кожної з цих властивостей на формування і зміну функцій. Тепер перейдемо від одного стану статички до статичної характеристики.

Статичні залежності основних параметрів від вхідного тиску P_k представлені в таблиці 2. Зміна P_k викликає перехідний процес. Після закінчення перехідного процесу значення $V_j, V_v, V_b, P_j, P_v, P_b, q_{kj}, q_{jv}, q_{jb}$ відображаються на панелі ВП і заносяться в таблицю.

Згодом потоки приймають статичні значення (рис. 6), однак їхні величини в перехідному режимі можуть досягати значних показників (збільшення в 5-15 разів у порівнянні з початковим), що на трендах моніторів не будуть адекватно відображені, хоча небезпечні в таких ситуаціях як перетиснення аорти, підключення шунта, інтубація і т.п. При цьому всі три функції потоків мають явно виражений екстремум.

Статичні залежності оцінок функцій біфуркації від зміни вихідних потоків q_{vg} або q_{bm} представлені, відповідно, в таблиці 3 і таблиці 4. При цьому один з потоків залишається постійним, а інший потік

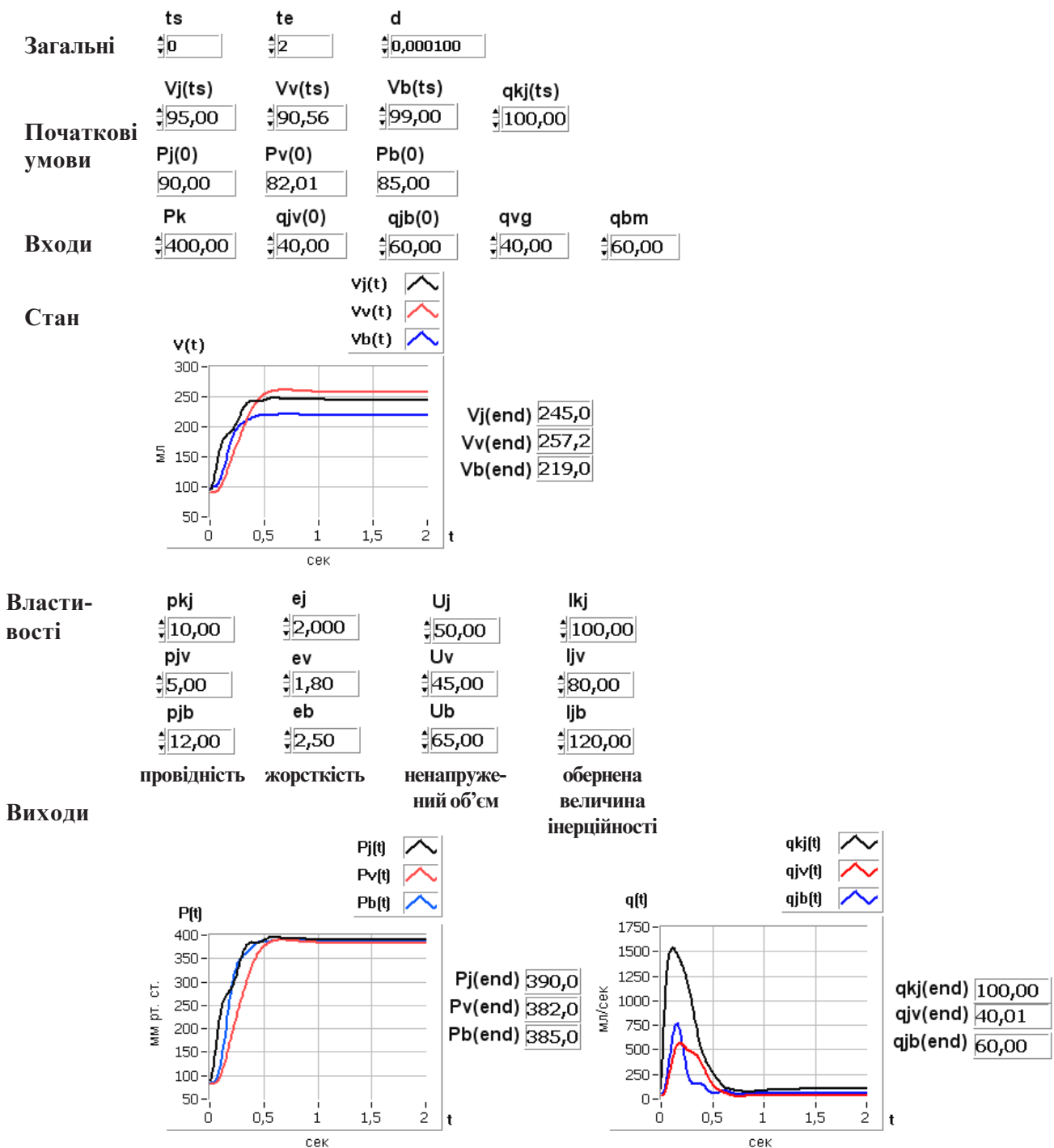


Рис. 6. Реакція V_j , V_v , V_b , P_j , P_v , P_b , q_{kj} , q_{jv} , q_{jb} на збільшення P_k від 100 до 400 тор. Пояснення в тексті.

змінюється. При збільшенні вихідного потоку з ділянки біфуркації (q_{vg} або q_{bm}) у всіх ділянках знижується тиск, вхідний потік у біфуркацію судини q_{kj} відповідно збільшується. Динаміка V_j , V_v , V_b , P_j , P_v , P_b , q_{kj} , q_{jv} , q_{jb} при зміні q_{vg} від 100 до 320 мл/с і q_{bm} від 100 до 480 мл/с показана на рисунку 7 і рисунку 8 відповідно. Перехідні процеси мають плавний характер, перебігають за час дещо більше секунди. На рисунку 7 і рисунку 8, видно, що тільки функції потоків $q_{jb}(t)$

і $q_{jv}(t)$ відповідно мають екстремум (мінімум). При зміні потоків q_{vg} або q_{bm} в бік зменшення функції потоків q_{jb} і q_{jv} також мають екстремуми, але тільки максимумами.

Оскільки ділянки біфуркації мають різні властивості, то і перехідні процеси відрізняються характером коливальних режимів, хоч і не в значній мірі. У ділянці біфуркації, де не було зміни вихідного потоку, в початковий період перехідного процесу спос-

терігається різке зниження витрати крові, а потім повернення його в статичний стан, причому потік у

цій ділянці біфуркації може змінювати напрямок на зворотний.

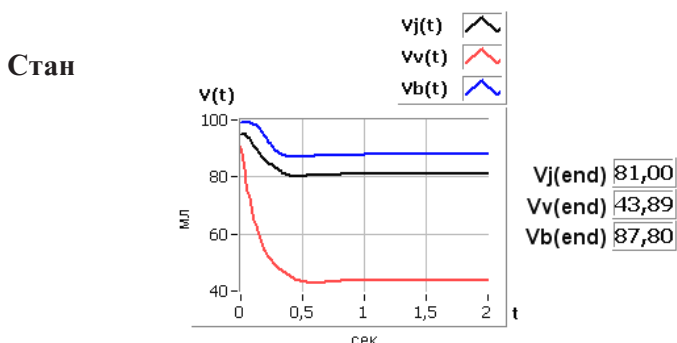
Таблиця 3. Статичні залежності тиску, об'єму і потоку від вихідного потоку q_{vg}

$q_{v,g}$	V_j	V_v	V_b	P_j	P_v	P_b	q_{kj}	q_{jv}	q_{jb}
20	96	93,9	99,8	92	88	87	80	20	60
40	95	90,56	99	90	82	85	100	40	60
80	93	83,9	97,4	86	70	81	140	80	60
160	89	70,56	94,2	78	46	73	220	160	60
320	81	43,9	87,8	62	-2	57	380	320	60

Загальні
 t_s :
 t_e :
 d :

Початкові умови
 $V_j(t_s)$:
 $V_v(t_s)$:
 $V_b(t_s)$:
 $q_{kj}(t_s)$:
 $P_j(0)$:
 $P_v(0)$:
 $P_b(0)$:

Входи
 P_k :
 $q_{jv}(0)$:
 $q_{jb}(0)$:
 q_{vg} :
 q_{bm} :



Властивості

ρ_{kj} : <input type="text" value="10,00"/>	e_j : <input type="text" value="2,000"/>	U_j : <input type="text" value="50,00"/>	l_{kj} : <input type="text" value="100,00"/>
ρ_{jv} : <input type="text" value="5,00"/>	e_v : <input type="text" value="1,80"/>	U_v : <input type="text" value="45,00"/>	l_{jv} : <input type="text" value="80,00"/>
ρ_{jb} : <input type="text" value="12,00"/>	e_b : <input type="text" value="2,50"/>	U_b : <input type="text" value="65,00"/>	l_{jb} : <input type="text" value="120,00"/>

провідність жорсткість ненапружений об'єм обернена величина інерційності

Виходи

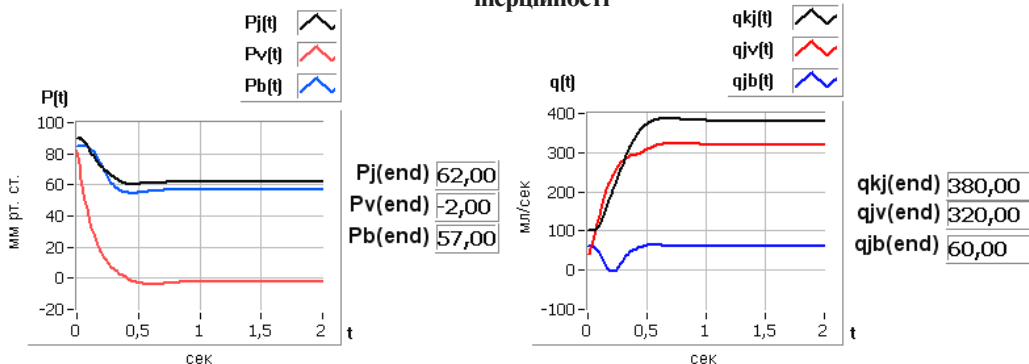


Рис. 7. Реакція V_j , V_v , V_b , P_j , P_v , P_b , q_{kj} , q_{jv} , q_{jb} на східчасту зміну q_{vg} від 40 мл/с до 320 мл/с. Пояснення в тексті.

Таблиця 4. Статичні залежності тиску, об'єму і потоку від вихідного потоку q_{bm}

q_{vg}	V_j	V_v	V_b	P_j	P_v	P_b	q_{kj}	q_{jv}	q_{jb}
30	96,5	92,2	101,2	93	85	90,5	70	40	30
60	95	90,56	99	90	82	85	100	40	60
120	92	87,2	94,6	84	76	74	160	40	120
240	86	80,56	85,8	72	64	52	280	40	240
480	74	67,2	68,2	48	40	8	520	40	480

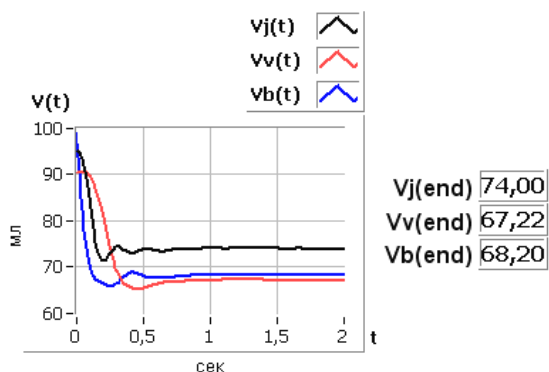
Загальні ts te d

Початкові умови $V_j(ts)$ $V_v(ts)$ $V_b(ts)$ $q_{kj}(ts)$

$P_j(0)$ $P_v(0)$ $P_b(0)$

Входи P_k $q_{jv}(0)$ $q_{jb}(0)$ q_{vg} q_{bm}

Стан



Властивості

pk_j ej U_j lk_j

p_{jv} ev U_v l_{jv}

p_{jb} eb U_b l_{jb}

Виходи

провідність жорсткість ненапружений об'єм обернена величина інерційності

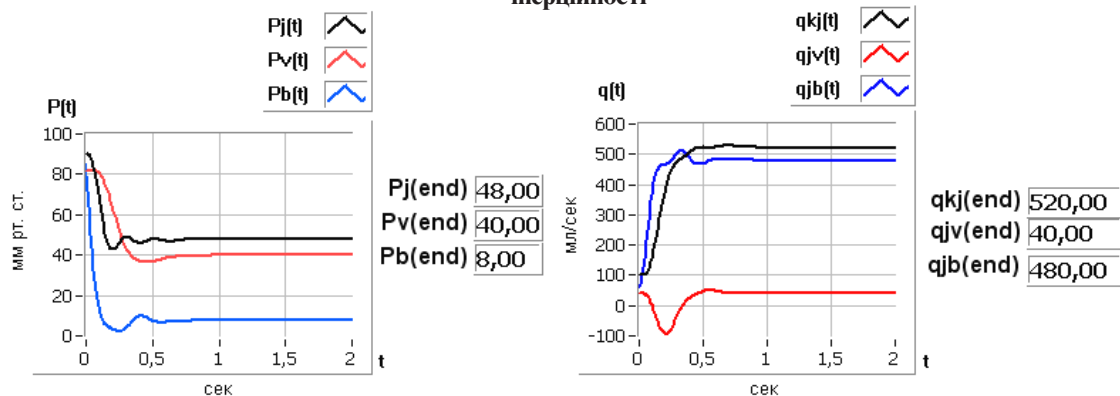


Рис. 8. Реакція V_j , V_v , V_b , P_j , P_v , P_b , q_{kj} , q_{jv} , q_{jb} на зміну q_{bm} від 60 мл/с до 480 мл/с. Пояснення в тексті.

Статичні залежності оцінок функції судини $V_j, V_v, V_b, P_j, P_v, P_b, q_{kj}, q_{jv}, q_{jb}$ від провідності ρ_{kj} відображені в таблиці 5. Час контролю збільшений до 5 секунд (для випадку $\rho_{kj} = 2,5 \text{ см}^3/(\text{тор}^*\text{с})$). Кровотік не міняється при багаторазовій зміні провідності.

Динаміка при стрибкоподібній зміні ρ_{kj} від 10 до 40 $\text{см}^3/(\text{тор}^*\text{с})$ показана на рисунку 9. Перехідні процеси характеризуються згасаючими коливаннями, що мають значні амплітуди, які можуть впливати на стан операційних швів і викликати неадекватні регуляторні реакції. Тут також підтверджується висновок про те, що в статистиці вплив провідності на кровотік і тиск невеликий, але в динаміці можуть виникати значні напруги.

Таблиця 5. Статичні залежності тиску, об'єму і потоку від провідності ρ_{kj}

ρ_{kj}	V_j	V_v	V_b	P_j	P_v	P_b	q_{kj}	q_{jv}	q_{jb}
2,5	80	73,89	87,0	60,01	52,01	55,01	99,98	39,99	59,99
5	90	85	95	80	72	75	100	40	60
10	95	90,56	99	90	82	85	100	40	60
20	97,5	93,33	101	95	87	90	100	40	60
40	98,75	94,72	102	97,5	89,5	92,5	100	40	60

Властивості	ρ_{kj}	e_j	U_j	l_{kj}
	<input type="text" value="40,00"/>	<input type="text" value="2,000"/>	<input type="text" value="50,00"/>	<input type="text" value="100,00"/>
	ρ_{jv}	e_v	U_v	l_{jv}
	<input type="text" value="5,00"/>	<input type="text" value="1,80"/>	<input type="text" value="45,00"/>	<input type="text" value="80,00"/>
	ρ_{jb}	e_b	U_b	l_{jb}
	<input type="text" value="12,00"/>	<input type="text" value="2,50"/>	<input type="text" value="65,00"/>	<input type="text" value="120,00"/>

провідність жорсткість ненапружений об'єм

обернена величина інерційності

Входи

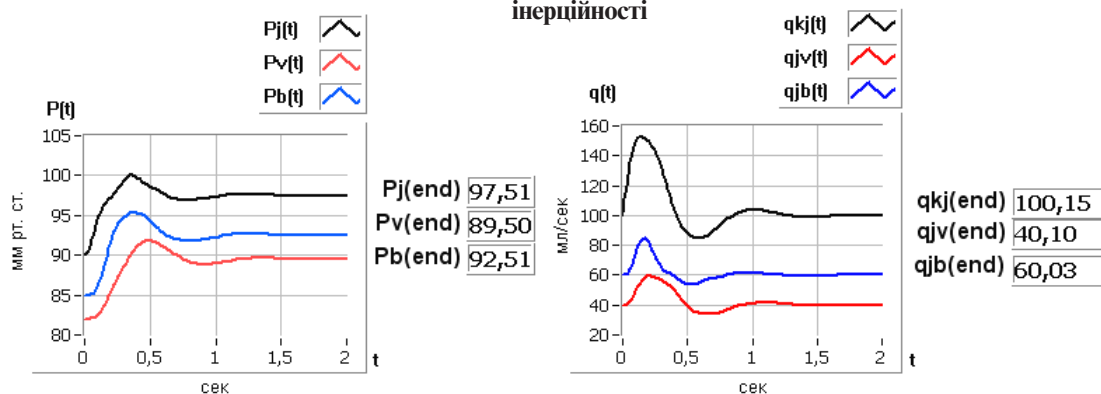


Рис. 9. Реакція $V_j, V_v, V_b, P_j, P_v, P_b, q_{kj}, q_{jv}, q_{jb}$ на зміну ρ_{kj} від 10 до 40 $\text{см}^3/(\text{тор}^*\text{с})$. (Пояснення в тексті)

Статичні залежності об'єму, тиску і потоку від жорсткості e_j представлені в таблиці 6. Динаміка зміни жорсткості від 2 до 0,125 $\text{тор}/\text{см}^2$ показана на рисунку 10. Час контролю збільшений до 6 секунд.

У статистиці об'єми, тиски і потоки при зміні жорсткості судини не змінюються, за винятком об'єму V_j ділянки біфуркації, де жорсткість e_j змінюється. Причому об'єм V_j міняється у бік зменшення при

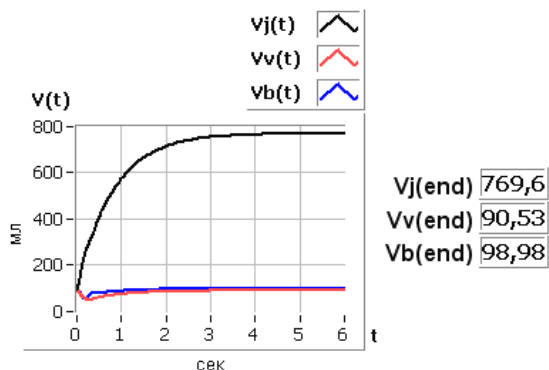
збільшенні жорсткості e_j , і значно збільшується при зменшенні жорсткості e_j . Характер перехідних процесів при зміні жорсткості для всіх оцінок функцій ділянки біфуркації має різко виражений коливальний характер, як при зменшенні e_j в чотири рази (рис. 10), так і при збільшенні e_j в два рази (рис. 11). Потоки на ділянках біфуркації мають сильно виражену негативну складову.

Таблиця 6. Статичні залежності тиску, об'єму і потоку від жорсткості судини e_j

e_j	V_j	V_v	V_b	P_j	P_v	P_b	q_{kj}	q_{jv}	q_{jb}
0,125	769,65	90,53	98,98	89,96	81,95	84,96	100,49	40,03	60,02
0,25	409,89	90,54	98,99	89,97	81,96	84,97	100,37	40,05	60,03
0,5	95	90,56	99	90	82	85	99,96	39,99	59,99
1	140	90,56	99	90	82	85	100	40	60
2	95	90,56	99	90	82	85	100	40	60
4	72,5	90,56	99	90	82	85	100	40	60

Загальні	t_s	t_e	d		
	0	6	0,000100		
Початкові умови	$V_j(t_s)$	$V_v(t_s)$	$V_b(t_s)$	$q_{kj}(t_s)$	
	95,00	90,56	99,00	100,00	
	$P_j(0)$	$P_v(0)$	$P_b(0)$		
	5,62	82,01	85,00		
Входи	P_k	$q_{jv}(0)$	$q_{jb}(0)$	q_{vg}	q_{bm}
	100,00	40,00	60,00	40,00	60,00

Стан



Властивості

ρ_{kj}	e_j	U_j	l_{kj}
10,00	0,125	50,00	100,00
ρ_{jv}	e_v	U_v	l_{jv}
5,00	1,80	45,00	80,00
ρ_{jb}	e_b	U_b	l_{jb}
12,00	2,50	65,00	120,00
провідність	жорсткість	ненапружений об'єм	обернена величина інерційності

Виходи

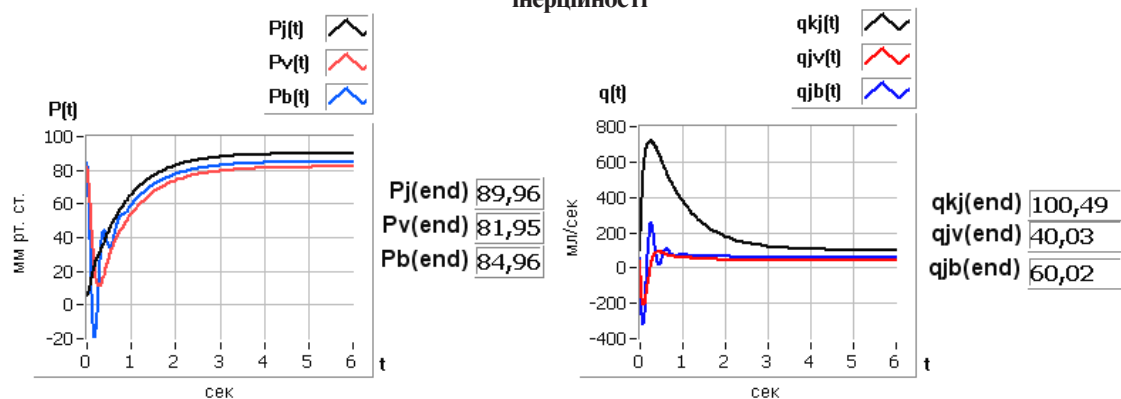
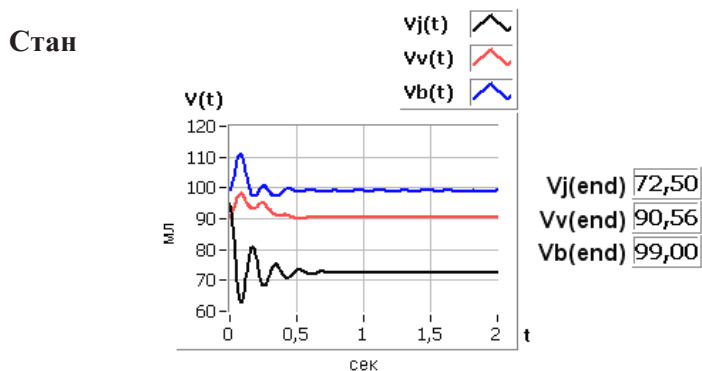


Рис.10. Реакція $V_j, V_v, V_b, P_j, P_v, P_b, q_{kj}, q_{jv}, q_{jb}$ на зменшення e_j від 2 тор/см³ до 0,125 тор/см³.

Пояснення в тексті.

Загальні	t_s 0	t_e 2	d 0,000100	
Початкові умови	$V_j(t_s)$ 95,00	$V_v(t_s)$ 90,56	$V_b(t_s)$ 99,00	$q_{kj}(t_s)$ 100,00
	$P_j(0)$ 180,00	$P_v(0)$ 82,01	$P_b(0)$ 85,00	
Входи	P_k 100,00	$q_{jv}(0)$ 40,00	$q_{jb}(0)$ 60,00	q_{vg} 40,00 q_{bm} 60,00



Властивості	ρ_{kj} 10,00	e_j 4,000	U_j 50,00	l_{kj} 100,00
	ρ_{jv} 5,00	e_v 1,80	U_v 45,00	l_{jv} 80,00
	ρ_{jb} 12,00	e_b 2,50	U_b 65,00	l_{jb} 120,00
Виходи	провідність	жорсткість	ненапружений об'єм	обернена величина інерційності

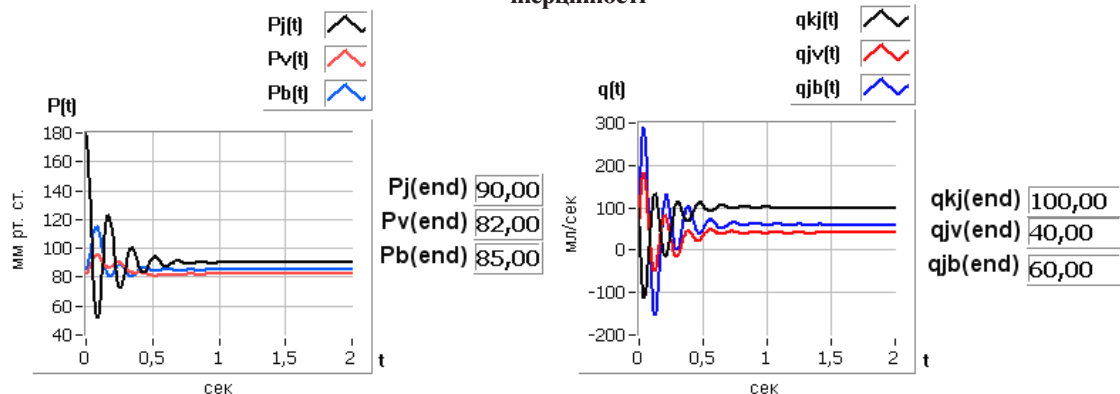


Рис. 11. Реакція V_j , V_v , V_b , P_j , P_v , P_b , q_{kj} , q_{jv} , q_{jb} на збільшення e_j від 2 до 4 тор/см³.
Пояснення в тексті.

Статичні залежності оцінок V_j , V_v , V_b , P_j , P_v , P_b , q_{kj} , q_{jv} , q_{jb} від ненапруженого об'єму U_j показані в таблиці 7. Час досягнення статичного стану (перехідного періоду) – близько півтори секунди. Видно, що і

кровотік, і тиск не змінюються. Досягнення нового статичного стану відбувається тільки за рахунок зміни об'єму V_j .

Таблиця 7. Статичні залежності тиску, об'єму і потоку від ненапруженого об'єму U_j

U_j	V_j	V_v	V_b	P_j	P_v	P_b	q_{kj}	q_{jv}	q_{jb}
12,5	57,5	90,56	99	90	82	85	100	40	60
25	70	90,56	99	90	82	85	100	40	60
50	95	90,56	99	90	82	85	100	40	60
100	145	90,56	99	90	82	85	100	40	60
200	245	90,56	99	90	82	85	99,9	40,01	60,02

Динаміка при зміні ненапруженого об'єму від $U_j = 12,50$ мл до $U_j = 12,50$ мл представлена на рисунку 12. Час контролю – 2 с. Об'єм крові на ділянці j різко зменшується наполовину, а потім приходить у стаке

положення. Характер усіх графіків коливальний. Потік крові на всіх ділянках різко падає до негативних значень, потім з великою амплітудою коливань повертається до колишньої величини.

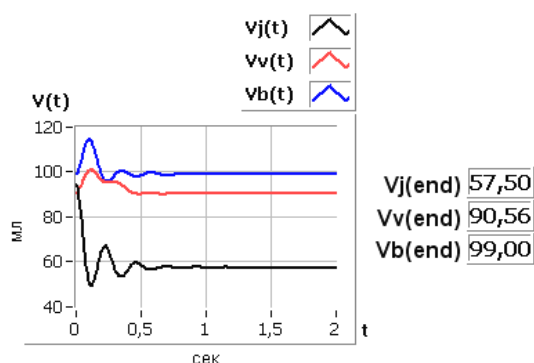
Загальні ts te d

Початкові умови $V_j(ts)$ $V_v(ts)$ $V_b(ts)$ $q_{kj}(ts)$

$P_j(0)$ $P_v(0)$ $P_b(0)$

Входи P_k $q_{jv}(0)$ $q_{jb}(0)$ q_{vg} q_{bm}

Стан



Властивості

rk_j ej U_j lk_j

rj_v ev U_v lj_v

rj_b eb U_b lj_b

провідність жорсткість ненапружений об'єм

обернена величина інерційності

Виходи

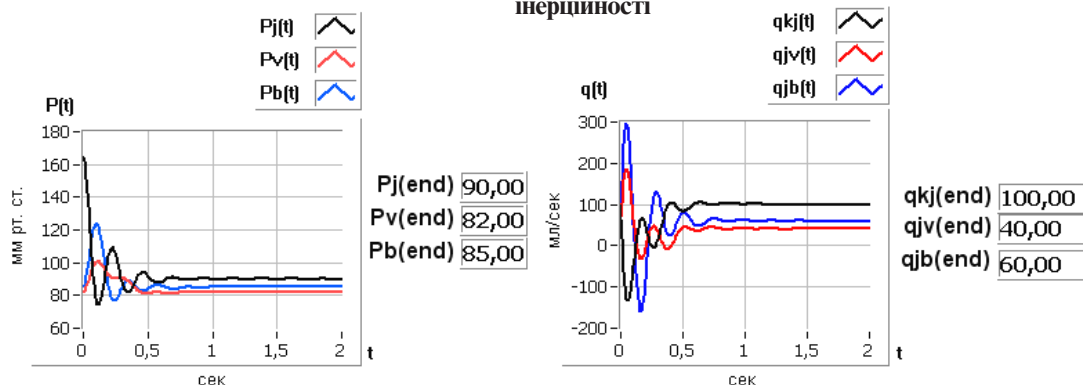


Рис. 12. Реакція $V_j, V_v, V_b, P_j, P_v, P_b, q_{kj}, q_{jv}, q_{jb}$ на зменшення U_j від 50 до 12,5 мл. Пояснення в тексті.

При збільшенні при U_j від 50 до 200 мл при збереженні тих же умов (рис. 12) характер перехідних процесів такий, як і при зменшенні U_j (рис. 13). Ще більш

значимо в динаміці зростає, а потім повертається до колишньої величини вхідний потік q_{kj} .

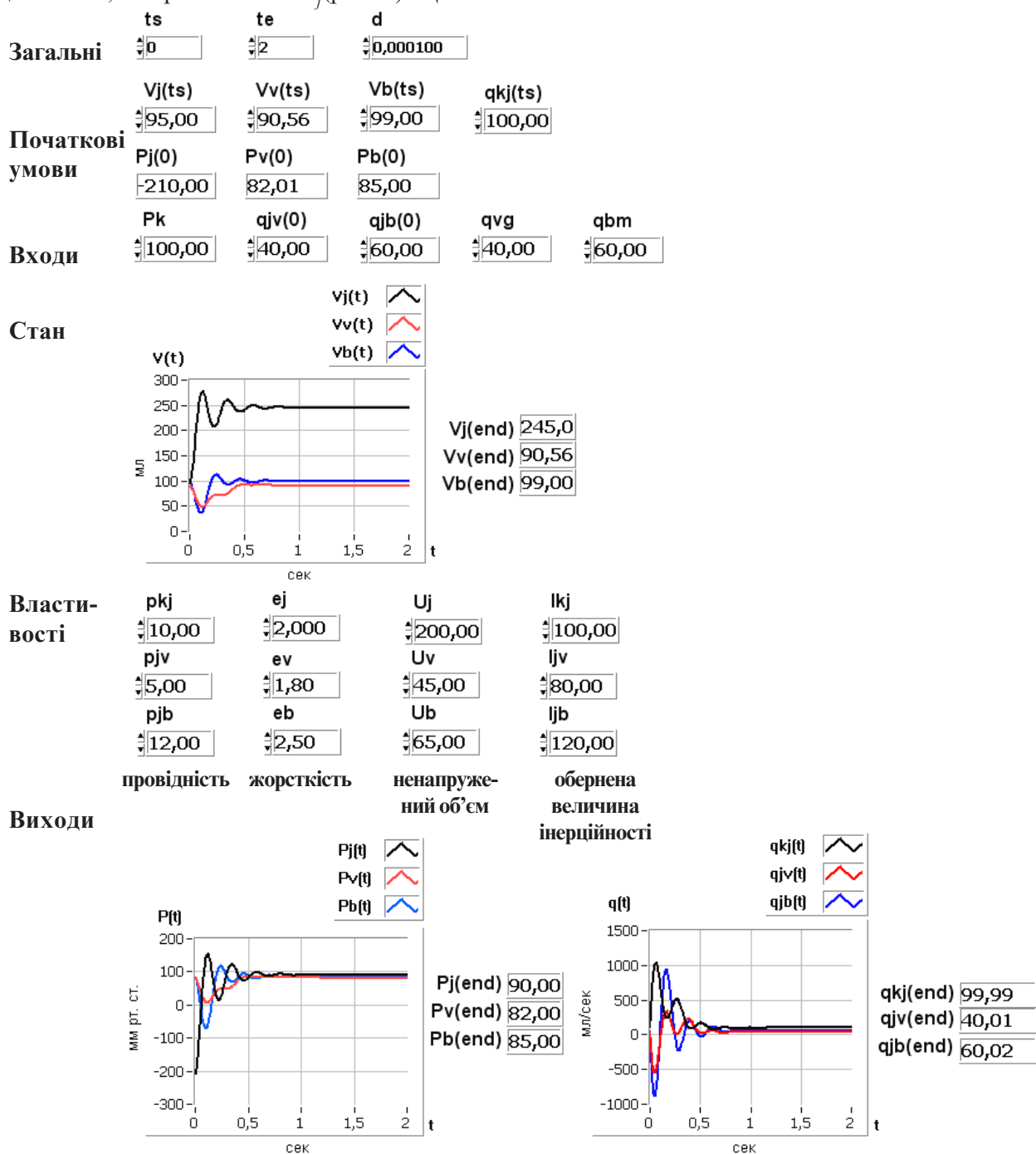


Рис. 13. Реакція V_j , V_v , V_b , P_j , P_v , P_b , q_{kj} , q_{jv} , q_{jb} на збільшення U_j від 50 до 200 мл. Пояснення в тексті.

Щоб оцінити роль інерційності, проведемо дослідження реакції функціонування при різних l_{kj} і зменшеному значенні початкового обсягу V_j в 2 рази, тобто $V_j(0)=47,50$ мл. Нехай значення інерційності відрізняються в два рази. Приймемо одне значення інерційності таким же, як у статичі $l_{kj}^{-1}=0,01$ (тор*с²)/см³ (зворотна величина інерційності $l_{kj}=100$ см³/(тор*с²)),

інше – 0,02 (тор*с²)/см³ ($l_{kj}=50$ см³/(тор*с²)). Для цих двох значень інерційності і зміні початкового наповнення судини $V_j(0)$ від 95 мл до 47,5 мл, одержимо два відповідні набори перехідних процесів зміни об'ємів, тисків і потоків. На рисунку 14 показані перехідні процеси при зміні об'єму V_j від 95 мл до 47,5 мл і $l_{kj}=100$ см³/(тор*с²). Час контролю – 2 с.

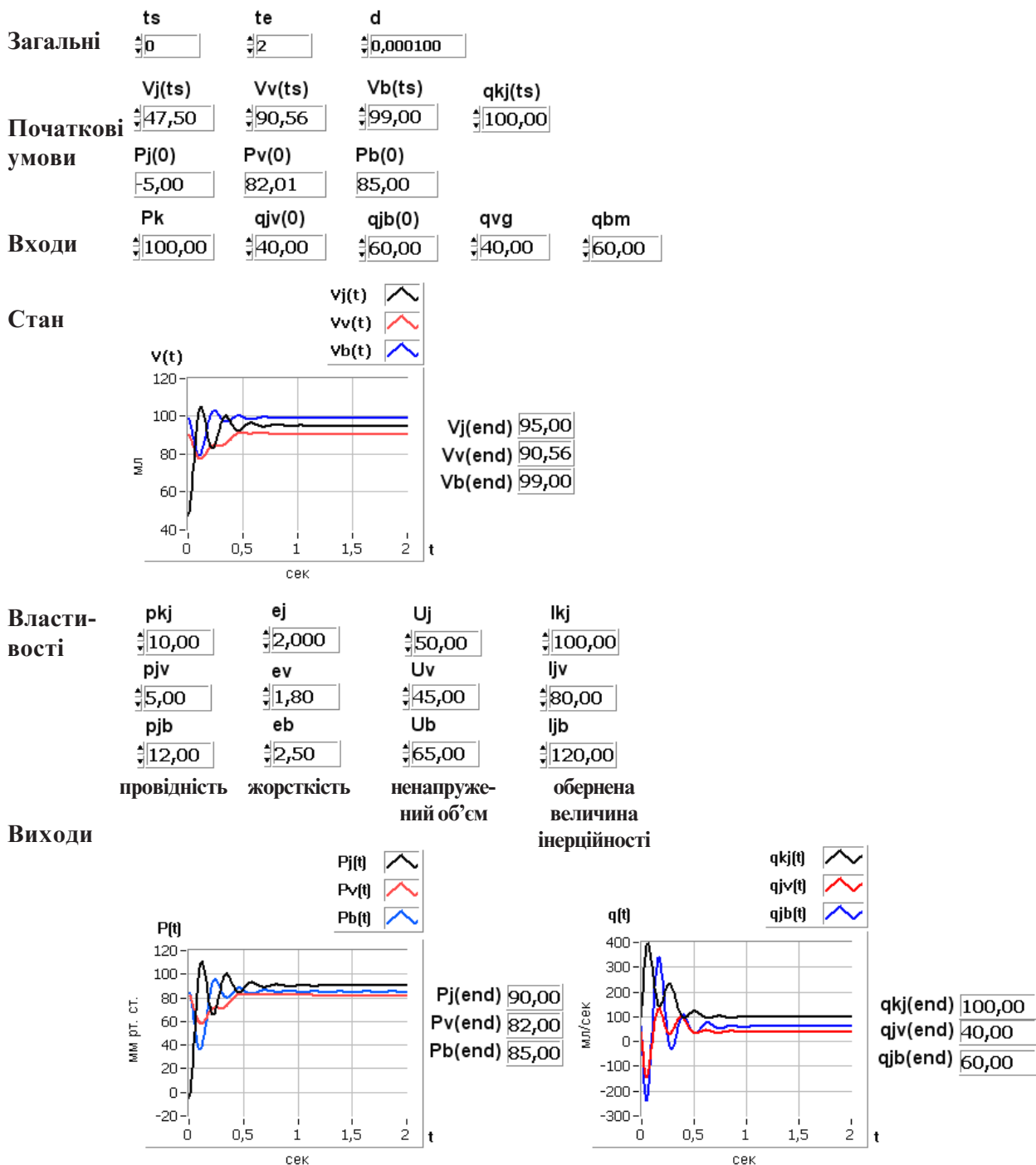
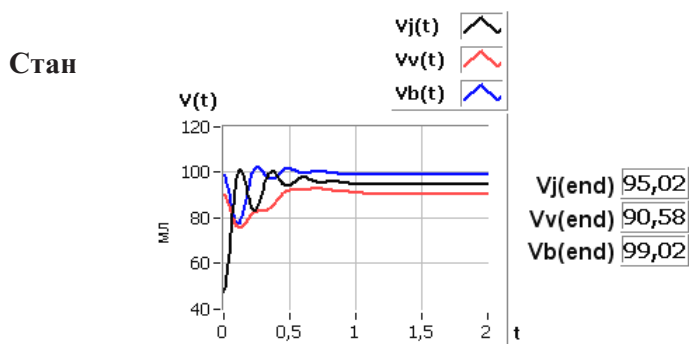


Рис. 14. Реакція $V_j, V_v, V_b, P_j, P_v, P_b, q_{kj}, q_{jv}, q_{jb}$ при зміні $V_j(0)$ від 95 мл до 47,5 мл і $l_{kj} = 100 \text{ см}^3/(\text{тор} \cdot \text{с}^2)$. Пояснення в тексті.

На рисунку 15 представлений той же перехідний процес при тій же зміні об'єму $V_j(0)$ і зворотній величині інерційності $l_{kj} = 50 \text{ см}^3/(\text{тор} \cdot \text{с}^2)$.

Загальні	ts	te	d	
	0	2	0,000100	
Початкові умови	Vj(ts)	Vv(ts)	Vb(ts)	qkj(ts)
	47,50	90,56	99,00	100,00
	Pj(0)	Pv(0)	Pb(0)	
	-5,00	82,01	85,00	
Входи	Pk	qjv(0)	qjb(0)	qvg
	100,00	40,00	60,00	40,00
				qbm
				60,00



Властивості	pkj	ej	Uj	lkj
	10,00	2,000	50,00	50,00
	pjv	ev	Uv	ljv
	5,00	1,80	45,00	80,00
	pjb	eb	Ub	ljb
	12,00	2,50	65,00	120,00

провідність жорсткість ненапружений об'єм

обернена величина інерційності

Виходи

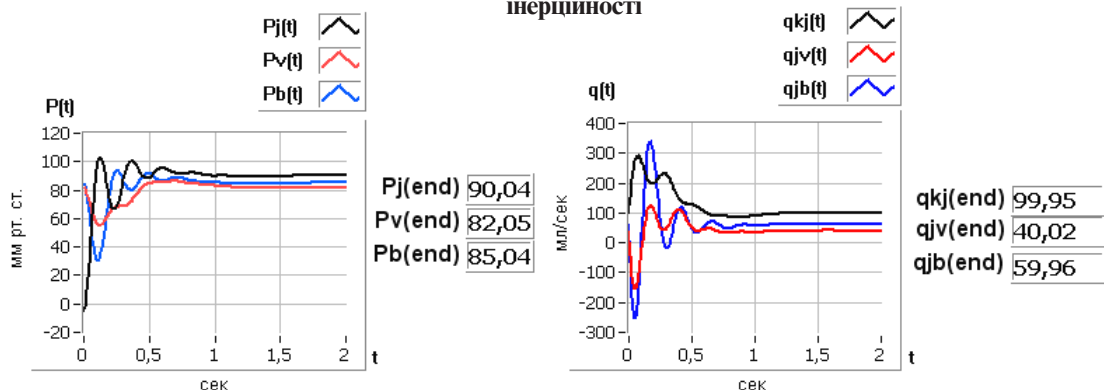


Рис. 15. Реакція V_j , V_v , V_b , P_j , P_v , P_b , q_{kj} , q_{jv} , q_{jb} при $V_j(0)=47,5$ мл і $l_{kj}=50$ см³/(тор*с²). Пояснення в тексті.

Видно, що розходження в перехідних процесах є, але воно невелике. При збільшенні інерційності коливальний характер перехідного процесу більш виражений. Треба відзначити, що як сама зміна інерційності, так і зміна початкового наповнення $V_j(0)$ (і те й інше в 2 рази) істотні.

Для порівняння розглянемо збільшення інерційності від 0,01 (тор*с²)/см³ до 0,1 (тор*с²)/см³ (зворотна величина інерційності l_{kj} від 100 до 10 см³/(тор*с²)) при збереженні тих же умов (рис. 16). Перехідний процес має коливальний характер, що збільшує час дослідження до 8 секунд.

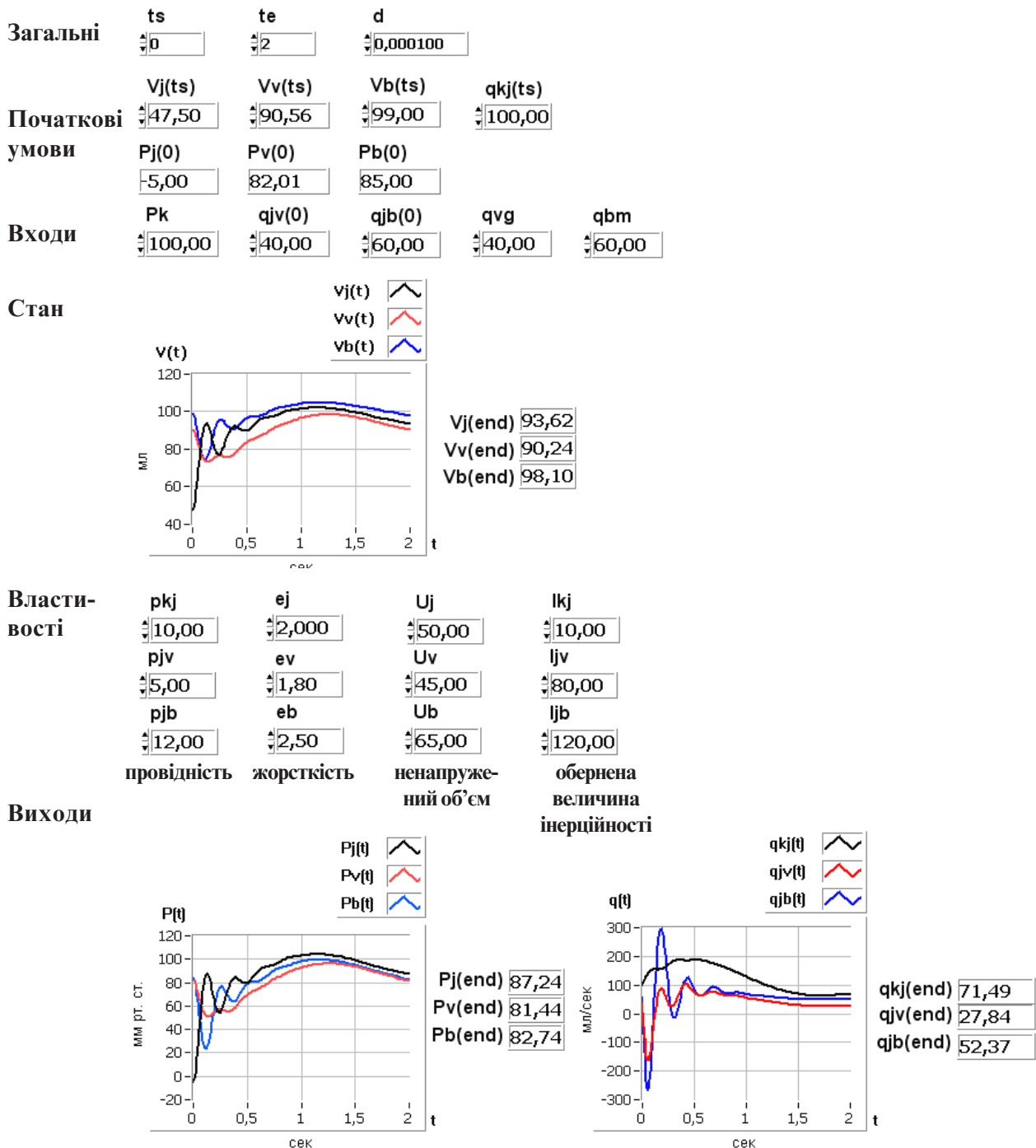


Рис. 16. Реакція V_j , V_v , V_b , P_j , P_v , P_b , q_{kj} , q_{jv} , q_{jb} при $V_j(0)=47,5$ мл і зміні l_{kj} від $100 \text{ см}^3/(\text{тор}^*\text{с}^2)$ до $10 \text{ см}^3/(\text{тор}^*\text{с}^2)$. Пояснення в тексті.

Ще більше збільшення інерційності l_{kj} від $100 \text{ см}^3/(\text{тор}^*\text{с}^2)$ до $1 \text{ см}^3/(\text{тор}^*\text{с}^2)$ приводить до тривалих виражених коливань об'єму, тиску і потоку. Час контролю збільшується до 60 с. Перехідний процес при

початкових умовах $V_j=47,5$ мл, тобто відмінних від статички в 2 рази в бік зменшення, і заданому збільшенні зворотної величини інерційності до $l_{kj} = 1 \text{ см}^3/(\text{тор}^*\text{с}^2)$ показаний на рисунку 17.

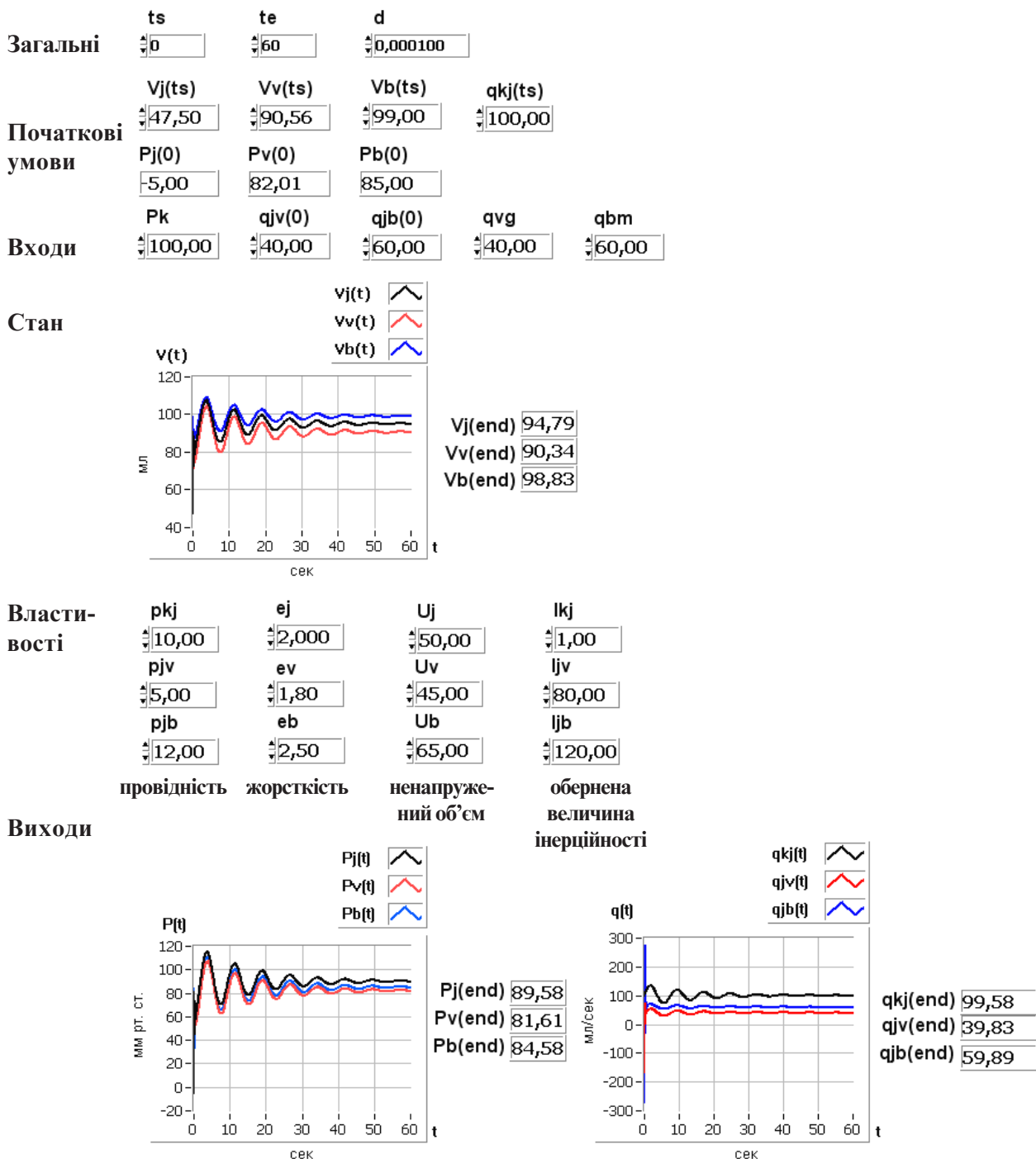


Рис. 17. Реакція $V_p, V_v, V_b, P_p, P_v, P_b, q_{kp}, q_{jv}, q_{jb}$ при $V_j(0)=47,5$ мл і зміні l_{kj} від $100 \text{ см}^3/(\text{тор} \cdot \text{с}^2)$ до $1 \text{ см}^3/(\text{тор} \cdot \text{с}^2)$. Пояснення в тексті.

Таким чином, зміна інерційності веде до значних за часом і амплітудою перехідних процесів у біфуркації судини.

Висновок. Ми представили досить наближений опис біфуркації судинного русла, який необхідний для побудови серцево-судинної мережі. Він корисний для розуміння відносин між оцінками, що характеризують потік, тиск і об'єм, і властивостями судини – провідністю, жорсткістю, інерційністю і тонусом.

Проведені дослідження показали, що статичні характеристики не завжди виявляють при зміні властивостей судин небезпеки, що впливають на цілісність ендотелію судин або операційних швів.

Дослідження динамічних режимів при зміні властивостей судин показують наявність значних амплітуд коливань об'ємів, тисків, потоків, що можуть приймати і негативні значення при початкових і вхідних величинах, що лежать у межах фізіологічних властивостей.

Порівняння результатів досліджень статичної і динаміки елементарної судинної ділянки, проведених у роботі [4], з дослідженнями біфуркації судини, виконаними в даній роботі, показують схожість статичних і динамічних процесів. Однак зміни об'ємів, тисків, потоків у відгалуженнях біфуркації судини мають свої особливості, які потрібно враховувати. Наприклад, відгалуження в біфуркації судини мають різні властивості, що впливає як на статичні характеристики, так і на динаміку процесів. Розмаїтість комбінацій властивостей ділянок біфуркації судини вимагає спеціальних досліджень у кожному конкретному випадку. Основою таких досліджень може бути представлена модель. Тому актуальною є наявність моделі біфуркації судини, реалізованої в ефективному

для практичного дослідження середовищі програмування LabVIEW.

Відомі моделі судинної ділянки і біфуркації, описані в частинних похідних. На відміну від цих моделей, при описі біфуркації за допомогою звичайних диференціальних рівнянь (із загальноприйнятими компартаментами) є наступні переваги: простота одержання чисельного розв'язку, при доброму узгодженні з теоретичними моделями гемодинаміки, що описані в часткових диференціальних рівняннях; початкові умови і параметри моделі можуть бути визначені за результатами фізіологічного експерименту і клінічного контролю; модель відображає рух потоку крові в такому вигляді, для якого є методи аналізу, ідентифікації і синтезу.

1. (),
1 //
2006. – 3. – . 37–44.
2. (),
.
2 //
. – 2007. – 1. – . 64–70.
3.
– . : , 1991. – 256 .
4.
LabVIEW,
//
. – 2006. – 4. – . 67–81.
5.
//
. – 2007. – 4.
– . 63–71.
6. Sonnenblick E. R., Downing S. E. After load as a primary determinant of ventricular performance // Amer. J. Physiol. – 1963. Vol. 204, 4. – P. 604.
7. Defares Y. J., Osborn J. J., Hiroshi H. H. Theoretical synthesis of the cardiovascular system. Study I The controlled system // Acta Physiol. Pharmacol. – 1963. Vol. 12, 3. – P. 189 – 265.
8. Bugliarello G, Hsiao CC. The mechanism of phase separation at bifurcations. An introduction to the problem in the microcirculatory system. // Bibl Anat. 1965; P. 363–367
9. Perktold K., Rappitsch G. Computer simulation of local blood flow and vessel mechanics in a compliant carotid artery bifurcation model // J. Biomech. – 1995, Vol. 28, P. 845–856.
10. Abakumov M.V., Gavriilyuk K.V., Favorskii A.P., et al. Mathematical Model of Hemodynamics of Cardiovascular System. J. Differential. Equations, 1997, 3 (7), P. 892–898.
11. Veneziani A. Mathematical and Numerical Modelling of Blood Flow Problems/ PhD thesis, Politecnico di Milano, Italy, 1998.
12. Formaggia L., Nobile F., Quarteroni A., Veneziani A. Multiscale modelling of the circulatory system: A preliminary analysis // Comput. Visual. Sci. – 1999, 2, P. 75–83.
13. Quarteroni A. Modeling the cardiovascular system: a mathematical adventure – Part II // SIAM News 2000, 34 (6).
14. Canic S. Blood flow through compliant vessels after endovascular repair: Wall deformation induced by the discontinuous wall properties, submitted to Comput // Visual. Sci., 2001.
15. Haljasmaa IV, Robertson A.M., Galdi G.P. On the effect of apex geometry on wall shear stress and pressure in two-dimensional models of arterial bifurcations, to appear // Math. Models Meth. Appl. Sci., 2001.
16. Stroud J.S., Berger S.A., Saloner D. Numerical Analysis of Flow Through a Severely Stenotic Carotid Artery Bifurcation // J. Biomech. Eng. – February 2002, P. 3–12.
17. Bushi D, Grad Y, Einav S et al. Hemodynamic evaluation of embolic trajectory in an arterial bifurcation: an in-vitro experimental model // Stroke 2005 Dec; 36(12), P. 696–700.

ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ АВТОРІВ ЖУРНАЛУ «МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА ТА ІНЖЕНЕРІЯ»

Програмними цілями науково-практичного журналу «Медична інформатика та інженерія» є інформування працівників галузі охорони здоров'я України, науковців, викладачів медичних вищих навчальних закладів, співробітників науково-дослідних інститутів медичного і біологічного профілю та громадськості про результати фундаментальних і прикладних досліджень з медичної інформатики та інженерії, про сучасні тенденції й процеси інформатизації, що відбуваються в медичній галузі.

Журнал «Медична інформатика та інженерія» приймає до публікації статті, короткі повідомлення, листи до Редакції, що містять оригінальні матеріали досліджень із наступних тем:

1. Інформатизація системи охорони здоров'я.
2. Медичні інформаційні, експертні та інтелектуальні системи.
3. Інформаційні технології системних досліджень в медицині та біології.
4. Проблеми управління в медичних та біологічних системах.
5. Госпітальні інформаційні системи.
6. Оптимізація управління процесами профілактики, діагностики, лікування та реабілітації хворих.
7. Телемедичні технології.
8. Математичне моделювання в медицині, фармакології та біології.
9. Доказова медицина.
10. Медична інженерія та електроніка.
11. Інформаційні технології отримання, збереження, передачі та аналізу медичної та біологічної інформації.
12. Отримання та аналіз медичних та біологічних зображень і сигналів.
13. Комп'ютерна діагностика захворювань і комп'ютерне прогнозування перебігу та наслідків патологічного процесу.
14. Розробка та використання біометричних методів.
15. Структуризація знань, бази знань, організація пошуку та обробки знань, розповсюдження знань.
16. Сучасні інформаційні технології в медичній та біологічній освіті. Засоби самоосвіти.
17. Теорія та практика дистанційної освіти.
18. Проблеми побудови «суспільства знань».
19. Інформатика, суспільство та національна безпека.
20. Тенденції розвитку медичної та біологічної інформатики та інженерії.

За рішенням редакційної колегії до друку також можуть прийматися огляди з актуальних питань медичної інформатики та інженерії, описи перспективних наукових досліджень, рецензії, довідкові та інформаційні матеріали, навчально-методичні матеріали, оголошення щодо наукових заходів і повідомлення рекламного змісту.

Рішення щодо публікації приймається редакційною колегією на підставі результатів рецензування статей. Редакція не бере на себе зобов'язань щодо роз'яснення причин відмови від публікації статті. Надіслані до редакції матеріали авторам не повертаються. Рукописи мають представляти матеріали, що не були опубліковані раніше та не були подані до інших видань.

Вимоги щодо підготовки рукопису

Рукописи повинні надсилатися в двох примірниках українською, російською чи англійською мовою і супроводжуватися файлами тексту (*.rtf або *.doc) та малюнків (*.jpg або *.tif) на дискеті чи диску. Електронна та паперова версії статті мають бути ідентичними. Електронна копія може бути надіслана також електронною поштою.

Обсяг оригінальної статті, включаючи таблиці, рисунки, список літератури, резюме, не повинен перевищувати 8 сторінок, обсяг проблемної статті, огляду літератури, лекції - 12 сторінок, короткого повідомлення, рецензії тощо – до 5 сторінок.

До рукопису необхідно додати: (а) супровідний лист від керівника закладу (підрозділу), в якому виконувалася робота з рекомендацією до друку та (б) експертний висновок, завірений печаткою, щодо можливості відкритої публікації матеріалів дослідження. За відсутності експертного висновку всю відповідальність за подану інформацію несуть автори. Вартість видавничих послуг відшкодовують автори. Всі автори мають поставити підписи на першій сторінці статті.

Статті, що містять оригінальні матеріали досліджень, мають бути структуровані відповідно до вимог п. 3 Постанови Президії ВАК України № 7-05/1 від 15.01.2003 р., оформлені з врахуванням рекомендацій ВАК України щодо публікації матеріалів дисертацій та з дотриманням основних вимог ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».

Усі одиниці фізичних величин слід наводити відповідно до Міжнародної системи одиниць (СІ) згідно з вимогами групи стандартів ДСТУ 3651-97 «Одиниці фізичних величин»; у разі обґрунтованого використання несистемних одиниць вимірювання слід представити приклад їх переведення в систему СІ. Медична термінологія має відповідати Міжнародній класифікації хвороб (МКХ-10). Назви фірм, приладів, реактивів і препаратів необхідно наводити в оригінальній транскрипції.

Титульний аркуш:

УДК- у верхньому лівому куті.

Назва статті (по центру, півжирним шрифтом, кегль - 16). У назві статті не допускається використання скорочень.

Прізвище та ініціали автора(-ів) (по центру).

Повна назва установи.

Анотація: до 200 слів.

Ключові слова: до вісьмох слів.

Основна частина статті містить наступні розділи: вступ (постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями, аналіз останніх опублікованих досліджень, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, виділення невирішеної частини загальної проблеми, якій присвячена означена робота).

Мета дослідження. Матеріал і методи дослідження (викладення об'єкта дослідження і методик, опис яких повинен бути достатнім для розуміння їх доцільності і можливості відтворення. У випадку проведення експериментальних досліджень з тваринами слід вказувати вид, стать, кількість тварин, методи анестезії при маніпуляціях, пов'язаних із завданням тваринам болу, метод евтаназії. обов'язковим є зазначення методик статистичного аналізу з обґрунтуванням вибору критеріїв достовірності оцінок). Результати й обговорення (викладається основний фактичний матеріал, проводиться повне обґрунтування отриманих наукових результатів, висловлення власного судження щодо одержаних результатів, його порівняння з тлумаченням подібних даних, наведених іншими авторами). Висновки. Перспективи подальших досліджень (подається бачення автора перспективності подальших шляхів до розв'язання проблеми, висвітленої у роботі). Література (друкується в порядку згадування джерел у тексті, у квадратних дужках).

Весь текст повинен бути надрукований через 1,5 інтервала, шрифт Times New Roman, кегль – 14, з одного боку листа на білому папері формату А4 (1800-2000 друкованих знаків на сторінці). Поля: зліва – 3 см, справа – 1,5 см, зверху та знизу – 2,5 см. Текст набирати в одну колонку. Прийнятні формати текстового файлу: MS Word (rtf, doc).

Підзаголовки повинні бути надруковані прописними літерами, півжирним шрифтом.

Рівняння необхідно друкувати у редакторі формул MS Equation Editor, що входить до складу текстового редактора MS Word.

Список літератури повинен формуватися послідовно, в порядку появи посилання в тексті статті. Для оформлення посилань на книги та журнали використовувати відповідні формати, наприклад:

1. Амосов Н.М., Касаткин А.М., Касаткина Л.М., Талаев С.А. Автоматы и разумное поведение. –К.: Наук.думка, 1973. – 374 с.

2. Вороненко Ю.В., Мінцер О.П. Технології дистанційного навчання у практичній медицині // Журнал сучасного лікаря. Мистецтво лікування. –2005. – № 7. – С. 8–11.

Рисунки - шириною до 8 см або до 16 см кожен подаються на окремому аркуші. На зворотній стороні вказати номер рисунка, прізвище першого автора, підпис до рисунка (скорочено) та відмітки “Верх”, “Низ”. Усі рисунки повинні бути пронумеровані в порядку їх появи в тексті. Товщина осі на графіках повинна складати 0,5 pt, товщина кривої - 1,0 pt. Одиниці виміру на осях графіків повинні бути позначені після коми (не в круглих дужках). Рисунки повинні бути якісні, розміри підписів до осей та шкали - 10 pt при вказаних вище розмірах рисунка. Прийнятні графічні формати для рисунків: TIF, JPEG. Рисунки, створені за допомогою програмного забезпечення для математичних і статистичних обчислень, повинні бути перетворені до одного з цих форматів.

Ілюстрації приймаються до друку тільки високоякісні. Підписи і символи повинні бути вдруковані. При скануванні слід забезпечити роздільну здатність зображення 300 dpi. Пріоритетним є надсилання оригіналів ілюстрацій. Невеликі за об'ємом ілюстрації можна розміщувати по ходу тексту статті.

Фотографії повинні надаватися у вигляді оригінальних контрастних відбитків. У підписах до мікрофотографій вказувати збільшення і метод фарбування матеріалу. Не приймаються до друку негативи, слайди.

Таблиці повинні бути представлені на окремих аркушах. Таблиці повинні мати короткі заголовки і власну нумерацію. Відтворення одного і того ж матеріалу у вигляді таблиць і рисунків не допускається.

Діаграми, графіки бажано створювати у Microsoft Excel.

Підписи до рисунків і таблиць повинні бути надруковані в рукописі після списку літератури на окремому аркуші.

Розширена анотація до статті - подається двома мовами (наприклад, якщо основний текст статті написаний українською мовою, то дві розширені анотації подаються російською та англійською); обсяг – 1 сторінка; містить: (а) назву статті, (б) прізвища та ініціали авторів, (в) електронні адреси авторів, (г) повна назва установи, (д) реферат статті до 400 слів, (є) ключові слова.

Інформація про авторів - подається на окремому аркуші і містить наступні відомості про кожного: прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання, місце роботи, посада, службова адреса, телефон, факс і електронна пошта. Прізвище автора, з яким слід вести листування, має бути підкреслено.

Статті, оформлені без дотримання вищевказаних вимог, не реєструються. У першу чергу друкуються статті передплатників журналу, а також матеріали, що замовлені редакцією. Редакція залишає за собою право виправляти термінологічні та стилістичні помилки; за погодженням з авторами усувати зайві ілюстрації та скорочувати текст.

Рукописи направляти за адресою:

04112, м. Київ, вул. Дорогожицька, 9,
Національна медична академія післядипломної освіти
ім. П.Л. Шупика,
Редакція журналу «Медична інформатика та інженерія»
Електронна пошта: miejournal@nmapo.edu.ua

Публікація статей платна. Вартість - 15 грн. за 2000 знаків (1 сторінка). Оплата здійснюється після отримання повідомлення про позитивне рішення щодо публікації статті.

Оплату за статті переказувати на розрахунковий рахунок одержувача:

Тернопільський державний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського
КОД 02010830
р/р 35224001000151 в ГУДКУ в Тернопільській обл.,
МФО 838012
В призначенні платежу вказувати: «За друкування статті».

Квитанцію про оплату надсилати на адресу:

Видавництво „Укрмедкнига”,
46001, м. Тернопіль, майдан Волі, 1
тел.: (+380352) 43-49-56, факс (+380352) 52-80-09
e-mail: publishhouse@tdmu.edu.ua.

МОДЕЛІ ІНТЕРАКТИВНОЇ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В МЕДИЦИНІ: ПІДХІД НА ОСНОВІ JAVA3D – ТЕХНОЛОГІЇ. ЧАСТИНА 1

В.П. Марценюк , І.Б. Меленчук

*Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського
melenchuk_i@mail.ru*

У статті досліджуються загальні теоретичні підходи комп'ютерної графіки. Вводиться поняття графу сцени та його основних компонент. Показане практичне використання бібліотеки Java3D на прикладі розробки переглядача .obj-файлів анатомічних зображень.

Ключові слова: віртуальна реальність, Java3D, комп'ютерна графіка.

МОДЕЛИ ИНТЕРАКТИВНОЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В МЕДИЦИНЕ: ПОДХОД НА ОСНОВЕ JAVA3D – ТЕХНОЛОГИИ. ЧАСТЬ 1

В.П. Марценюк, И.Б. Меленчук

*Тернопольский государственный медицинский университет имени И.Я. Горбачевского
melenchuk_i@mail.ru*

В статье исследуются общие теоретические подходы компьютерной графики. Вводится понятие графа сцены и его основных компонент. Показано практическое использование библиотеки Java3D на примере разработки просмотрщика .obj-файлов анатомических изображений.

Ключевые слова: виртуальная реальность, Java3D, компьютерная графика.

MODELS OF INTERACTIVE VIRTUAL REALITY IN MEDICINE: APPROACH ON THE BASIS OF JAVA3D-TECHNOLOGIES. PART 1

V.P. Martsnyuk, I.B. Melenchuk

*Ternopil State Medical University by I.Ya. Horbachevsky
melenchuk_i@mail.ru*

General theoretical approaches to computer graphics are investigated in the paper. The notion of scene graph and its basic components is introduced. Practical application of Java3D library using example of development of obj-files viewer for anatomical images is shown.

Key words: virtual reality, Java3D, computer graphics.

Вступ. Комп'ютерна графіка вивчає теорію і методи моделювання, обробки і візуалізації графічних об'єктів в комп'ютерах. Головна мета комп'ютерної графіки – побудувати віртуальний світ графічних об'єктів і візуалізувати сцену віртуальної моделі на основі певного споглядання на графічному пристрої, як показано на рисунку 1.

У роботах [1-22] наведено головні програмні засоби, які використовувалися в комп'ютерній графіці – серед них були як низько- (OpenGL, DirectX), так і високорівневі (VRML, 3D Studio Max). Java3D є чи не першим некомерційним Web-інтегрованим продуктом.

Метою даної статті є дослідити основні поняття комп'ютерної графіки у їх застосуванні до віртуальної реальності, створеної на основі API-бібліотеки Java 3D.

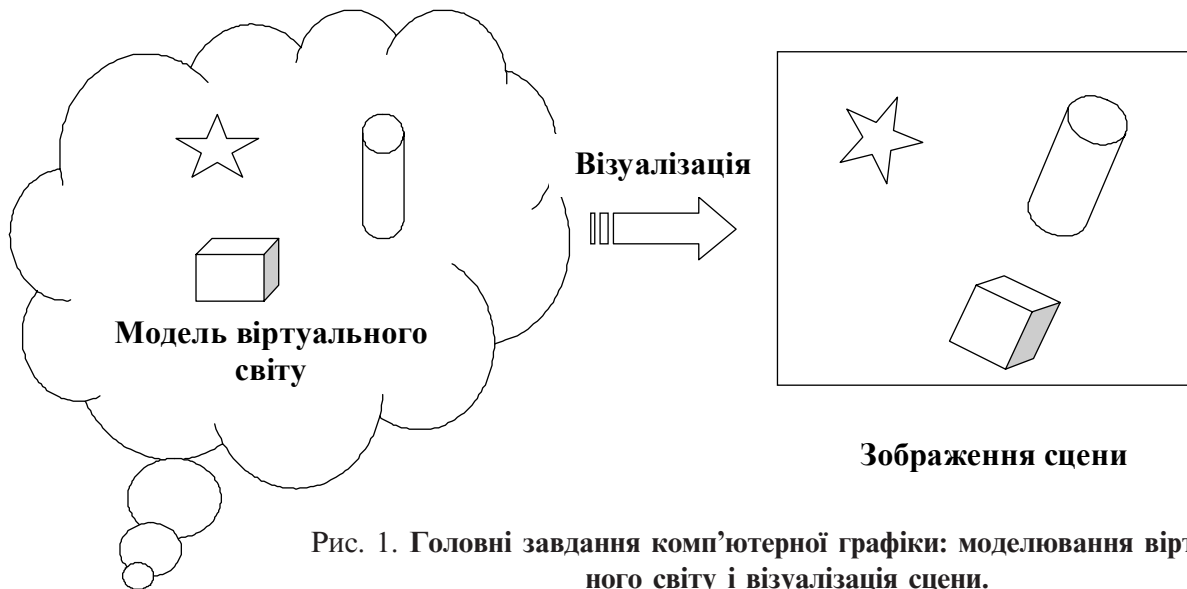


Рис. 1. Головні завдання комп'ютерної графіки: моделювання віртуального світу і візуалізація сцени.

Основні поняття 3-вимірної графіки в бібліотеці Java 3D. Графічна система переважно складається з двох головних компонент: модельєр та візуалізатор. Модельєр відповідає за побудову моделей віртуального світу, а візуалізатор виконує візуалізацію сцени.

Переважно графічні об'єкти, що моделюються, знаходяться у 2- або 3-вимірному просторі. Цей загальний простір, що містить усі графічні об'єкти, називається **світовим простором**. Звізуалізована сцена світового простору – головний результат графічної системи – переважно знаходиться у 2-вимірному вигляді. Отже, методика, що входить у 2- та 3-вимірні графіки, значно відрізняються. Оскільки задачі 3-вимірної графіки значно складніші, то 2- і 3-вимірні графіки часто досліджуються як окремі питання.

Графічні об'єкти, що моделюються у світовому просторі, переважно є геометричними сутностями, такими як лінії і поверхні, але вони також включають інші спеціальні об'єкти, такі як освітлення, тексти та зображення. Графічні об'єкти можуть мати багато характеристик і властивостей, таких як колір, прозорість і текстура.

Для моделювання геометричних об'єктів використовуються різноманітні математичні представлення. Прямолінійні сегменти та прості многокутники забезпечують прості та компактні представлення. Потрібно зберігати лише вершини структур і це легко реалізується. Складніші представлення включають сплайнові криві та поверхні. Це вимагає збереження порівняно небагатьох контрольних точок.

Геометричні перетворення застосовуються до об'єктів для того, щоб отримати відповідне розмі-

щення об'єктів у віртуальному просторі. Перетворення такого типу називаються **перетвореннями об'єктів**. Перетворення також використовуються для споглядання. Вони відомі як **перетворення споглядань**. Корисним сімейством геометричних перетворень є афінні перетворення, які включають найзагальніші їх види, такі як перенесення, обертання, масштабування і віддзеркалення. Більш загальний набір перетворень – проєктивні перетворення – є корисними для 3-вимірних споглядань.

Споглядання використовується для того, щоб побачити модель у віртуальному світі з певної перспективи. Процес 2-вимірних споглядань є відносно простим. Перетворення споглядання переважно не відрізняється від перетворення об'єкта. 3-вимірне споглядання значно складніше. Подібно до очей або камер 3-вимірні споглядання включають процес проєкції, який відображає 3-вимірні об'єкти на 2-вимірну площину. Багато параметрів, таких як проєкція, позиція споглядання, орієнтація і поле зору можуть впливати на 3-вимірну візуалізацію.

Для того, щоб отримати реалістичну візуалізацію віртуального світу потрібно вирішити ряд задач візуалізації. Потрібно коректно відобразити відносно розміщення об'єктів у візуалізовані зображення. Наприклад, об'єкт може бути прихований за іншим об'єктом. При цьому прихована частина не повинна бути показана на зображенні. Слід розглядати джерела світла з різними характеристиками. На вигляд впливають властивості матеріалів об'єктів.

Можливості і характеристики апаратних пристроїв мають великий вплив на графічні системи. Найпо-

ширенішими пристроями виводу для відображення результатів графічної візуалізації є відеомонітори та принтери. До інших пристроїв виводу належать плоти та голографічні проектори. Широко розповсюдженими пристроями вводу є мишки, джойстики та табло з ручками. Також існують більш вишукані пристрої вводу і сенсори, такі як трекери з шістьма ступенями свободи.

Анімація є також важливою частиною комп'ютерної графіки. Замість непорушних зображень анімація дає динамічний графічний контент та візуалізацію. У застосуваннях, таких як візуалізація кіносцен та ігри, анімація відіграє вирішальну роль. Іншим динамічним аспектом комп'ютерної графіки є інтерактивність. У відповідь на вводи користувача графічна модель може відповідно змінюватися. Фундаментальний принцип GUI (графічного інтерфейсу користувача) ґрунтується на взаємодіях користувача з графічними системами.

Комп'ютерна графіка має широку область застосування. Популярність середовищ GUI зробила графіку складовою частиною програм для звичайних користувачів. CAD (дизайн за допомогою комп'ютерів) та інші інженерні пристрої залежать від графічних систем. Візуалізація даних та інші наукові застосування також широко використовують графіку. З розвитком нових комп'ютерних методик, таких як СТ, PET та MRI, медичні системи все більше застосовують технології комп'ютерної графіки.

Традиційно комп'ютерна графіка повинна бути пов'язана з деталями реалізації – використовуючи алгоритми низького рівня для конвертування примітивів, таких як лінії у пікселі, для визначення поверхонь, прихованих від зору, для розрахунку значень кольору точок на поверхні та ін. Не потрібно створювати низькорівневі деталі безпосередньо, оскільки вони реалізовані в пакетах Java 2D та Java 3D.

Сприйняття фізичного світу людиною є строго тривимірним. Однак візуальні зображення, які ми бачимо очима, є двовимірними. Спеціальний тип відображення, який називається перспективними проекці-

ями, є механізмом, який переводить 3-вимірні сцени у 2-вимірні зображення. Основна мета 3-вимірної комп'ютерної графіки – моделювати цей процес у комп'ютерах.

3-вимірна комп'ютерна графіка вивчає моделювання і візуалізацію 3-вимірного світу. Геометричні об'єкти у 3-вимірному просторі можуть мати розмірність 0 (точки), розмірність 1 (криві), розмірність 2 (поверхні) або розмірність 3 (тверді тіла). Об'єкти можуть мати різні види матеріальних властивостей. Можуть існувати джерела світла різних характеристик, що освітлюють сцену у віртуальному просторі. Віртуальні камери, що знімають сцени віртуального світу, можуть бути розміщені в різних положеннях у просторі і мати різні характеристики. 3-вимірна комп'ютерна графічна система потребує вирішення багатьох проблем представлення графічних об'єктів і їх властивостей, покращення перетворень, організації всіх компонент і візуалізації сцени.

Java 3D – це об'єктно-орієнтована API для 3-вимірної комп'ютерної графіки. Повна графічна модель Java 3D – програми організована в структурі, яка називається графом сцени. Кожен вузол у графі сцени є об'єктом класу, що представляє одну з багатьох графічних сутностей. Граф сцени надає систематизовану модель для механізму візуалізації Java 3D, щоб автоматично візуалізувати сцену, побудовану Java 3D-програмою.

Процес 3-вимірної візуалізації. Візуалізація 3-вимірної сцени для вироблення зображення (переважно 2-вимірного) – складний процес. На відміну від 2-вимірної графіки, візуалізоване зображення 3-вимірного об'єкта значно відрізняється від його оригінальної 3-вимірної версії. Безпосереднє моделювання об'єкта, спираючись на його візуалізоване зображення, не видається можливим. Отже, 3-вимірна графічна система незмінно включає побудову віртуального світу, в якому визначаються різні графічні об'єкти і джерела світла. Проста ілюстрація понять 3-вимірної графіки показана на рисунку 2.

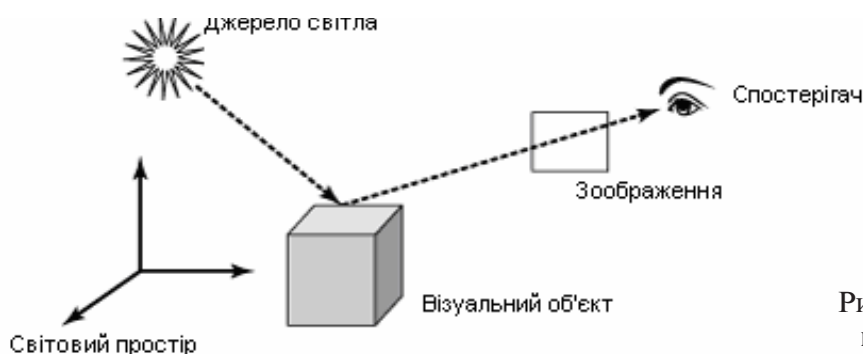


Рис. 2. 3-вимірна графічна модель і споглядання.

Процес візуалізації статичної графічної сцени подібний до того, як реальна камера робить фото. Віртуальний світ включає візуальні об'єкти, що відбивають світло від різних джерел світла. Камера розміщується в певній точці віртуального світу і проєктує видимі частини віртуального світу вздовж певного напрямку на 2-вимірну площину. Графічні об'єкти, так само як і споглядання, можуть бути динамічними. Отже, сцена і візуалізовані зображення можуть неперервно змінюватися в часі. Можуть існувати взаємодії між віртуальним світом і реальним фізичним світом.

Для того, щоб реалізувати або використати такі 3-вимірні графічні системи, потрібно розглянути багато задач, пов'язаних з моделюванням віртуального світу і візуалізацією сцени, наприклад:

- Геометрія графічних об'єктів.
- Розташування та позиціонування об'єктів.
- Геометричні перетворення, що застосовуються до об'єктів і споглядань.
- Властивості матеріалів і текстура об'єктів.
- Освітлення і його характеристики.
- Типи проєкцій в спогляданні.
- Положення споглядання, полезору і інші властивості.
- Ілюмінація і моделі затінення.
- Динамічні поведінки різних компонент.
- Реакції на вводи користувача.

Геометричні описи графічних об'єктів є найфундаментальнішими аспектами побудови віртуального світу в 3-вимірній графічній системі. Основні будівельні блоки для 3-вимірних графічних об'єктів включають точки, лінії, поверхні і тіла. Прості многокутники використовуються для апроксимації складних об'єктів. 3-вимірні графічні системи переважно пропонують зручні можливості для генерації певних геометрій високого рівня, таких як 3-вимірні тексти і геометричні примітиви (наприклад сфери, конуси і паралелепіпеди). Складніші засоби моделювання включають сплайнні криві і поверхні.

Перетворення є важливим інструментом на графічній сцені. Геометричні перетворення використовуються для розміщення геометричних об'єктів у просторі віртуального світу, для зміни цих поверхонь, розмірів і, при потребі, положень. 3-вимірні афінні перетворення – сімейство перетворень у просторі віртуального світу. Інше сімейство, відоме як проєктивні перетворення, є більш загальним. Проєктивні перетворення є важливою частиною процесу 3-вимірного споглядання.

Крім геометрії, графічний об'єкт також має властивості появи, які визначають, як об'єкт буде візуалізовуватися. Ці властивості можуть включати кольо-

ри, текстури властивості матеріалу для більш витонченого затінення. Освітлення, ілюмінація або політика затінення визначають спосіб обчислення кольорів і інтенсивність світла на об'єктах. Вибір моделі ілюмінації також впливає на результат візуалізації. Певна геометрична інформація, така як нормалі поверхонь, тісно пов'язана з виглядом в деяких ілюмінаційних моделях. Нормаллю в точці поверхні є напрямком, перпендикулярний (вертикальний) до дотичної площини в точці. В деяких ілюмінаційних моделях інтенсивність світла в точці пов'язується з кутом між напрямком зору (споглядання) і напрямком відбивання світла. Вектор відбивання визначається напрямком світла і нормаллю до поверхні.

Процес 3-вимірного споглядання переважно включає проєктивне перетворення, яке відображає 3-вимірну сцену у 2-вимірну площину. Споглядання може мати багато параметрів, щоб керувати його характеристиками. Проєкція може бути паралельною або перспективною. Для конкретного споглядання видимий об'єм віртуального світу є переважно скінченим. Просте застосування математичного перетворення проєкції може бути недостатнім для візуалізації. Наприклад, відношення положення всередині об'єктів може бути також важливим для процесу візуалізації. Частина об'єкта може бути прихована за іншим об'єктом. Ці проблеми повинні бути вирішені належним чином для отримання прийнятних візуальних результатів.

Звичайно 3-вимірні візуалізація не обмежується статичною сценою. Віртуальний світ може змінюватися в часі. Система споглядання може бути пов'язана з динамічним пристроєм. Динамічні ефекти процесу візуалізації можуть включати анімацію і інтерактивність. Інтерактивність – це зміна сцени на основі зворотного зв'язку з користувачем. Анімація – це зміна, сконструйована всередині віртуального світу. Відмінність між двома типами динаміки часто стирається. Динамічні поведінки можуть походити із змін в графічних об'єктах у віртуальному світі або із змін споглядання. Споглядачі (камери або очі) можуть самі бути об'єктами, розміщеними у віртуальному світі і можуть динамічно змінювати свої положення, напрямки і інші властивості.

Java 3D API забезпечує повну реалізацію основних графічних алгоритмів, надаючи можливість концентруватися на головних поняттях і проблемах графіки замість громіздких деталей низькорівневої реалізації.

Графи сцен Java 3D. Для ефективного організації різних елементів 3-вимірної візуалізації Java 3D використовує поняття графу сцени для того, щоб побу-

дувати віртуальний простір, який включає все, що відноситься до 3-вимірної візуалізації. Граф сцени – це абстрактна математична модель для організації сцени. Це не знімок або зображення сцени. Граф сцени може бути концептуально зображений як діаграма, але його справжня реалізація виконується в програмі через інстанціацію об'єкта та виклик методу. Граф сцени дозволяє програмістам описувати складні графічні структури і дії стандартним чином. Він також дозволяє механізму візуалізації Java 3D обробляти сцену системно і ефективно.

Граф сцени – це деревовидна структура даних, відома як НАГ (напрямленим ациклічний граф). Напрямленим граф складається з набору вершин (або вузлів), з'єднаних напрямленими ребрами (або з'єднаннями). Рисунок 3 показує спрямленим граф з шістьма вершинами і вісьмома ребрами. (Напрямленим) шлях в спрямленому графі – це послідовність „вершина-ребро”, яка рухається вздовж ребер графу. Наприклад, на рисунку 3 b-c-f-e є шляхом. Циклом в спрямленому графі є замкнутий шлях – тобто, шлях, який має одну і ту ж початкову і кінцеву вершини. Наприклад, на рисунку 3 a-c-f-e-a є циклом. НАГ – це спрямленим граф без жодного циклу. Тобто рисунок 3 не є НАГ. Однак, якщо ребро e-a видалити, то він стає НАГ.

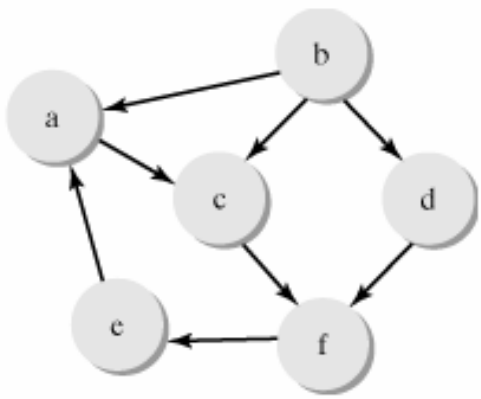


Рис. 3. Напрямленим граф.

(Напрямлене) дерево – це спеціальний вид НАГ. Дерево будується, починаючи з однієї вершини, яка називається коренем дерева. Може бути багато ребер, які походять з кореня і ведуть до інших вершин, які називаються дітьми кореня. Кожна дитина може мати кілька ребер, які ведуть до її дітей таким же чином. Цей процес може повторюватися довільне число разів, таким чином будуєчи дерево. На рисунку 4 показано приклад дерева. В дереві вершина може мати довільне число дітей (включаючи 0). Але вона не може мати більше як одного батька. Вер-

шина, що не має дитини, називається листком. Нелисткова вершина називається внутрішнім вузлом. На рисунку 4 вузли e, h, c, g є листками, а вузли a, b, d, f – внутрішніми вузлами.

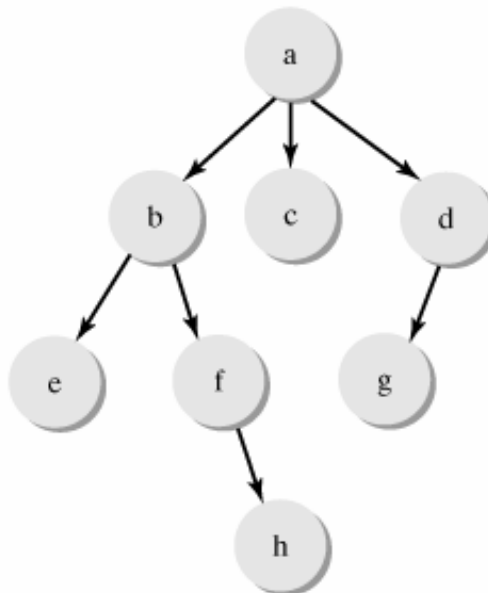


Рис. 4. Напрямлене дерево.

Вузли графу сцени представляють об'єкти різних класів щодо графічних функцій. Зв'язки між вузлами представляють логічні взаємозв'язки між ними. У справжній Java 3D-програмі вузли створюються інсталяцією класів, визначених в Java 3D API або класів, які походять від класів і інтерфейсів API. Зв'язки створюються викликом відповідних методів або конструктора в класах. На рисунку 5 показано дуже простий граф сцени Java 3D.

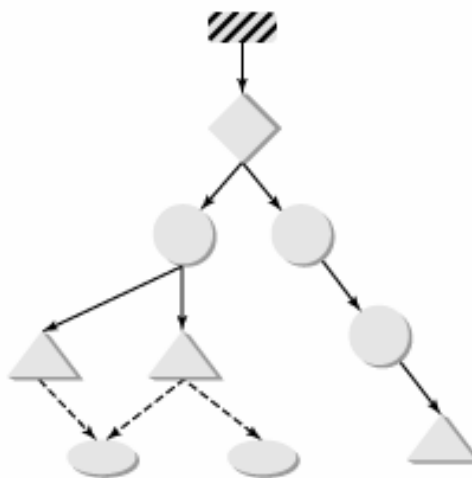


Рис. 5. Граф сцени як НАГ.

Різні типи вузлів і з'єднань представляються різними позначками на діаграмі графу сцени. Малюнок 6 показує позначки, які використовуються для вузлів і ребер графу сцени.

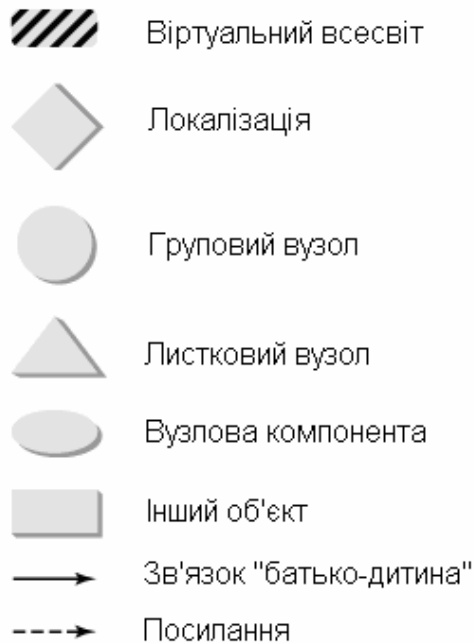


Рис. 6. Легенда графів сцени.

Граф сцени має три головні частини. На вершині знаходиться надструктура, яка складається з об'єктів, тобто класів `VirtualUniverse` і `Locale`. Головне тіло графу сцени – це дерево об'єктів, які належать до класу `Node`. Третя частина – це набір об'єктів `NodeComponent`. Листкові вузли в структурі дерева можуть посилатися на об'єкти вузлових компонент. На один об'єкт `NodeComponent` можуть посилатися кілька об'єктів `Leaf`. Отже, загальна структура графу сцени – це не дерево, а НАГ.

Ієрархія головних класів елементів графу сцени показана на рисунку 7. Класи `VirtualUniverse` і `Locale` – це класи для надструктури і вони не походять з абстрактного класу `SceneGraphObject`. Вузли дерева в графі сцени визначаються підкласами абстрактного класу `Node`. Абстрактний клас `NodeComponent` служить базовим класом для різних вузлових компонент.

Надструктура. Об'єкти `VirtualUniverse` і `Locale` – об'єкти надструктури графу сцени. Програма Java 3D переважно має лише один об'єкт `VirtualUniverse`. `VirtualUniverse` сконструйовано для того, щоб представляти увесь простір, що може цікавити Java 3D – програму. Для того, щоб забезпечити рівень точності „всесвіту”, `VirtualUniverse` використовує три високорозрядні 256-бітові числа з фіксованою крапкою для представлення його координат. Високорозрядні чис-

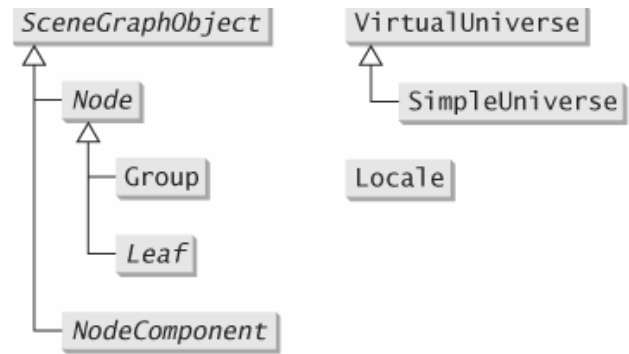


Рис. 7. Ієрархія класів графу сцени.

ла з фіксованою крапкою мають свою точку посередині 256 біт. Тобто, таке число має 128 біт для цілої частини і 128 біт для дробової частини. Число 1.0 представляє одиницю 1 метр. Числа цього типу можуть представити відстань аж до 2^{127} метрів з точністю до 2^{-128} метра. Це є адекватним для вимірювання довільного реального об'єкту у всесвіті. Наприклад, відстань від Землі до Сонця становить лише 2^{37} метра, а радіусом протона вважають близько 2^{-50} метра.

Клас `HiResCoord` використовується для представлення високорозрядних координат. Він включає три 256-бітні високорозрядні числа з фіксованою крапкою для представлення координат x -, y -, z .

Незважаючи на те, що `VirtualUniverse` в змозі моделювати увесь відомий всесвіт користуючись числами `HiResCoord`, проте неефективно представляє всі координати використовуючи об'єкти `HiResCoord`. Таким чином Java 3D використовує клас `Locale` для представлення менших локальних просторів і цим досягається куди більша ефективність. Об'єкт `Locale` визначає локальну координатну систему, закріплену на певному положенні, яке описується об'єктом `HiResCoord` у віртуальному всесвіті. В середині певної локалізації координати точки представляються звичайними числами з плаваючою крапкою. `VirtualUniverse` включає один або більше об'єктів `Locale`. `Locale` може мати графи відгалуження, які приєднуються до нього. Коли граф відгалуження приєднується до `Locale`, то механізм візуалізації Java 3D розпочне візуалізувати відгалуження, а граф таким чином „оживає”. Об'єкт `Locale` завжди приєднується до одного об'єкта `VirtualUniverse`. Цей зв'язок встановлюється в конструкторах `Locale`.

`Locale(VirtualUniverse vu)`

`Locale(VirtualUniverse vu, HiResCoord location);`

`Locale(VirtualUniverse vu, int[] x, int[] y, int[] z).`

Положення об'єкта `Locale` у всесвіті можна описати використовуючи об'єкт `HiResCoord` або три ма-

сиви з трьох int, які описують високорозрядні числа. Положення за припущенням – це (0, 0, 0). Наступні рядки створюють надструктуру для графу сцени:

```
VirtualUniverse universe = new VirtualUniverse();
Locale locale = new Locale(universe);
```

Відгалуження графу сцени, які вказуються об'єктами BranchGroup, можуть бути приєднані до об'єкта Locale використовуючи такий метод в Locale:

```
void addBranchGraph(BranchGroup branch)
```

Відгалуження можуть редагуватися наступними методами:

```
void replaceBranchGraph(BranchGroup oldBranch,
BranchGroup newBranch);
void removeBranchGraph(BranchGroup branch).
```

Наступні методи повертають число відгалужень і всі відгалуження в Locale:

```
int numBranchGraphs()
Enumeration getAllBranchGraphs()
```

Клас SimpleUniverse – це допоміжний клас, який походить з VirtualUniverse. Він включає об'єкт Locale і набір об'єктів для визначення стандартного споглядання. Об'єкт SimpleUniverse може поєднуватися з відгалуженням візуального вмісту для того, щоб швидко сформувати повний граф сцени. Світова система координат в Java 3D – прямокутна система згідно правої руки. За припущенням, положення споглядання розміщене на осі z в напрямку від'ємної осі z. З перспективи споглядача вісь x вказує праворуч, а вісь y – вгору.

Приклад. Програма-переглядач obj-файлів. Граф сцени, який відповідає Java 3D-додатку, наведено на рисунку 8.

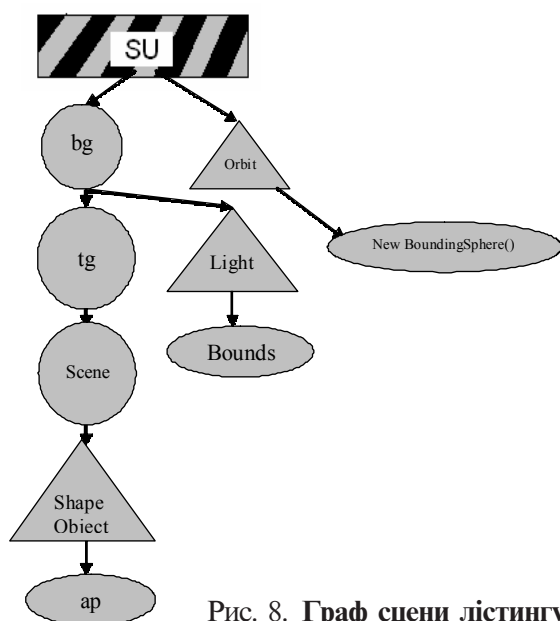


Рис. 8. Граф сцени лістингу.

Лістинг

```
import java.awt.*;
import java.applet.*;
import java.awt.event.*;
import javax.media.j3d.*;
import javax.vecmath.*;
import com.sun.j3d.utils.universe.*;
import com.sun.j3d.utils.geometry.*;
import com.sun.j3d.utils.applet.MainFrame;
// important classes for this application
import com.sun.j3d.loaders.objectfile.ObjectFile;
import com.sun.j3d.loaders.Scene;
// important class for viewing platform motion
import com.sun.j3d.utils.behaviors.vp.*;
public class SimpleObjFileLoader extends Applet {
    public static void main(String s[]) {
        new MainFrame(new SimpleObjFileLoader(), 640, 480);
    }
    public void init() {
        GraphicsConfiguration gc =
        SimpleUniverse.getPreferredConfiguration();
        Canvas3D cv = new Canvas3D(gc);
        setLayout(new BorderLayout());
        add(cv, BorderLayout.CENTER);
        BranchGroup bg = createSceneGraph();
        bg.compile();
        SimpleUniverse su = new SimpleUniverse(cv);
        su.getViewingPlatform().setNominalViewingTransform();

        // viewplatform motion
        OrbitBehavior orbit = new OrbitBehavior(cv);
        orbit.setSchedulingBounds(new BoundingSphere());
        su.getViewingPlatform().setViewPlatformBehavior(orbit);
```

```
su.addBranchGraph(bg);
```

```
}
private BranchGroup createSceneGraph() {
    BranchGroup root = new BranchGroup();
    // object
    Appearance ap = new Appearance();
    ap.setMaterial(new Material());
```

```
// load the object file
```

```
Scene scene = null;
```

```
Shape3D shapeObject = null;
```

```
// read in the geometry information from the data file
    ObjectFile objFileloader = new ObjectFile(
ObjectFile.RESIZE);
```

```
try
```

```
{
```

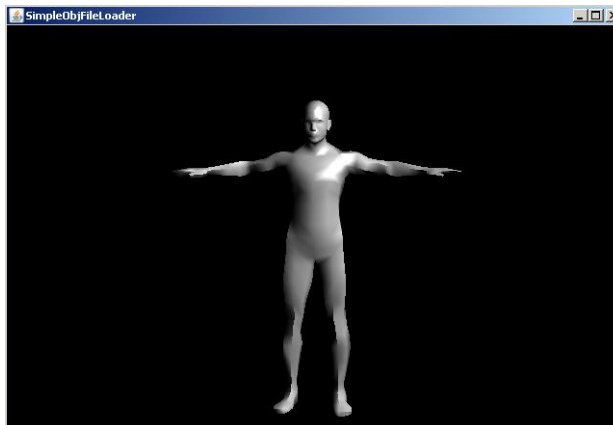
```
scene = objFileloader.load("samples/human.obj");
```

```
// тут вказується імя .obj-файлу для завантаження
}
catch ( Exception e )
{
scene = null;
System.err.println( e );
}
if( scene == null )
System.exit( 1 );
// retrieve the Shape3D object from the scene
BranchGroup branchGroup = scene.getSceneGroup();
Shape3D shapeObject = (Shape3D) branchGroup.getChild( 0 );
// assign the appearance to the Shape
shapeObject.setAppearance( ap );

// transformation
Transform3D tr = new Transform3D();
tr.setScale( 0.5 );
tr.setTranslation( new Vector3f( 0f, 0f, 0f ) );
TransformGroup tg = new TransformGroup( tr );
root.addChild( tg );
// add object to the transform group
tg.addChild( scene.getSceneGroup() );
// light
PointLight light = new PointLight( new
Color3f( Color.white ),
new Point3f( 1f, 1f, 1f ),
new Point3f( 1f, 0.1f, 0f ) );
BoundingSphere bounds = new BoundingSphere();
light.setInfluencingBounds( bounds );
```

```
root.addChild(light);
return root;
}
}
```

Вікно виконання програми:



Висновки. В роботі введено основні поняття комп'ютерної графіки в термінах API-бібліотеки Java3D, яка, на нашу думку, на сьогодні є найприйнятнішою для створення Web-додатків інтерактивної віртуальної реальності в медицині, оскільки:

1. Бібліотека Java3D є Web-інтегрованою та крос-платформовою.

2. Тут використана ієрархічна графічна модель, яка ґрунтується на графах сцен. Це має вкрай важливе значення для візуалізації складних біологічних об'єктів.

3. Бібліотека є безкоштовною з відкритим вихідним кодом.

1. Angle, E. (2006). Interactive computer graphics: A top-down approach with OpenGL. Addison Wesley.
2. Bannach, D., Amft, O., Kunze, K. S., Heinz, E. A., Troster, G., & Lukowicz, P. (2007). Waving real hand gestures recorded by wearable motion sensors to a virtual car and driver in a mixed-reality parking game. Proceedings of the IEEE Symposium on Computational Intelligence and Games (pp. 32-39).
3. Bekins, D., Yost, S., Garrett, M., Deutsch, J., Htay, W. M., Xu, D., & Aliaga, D. (2006). Mixed reality tabletop (MRT): A low-cost teleconferencing framework for mixed-reality applications. Proceedings of the IEEE Virtual Reality Conference (pp 34). Washington, DC: IEEE Computer Society.
4. Benko, H., Ishak, E. W., & Feiner, S. (2004). Collaborative mixed reality visualization of an archaeological excavation. Proceedings of the 3rd IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (pp 132-140). Washington, DC: IEEE Computer Society.
5. Blanchebarbe, P., & Diehl, S. (2001). A framework for component based model acquisition and presentation using

- Java3D. Proceedings of the 6th International Conference on 3D Web Technology (pp 117-125). New York: ACM.
6. Bouvier, D. J. (2006). Getting started with the Java 3D API. Sun Microsystems. Retrieved from http://java.sun.com/products/java-media/3D/collateral/j3d_tutorial_ch7.pdf
 7. Burrows, A. L., & Englund, D. (2002). Java 3D, 3D graphical environments and behaviour. Software—Practice and Experience, 32(4), 359-376.
 8. Myron W. Krueger, Artificial Reality (1983), Artificial Reality II (1991) Wellner, P., Mackay, W. & Gold, R. Eds. Special issue on computer augmented environments: back to the real world. Communications of the ACM, Volume 36, Issue 7.
 9.
 10. OPENGL //
 11. OPENGL – ? //
 12. http://www.wriitru/conf_erohin_50/Part_02_04.pdf

- 13. http://www.ospru/pcworld/2001/12/162603/_p2.html
- 14. <http://cs.usu.edu.ru/home/kost/Java%203D%20p1.ppt>
- 15. http://www.ender.ru/books/show_book.php?book_id=521
- 16. <http://vtml.about.com/compute/vtml/>
- 17. <http://www.vtml.org/>
- 18. http://www.uritru/conf_erohin_50/Part_02_04.pdf

- 19. <http://sun.com/>
- 20. <http://codingderkeiler.com/Archive/Java/complangjavahelp/2004-08/0241.html>
- 21. <http://www.ospru/pcworld/2002/01/162727/>
- 22. <http://www.java2s.com/Code/Java/Swing-JFC/FileSystemFree.htm>

Додаток. Інсталяція інструментів розробки Java в стандартній редакції (Java Standard Edition Developer Kit або Java SE Developer Kit або Java SE). На сайті <http://java.sun.com/> знаходиться посилання на найостаннішу версію інструментів розробки Java в стандартній редакції (як правило, текст посилання Java SE):



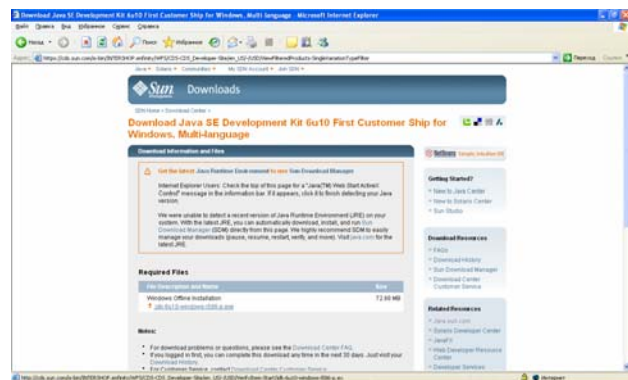
У вікні, що з'явилося, виберіть саме Developer Kit і натисніть кнопку «Download»:



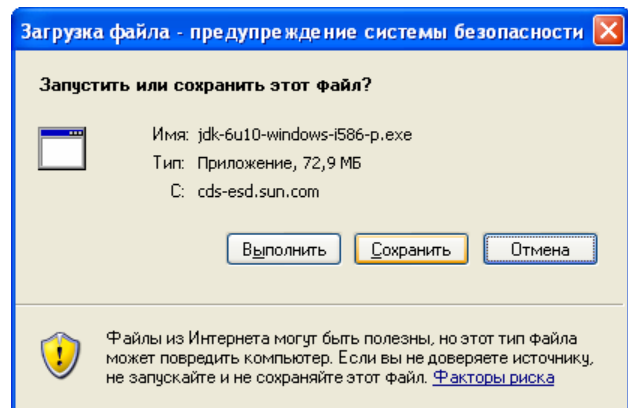
У вікні, що з'явилося, правильно вкажіть платформу, на якій буде встановлюватися JDK SE, багатомовність, дотримання умов ліцензії та натисніть «Continue»:



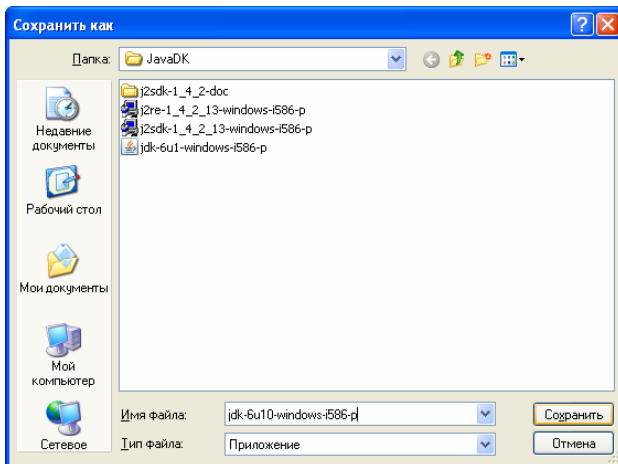
У вікні, що з'явилося, натисніть назву файлу інсталяції:



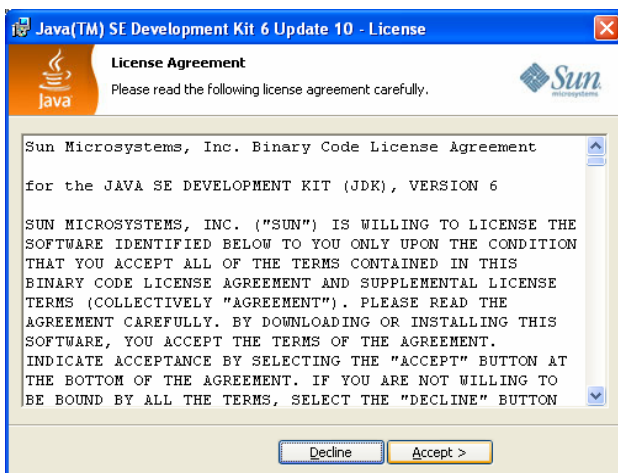
У вікні, що з'явилося, натисніть «Сохранить»:



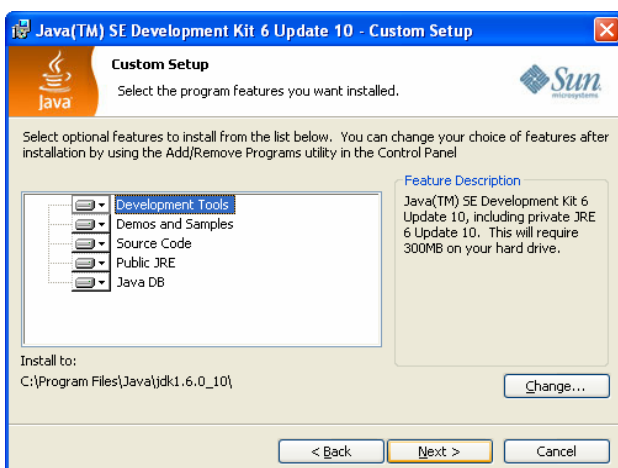
і виберіть бажане розташування файлу на Вашій системі:



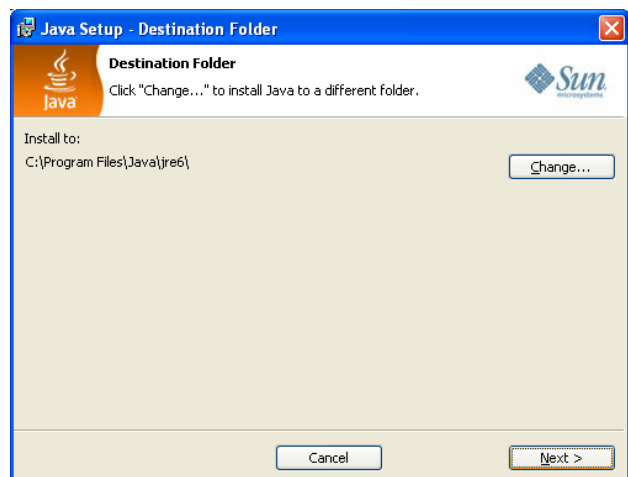
Після того, як інсталяційний файл JDK SE завантажено, запустіть його на виконання. Перечитавши умови ліцензійної угоди прийміть їх, натиснувши “Accept”:



При виборі складових інсталяційного пакету рекомендуємо вибрати усе, що пропонується:



і вибравши каталог для інсталяції, натиснути “Next”. Далі слідує процес інсталяції, під час якого буде можливість вказати розташування бібліотек JRE (Java Runtime Environment). Можна прийняти шлях за пропущенням:



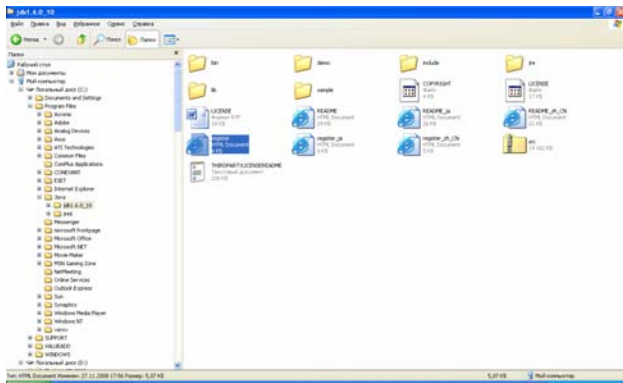
і натиснути “Next”. Натиснувши в кінці “Finish” ми завершуємо інсталяцію:



а сайт Sun Microsystems запропонує нам зареєструватися:



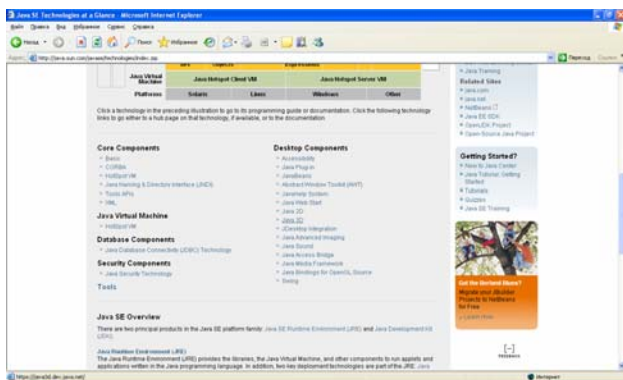
Реєстрація гарантуватиме Вам приєднання до широкої спільноти користувачів Java – розсилки повідомлень про нові версії та поновлення, знижки на продукти та тренінги, доступ до документації і ін. Зареєструватися можна і пізніше, вибравши в папці JDK SE файл register.html:



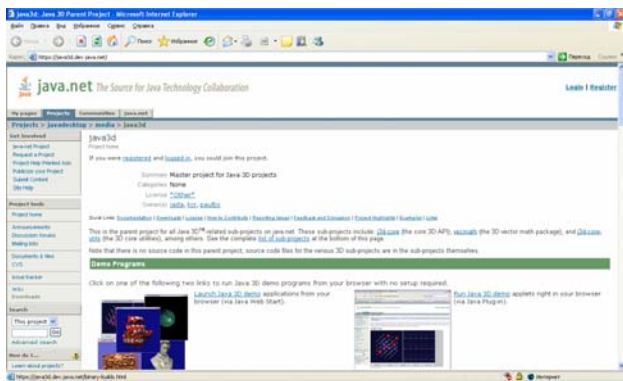
Інсталяція бібліотеки Java 3D. На сайті <http://java.sun.com> знову зайдіть на посилання Java SE. Перейдіть на закладку Technologies:



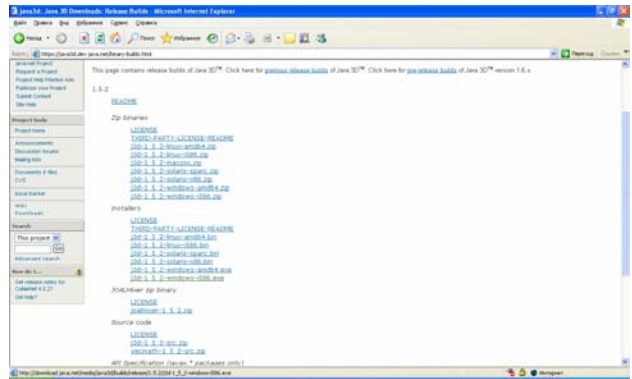
Серед Desktop Components відшукайте Java 3D:



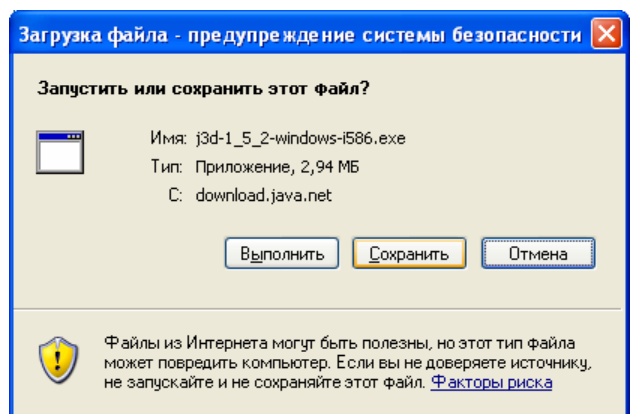
У вікні, що відкрився:



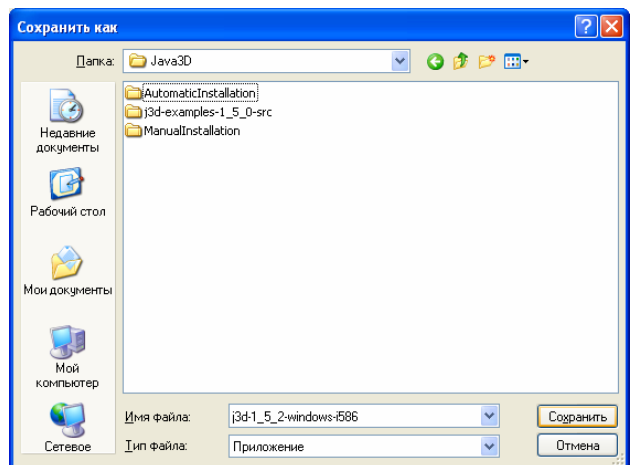
в головному меню виберемо “Downloads”. Виберемо файл для інсталяції, який ми бажаємо завантажити – він повинен відповідати нашій платформі та способу інсталяції – ми скористаємося готовим інсталяційним виконуваним файлом (Installer):



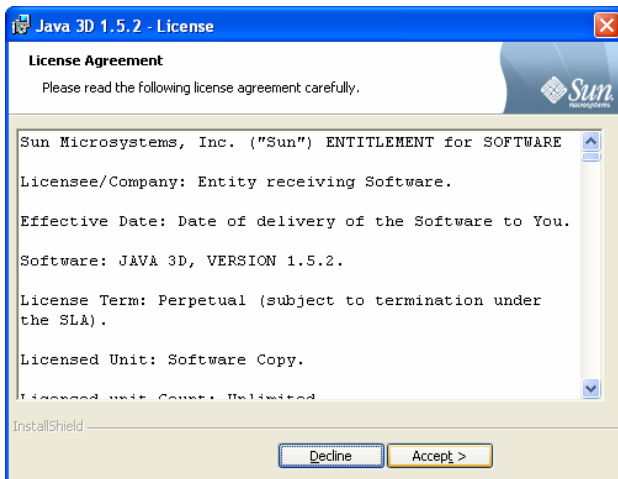
Вибравши файл, вкажемо «Сохранить»:



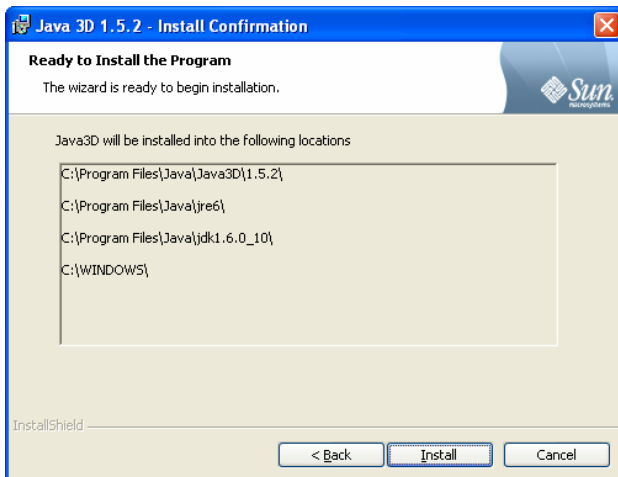
та місцерозташування:



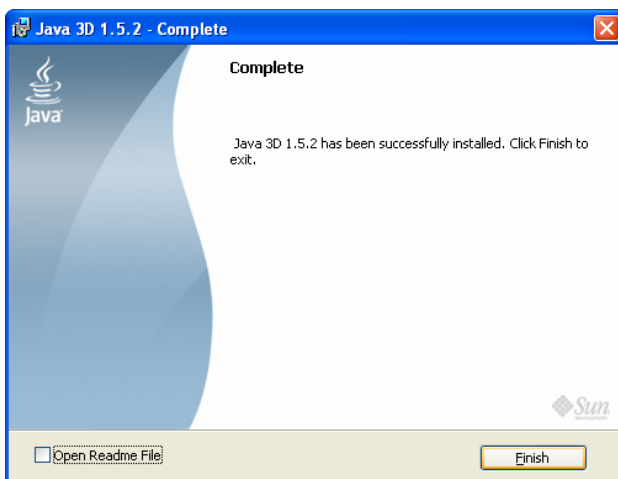
Запускаємо завантажений файл на виконання. Прочитавши, приймаємо ліцензійні домовленості:



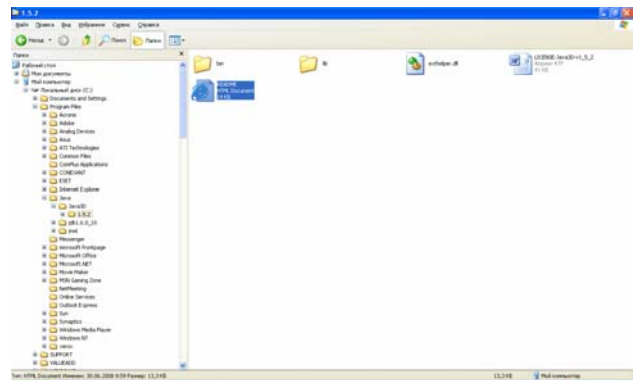
Далі буде показано місця, де буде інстальовано бібліотеку:



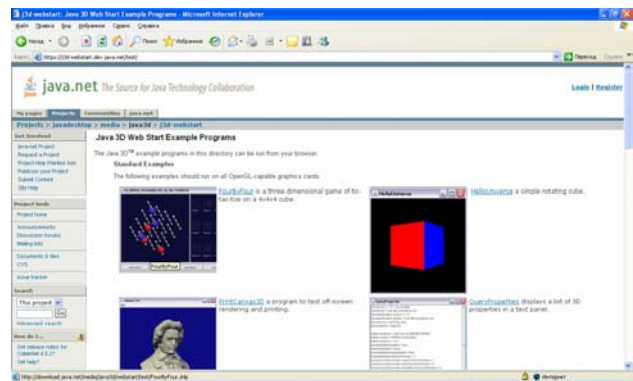
На завершення натискаємо "Finish":



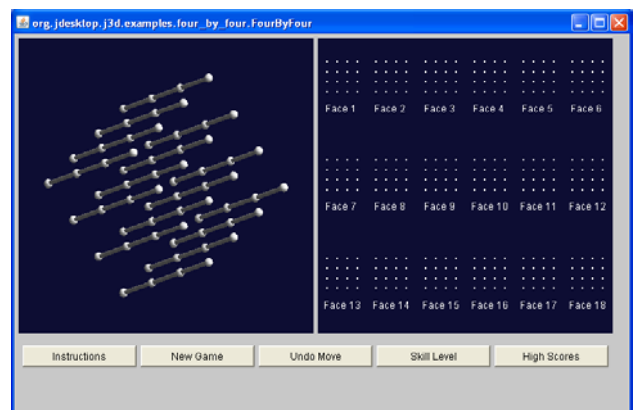
Для того, щоб пересвідчитися, що інсталяція проведена успішно, можна переглянути роботу демонстраційних проектів, на які є посилання у файлі Readme інсталяційного каталогу Java 3D:



Спробуємо запустити один із демонстраційних додатків:



а саме, гру «Чотири з чотирьох»:



УДК 681.3.01

АРХІТЕКТУРА ТЕЛЕМЕДИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ КІРЛІАН-ДІГНОСТИКИ

В.В. Вишневський, Т.М. Романенко, О.М. Тугаєнко

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

Обговорюється технічна, програмна та алгоритмічна архітектура телемедичної системи для збору та обробки кірліаногам.

Ключові слова: кірліанограма, верифікована БД, архітектура, телемедицина.

АРХИТЕКТУРА ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КИРЛИАН-ДИАГНОСТИКИ

В.В. Вишневский, Т.Н. Романенко, А.М. Тугаенко

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

Обсуждается техническая, программная и алгоритмическая архитектура телемедицинской системы сбора и обработки кирлианограмм.

Ключевые слова: кирлианограмма, верифицированная БД, архитектура, телемедицина.

ARCHITECTURE OF TELEMEDICINE SYSTEM FOR DIAGNOSTICS OF KIRLIAN

V.V. Vyshnevsky, T.N. Romanenko, O.M. Tugayenko

Institute of Problems of Mathematical Machines and Systems of NAS of Ukraine

The technical, program and algorithmic architecture of the telemedicine system for collecting and processing kirlianogram is discussed.

Key words: kirlianogram, verified DB, architecture, telemedicine.

Вступ. Кірліан-діагностика дозволяє проводити ранню діагностику захворювань, експрес-оцінку стану хворих у лікувальних медичних закладах, звужуючи простір діагностичного пошуку, добирати індивідуальні методи лікування, контролювати стан пацієнта в процесі лікування, а також аналізувати психоемоційний стан та психофізичний потенціал людини [1]. При застосуванні кірліан-діагностики лікар оперує спеціальним видом зображень - кірліан-зображеннями, або кірліанограмами. Ці зображення зазвичай реєструються на рентгенівській плівці або засобами безпосереднього введення до комп'ютера.

На цей час в Україні відсутня верифікована база даних Кірліан-зображень, яка б дозволяла розробляти та перевіряти автоматизовані інтелектуальні алгоритми класифікації цих зображень.

Тому розробка телемедичних технологій для розподіленого збору кірліан-зображень є актуальним і своєчасним завданням. Більше того, тільки за допомогою сучасних розподілених телемедичних технологій завдання накопичення верифікованої бази даних кірліан-зображень може бути вирішене за короткий термін.

Основна частина

1. Архітектура телемедичної системи

Існує багато визначень терміна *архітектура*. З усього розмаїття варіантів можна виділити два загальних визначення. Перше пов'язане з розділенням системи на найбільші складові частини, у другому випадку маються на увазі деякі конструктивні рішення, які після прийняття важко змінюються [2].

Під архітектурою в даному випадку будемо розуміти згоду відносно питання ідентифікації головних компонентів системи та способу їх взаємодії, а та-

кож вибір таких рішень [3], які інтерпретуються як головні та такі, що не підлягають зміні в майбутньому.

Архітектура складається з локальної та серверної частин, об'єднаних між собою мережею Інтернет. Локальна частина складається з приладу для реєстрації Кірліан-світіння, сканера, за допомогою якого до комп'ютера в разі потреби вводяться дані з аналогового носія, та програмного забезпечення, яке дозволяє робити по-

передній аналіз зображень, використовуючи автоматизований інтерактивний режим, а також збереження інформації в локальній базі даних та відсилку даних до центральної бази даних у захищеному форматі.

У серверній частині розташована база даних, у якій зберігаються первинні та попередньо прораховані на локальних частинах дані. Архітектура системи наведена на рис. 1.



Рис.1. Архітектура телемедичної системи для кірліан-діагностики.

Функціонально локальна частина відповідає за отримання інформації від пацієнтів в аналоговому вигляді (рентгівська плівка) за допомогою реєстратора кірліан-світіння. Далі інформація переводиться у цифровий формат з використанням сканера з бажаною наявністю слайд-модуля завбільшки не менше за А5, як, наприклад, у сканера Epson Perfection 4990 Photo. Інтерфейс користувача розробленого програмного забезпечення дозволяє вести картки пацієнтів: створювати, редагувати, робити пошук. Крім того, програмне забезпечення дозволяє здійснювати попередню обробку кірліаногам, що буде описано нижче детальніше.

Серверна частина відповідає за накопичення кірліаногам, автоматичну обробку за допомогою нейромереж, перегляд даних експертом та запис висновків. Іншими словами, серверна частина відповідає за створення банку верифікованих кірліаногам, що дозволяє розробляти та тестувати нові методи автоматичного аналізу кірліаногам.

Систему створено на базі технологій Microsoft, Apache Software Foundation, Sun Microsystems:

- MySQL Server використовується як сервер бази даних;

- Apache Tomcat або GlassFish – як сервер застосувань (аплікацій);

- клієнтські Web-доступи, розроблені на базі JSP та JEE;

- Microsoft Access використовується як локальна база даних;

- інтерфейс локальної частини побудовано за допомогою Windows Forms Application.

Вибір такої технологічної платформи дає можливість легко втілити технології в життя, адже більшість сучасних настільних комп'ютерів працюють на базі операційних систем Microsoft, а побудова серверної частини на базі програмного забезпечення з відкритим початковим кодом не потребує додаткових витрат на його використання.

2. Попередня обробка кірліаногам

Зупинимось більш докладно на алгоритмічній частині локального робочого місця телемедичної системи.

Як вже зазначалось, телемедична система обробляє специфічні зображення – кірліанограми. Під кірліанограмами зазвичай розуміють зареєстроване на плівці світіння газового розряду, який виникає біля поверхні об'єкта, поміщеного в електричне поле високої напруги.

В системі розглядаються кірліанограми, що отримані на рентгенівській плівці, на яких зафіксовані світіння п'яти пальців однієї руки (рис.2). Звернімо увагу, що для цих зображень характерні нестабільність та нерівномірність фону, велика кількість завад, які за рівнем яскравості та розміром наближаються до відповідних характеристик об'єкта, нестійкі форма та рівень яскравості об'єктів. Зображення світіння кожного з пальців має вигляд темного ореолу, що охоплює світлу пляму, яка за формою наближена до еліпса. Ширина ореолу може відрізнятися, навіть для одного зображення. Часто ореол має переривчасту форму, а також може складатися з окремих фрагментів (рис. 2). Світла пляма всередині темного ореолу є місцем контакту пальця з плівкою, тому її яскравість відповідає яскравості тла зображення.

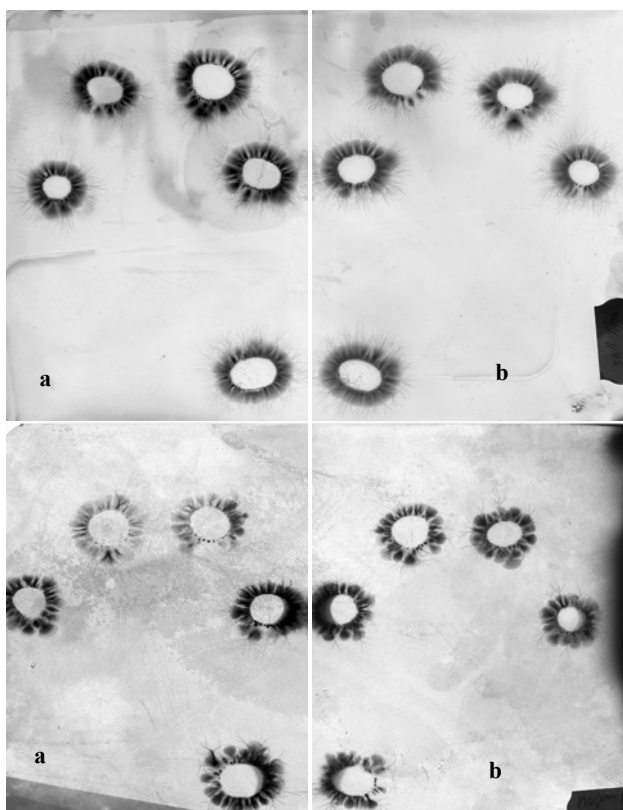


Рис. 2. Приклади кірліанограм: а – пальці лівої руки, б – пальці правої руки.

Попередня обробка кірліанограм використовується в діагностичній системі для:

- візуалізації кірліанограм на екрані;
- сегментації зображень пальців на повному зображенні руки;
- корекції сегментованих зображень в інтерактивному режимі;
- збереження сегментованих зображень пальців у базі даних;

- реконструкції початкового зображення з використанням збережених характеристик.

Розроблене програмне забезпечення попередньої обробки кірліанограм призначене для напівавтоматичної (інтерактивної) сегментації зображень світіння п'яти пальців на зображення світіння кожного з пальців окремо, а також для автоматичного коригування орієнтації зображення кожного пальця. На рис. 3 наведено зображення світіння одного пальця з урахуванням кута його повороту.

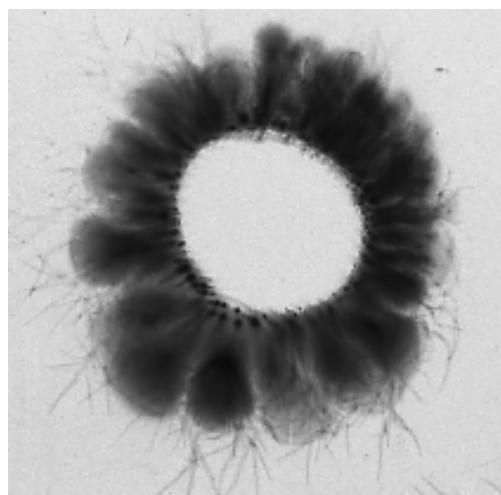


Рис. 3. Кірліанограма одного пальця.

Програмне забезпечення виконує такі функції:

- отримання зображення кірліанограми п'яти пальців та виведення його на екран монітора;
- інтерактивне визначення розміщення світіння пальців на зображенні через зазначення оператором їхніх умовних центрів;
- нумерування світіння пальців за їх взаємним розміщенням;
- визначення центрів долоні та умовних кутів повороту пальців;
- визначення параметрів прямокутників, які охоплюють світіння окремих пальців, з урахуванням кутів повороту кожного з прямокутників;
- поворот зображень світіння окремих пальців;
- збереження рівня яскравості тла;
- збереження параметрів прямокутників та характеристик долоні;
- виділення з зображення п'яти пальців зображень кожного з пальців в окремі масиви з урахуванням кутів їх поворотів.

Виходячи з загального уявлення про кірліанограми, здалося доцільним апроксимувати внутрішні контури світіння кожного пальця еліпсами, а зовнішні їх межі – колами. Параметрами еліпса є координати його центра, довжини півосей та кут нахилу більшої

осі. Параметрами кола, що описане навколо темного ореолу кожного з пальців, є центр та діаметр. Центри еліпса та кола співпадають. Коло має охопити повністю все світіння (темний ореол), по можливості виключаючи тонкі периферичні лінії – «дендрити». Припускаємо, що центр долоні є на середині відрізка, що з'єднує центри першого та п'ятого пальців [4]. Центр долоні з'єднується з центрами кожного з пальців з метою визначення кутів повороту кожного з пальців відносно вертикалі. Вважатимемо, що зображення кожного з пальців обмежене квадратом, описаним навколо кола, що охоплює темний ореол, та оберненим на кут між лінією, яка з'єднує центр пальця з центром долоні, і вертикаллю.

Алгоритм функціонування системи попередньої обробки кірліаногам полягає в наступному (рис. 4):

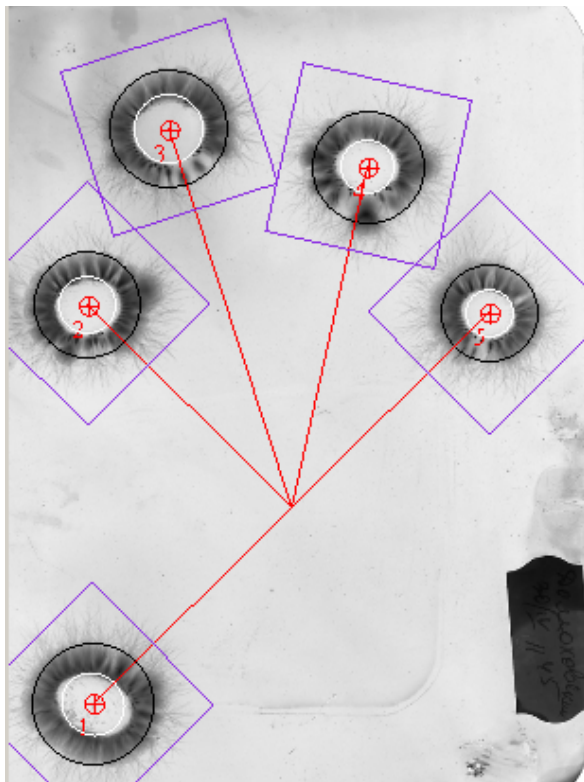


Рис.4. Кірліанограма та виокремленні на ній зображення світіння окремих пальців.

1. Оператор вказує курсором приблизні місця розташування центрів зображень кожного пальця поспідовно. Місце центру може бути вказане приблизно, але має обов'язково розміщуватися в межах світлої плями. Координати вказаних центрів визначаються автоматично.

2. Автоматично визначаються параметри еліпса та кола для зображення кожного з пальців. В разі необхідності оператор може скоригувати місце зна-

ходження центру пальця. Перерахунок параметрів еліпса та кола виконується автоматично.

3. Після визначення центрів всіх пальців автоматично розраховуються координати центра долоні, значення кутів повороту пальців та параметри описаних квадратів, що обмежують зображення окремих пальців.

4. Визначається рівень яскравості фону.

5. Всі отримані параметри та виділені зображення пальців заносяться для збереження в базу даних (рис. 5).

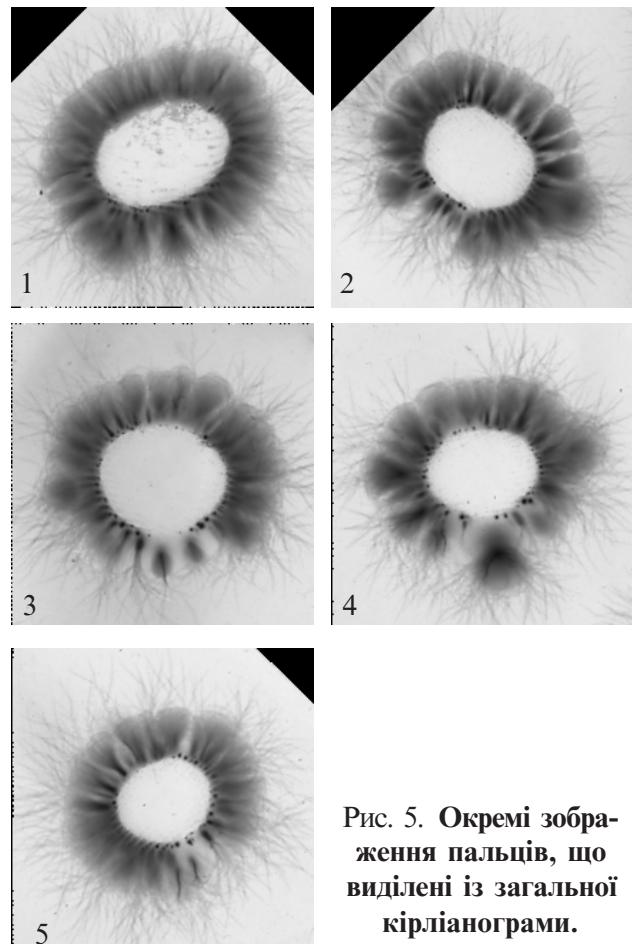


Рис. 5. Окремі зображення пальців, що виділені із загальної кірліанограми.

Алгоритм автоматичного визначення параметрів еліпса та кола для кожного пальця полягає в наступному:

1. Визначаємо яскравість фону в місці розташування світіння кожного з пальців. За яскравість фону беремо середню яскравість у квадраті, центр якого співпадає з центром зображення пальця, а розмір дорівнює 10x10 пікселів.

2. Визначаємо параметри еліпса максимальної площі, який охоплює світлу пляму, з використанням методу градієнтного спуску.

2.1. В нульовому наближенні використовуємо координати центра еліпсу, які отримані в інтерактивному режимі, довжина півосей дорівнює 10 пікселам, кут повороту дорівнює нулю градусів відносно вертикалі.

2.2. Змінюючи параметри еліпса (координати центра, довжина півосей, кут повороту), отримуємо такі їх значення, що максимізують площу еліпса та виконують обмеження яскравості.

3. Визначаємо діаметр кола, що охоплює темний ореол. Координати центра кола співпадають з координатами центра еліпса.

3.1. Як нульове наближення обираємо радіус кола, що дорівнює довжині більшої півосі еліпса.

3.2. Змінюючи значення радіуса, отримуємо таке його значення, що максимізує площу кола та виконує обмеження яскравості.

Висновки

1. Для ефективного застосування кірліан-діагностики в практиці охорони здоров'я населення необхідне створення верифікованої бази даних кірліаногам. Вирішення цього завдання в стислі терміни можливе тільки за умов використання сучасних телемедичних технологій.

2. Розроблено технічну, програмну та алгоритмічну архітектуру телемедичної системи для обробки кірліаногам.

3. Розроблено програмну реалізацію локальної частини телемедичної системи для обробки кірліаногам.

1. . – , 2008. – . 9-15.
2. : “ ”, 2006. – 544 .

3. Alpert, Brown, and Woolf Design Patterns Smalltalk Companion. – Addison-Wesley, 1998.

СПОСІБ ОТРИМАННЯ СЕНСОМОТОРНИХ КОЛИВАНЬ В УМОВАХ ВИСОКОГІРНОЇ ГІПОКСІЇ

Ю.В. Кравченко¹, В.Н. Ільїн², Л.В. Чернокоза³, М.М. Михайлович³

¹Міжнародний центр астрономічних і медико-екологічних досліджень НАН України, Київ

²Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ

³Чернівецький національний університет ім. Ю.Федьковича

Пропонується алгоритм методики, що дозволяє моделювати зосереджені, передстресові і стресові функціональні робочі стани (ФРС) головного мозку залежно від ступеня сенсомоторного навантаження (першосигнальні позитивні і гальмівні подразники) в умовах високогірної гіпоксії, визначати основні властивості нервових процесів і аналізувати хвильову структуру сенсомоторних коливань методом параметричного спектрального аналізу.

Ключові слова: сенсомоторне навантаження, високогірна гіпоксія, функціональні стани головного мозку.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СЕНСОМОТОРНЫХ КОЛЕБАНИЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРНОЙ ГИПОКСИИ

Ю.В. Кравченко¹, В.Н. Ильин², Л.В. Чернокоза³, М.М. Михайлович

¹Международный центр астрономических и медико-экологических исследований НАН Украины, Киев

²Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, Киев,

³Черновицкий национальный университет им. Ю.Федьковича

Предлагается алгоритм методики, которая позволяет моделировать сосредоточенное, предстрессовое и стрессовое функциональные рабочие состояния (ФРС) головного мозга в зависимости от степени сенсомоторной нагрузки (первосигнальные положительные и тормозные раздражители) в условиях высокогорной гипоксии, определять основные свойства нервных процессов и анализировать волновую структуру сенсомоторных колебаний методом параметрического спектрального анализа.

Ключевые слова: сенсомоторная нагрузка, высокогорная гипоксия, функциональные состояния головного мозга.

METHOD OF OBTAINING SENSOMOTOR FLUCTUATION UNDER CONDITIONS OF ALPINE HYPOXIA

Yu.V. Kravchenko¹, V.N. Ilyin², L.V. Chornokoza³, M.M. Mykhaylovych

¹International Centre of Astronomic and Medical-Ecological Researches of NAS of Ukraine, Kyiv

²National University of Physical Education and Sports of Kyiv

³Chernivtsi National University by Yu. Fedkovych

The given computer procedure automatically allows us to watch functional working states of the brain (FWSB) in dependence on nervous system activation under the sensomotor loading (firstsignal positive and brake stimuli). The program defines main properties of nervous processes, WFSL, a level of function mobility of nervous processes, force of nervous processes, efficiency of brain, balance of nervous processes by method of parametrical spectral analysis.

Key words: sensomotor loading, Alpine hypohia, functional states of brain.

Вступ. Порушення функції нервової системи при високогірній гіпоксії починається в сфері вищої нервової діяльності (ВНД) і виявляється в розбалансуванні найбільш складних аналітико-синтетичних про-

цесів. Істотний внесок у дослідження дії високогірної гіпоксії на ВНД людини зробили Н.Н. Сиротинін [1], А.З. Колчинська [2] та інші. Подальший розвиток цього напрямку може бути зв'язаний з розробкою нових методів визначення впливу високогірної гіпоксії на психомоторну діяльність при моделюванні функ-

© .. , .. , .. , ..

ціональних робочих станів (ФРС) головного мозку (ГМ). У зв'язку з цим актуальним є одержання стійких показників основних і додаткових властивостей ВНД за результатами моделювання ФРС в умовах інтенсивного розумового навантаження. З описуваних Ю.П. Горго [3] функціональних робочих станів людини з погляду моделювання представляють інтерес 3 види: 1) зосереджений робочий стан на рівні функціональної рухливості нервових процесів (РФР НП) при максимально можливому стійкому режимі роботи із здійсненням 5 % помилок (ймовірність безвідмовної роботи $P_6=0,95$, ймовірність відмови $P_0=0,05$); 2) передстресовий робочий стан на рівні максимальної мобілізації сил (РММ) зі здійсненням 25 % помилок ($P_6=0,75$, $P_0=0,25$); 3) стресовий робочий стан на рівні максимально можливого функціонування нервових процесів або рівні стресу (ВРС), коли в 50 % випадків реєструються відмови при диференціюванні позитивних і гальмівних сигналів, які слідує один за одним ($P_6=0,5$, $P_0=0,5$), що одержало назву «нейродинамічний стрес» (НДС) [4, 5]. НДС є інформаційним стресом, що разом з емоційним стресом складають психологічний стрес, а останній, разом з фізіологічним, входять у найбільш загальну класифікацію поняття «стресу» [6].

Мета роботи: розробка методики фіксації сенсорних коливань і одержання кількісної оцінки ступеня адаптації до високогірної гіпоксії на підставі аналізу їхньої хвильової структури методом параметричного спектрального аналізу на початку і наприкінці перебування на високогір'ї.

Результати роботи і їхнє обговорення. В основу універсального алгоритму моделювання заданого ФРС людини покладений принцип зворотного зв'язку, коли правильна диференціація всіх сигналів поточної серії викликає збільшення швидкості представлення подразників наступної серії V_{i+1} на визначену величину ΔV

$$V_{i+1} = V_i + \Delta V \quad (1),$$

а при наявності помилки відбувається зменшення швидкості:

$$V_{i+1} = V_i - \Delta V \quad (2).$$

Зниження швидкості відбувається відразу після виявлення помилкової реакції, не чекаючи завершення поточної серії сигналів. Збільшення швидкості ΔV є нелінійною величиною і залежить від величини швидкості представлення поточної серії подразників:

$$\Delta V = (k\% \cdot V_i) / 100 \quad (3),$$

де $k\%$ - прийнятий відсоток зміни швидкості заданого ФРС. Емпірично встановлені значення $k\%$ для 3-х ФРС: $k_{\text{рфр}}\% = 5\%$, $k_{\text{умм}}\% = 2\%$, $k_{\text{ус}}\% = 1\%$. У цьо-

му випадку спостерігається плавна зміна частоти зміни сигналів у всьому робочому діапазоні та стійка робота на високих частотах представлення подразників, на відміну від випадку $\Delta V = \text{const}$. Кількість сигналів для кожної серії розраховується за формулою:

$$N = (2 \cdot P_0)^{-l} \quad (4).$$

У нашому випадку маємо $N_{\text{рфр}} = 10$, $N_{\text{умм}} = 2$, $N_{\text{ус}} = 1$. Початкова швидкість представлення подразників V_0 встановлюється залежно від конкретної задачі і для кожного обстежуваного підбирається індивідуально. Якщо за видом перехідного процесу необхідно оцінити динамічність НП, як додаткова властивість НП, що характеризує швидкість утворення тимчасових зв'язків і умовних рефлексів [7], то V_0 встановлюється нижче передбачуваної швидкості $V_{\text{уф}}$, що відповідає рівню функціонування для даного ФРС. Якщо на початку передбачається використовувати навантаження, що відповідає рівню функціонування, то встановлюється $V_0 = V_{\text{уф}}$. Прогнозований рівень функціонування визначається експериментально. Тобто можна індивідуально для кожного обстежуваного встановлювати початкову швидкість представлення сигналів, поставивши їх усіх у початкові рівні умови. V_0 для заданого ФРС розраховується виходячи з припущення, що обстежуваний протягом 30 с від початку роботи не зробив ні однієї помилки за формулою

$$V_0 = V_{\text{уф}} \cdot \left(\frac{1 - k\%}{100} \right)^n \quad (6),$$

де n – розрахована кількість ітерацій:

$$n = \log_{\left(\frac{1 - k\%}{100} \right)} (N / (V_{\text{уф}} \cdot 30)) \quad (7).$$

Серійний сигнал являє собою меандр (тривалість періодів експозиції і гасіння рівні між собою), що знімає верхні обмеження за швидкістю представлення подразників, коли зміна швидкості відбувається за рахунок варіації часу експозиції.

Основні труднощі при розробці моделі ФРС полягають у правильному визначенні якості відповідей, тому що при досягненні граничної швидкості представлення сигналів, реакція у відповідь часто виробляється під час подачі наступного сигналу.

На рис. 1 показана діаграма проходження сигналів і відповідей в екстремальних умовах переробки інформації. Відповідь, позначена імпульсом чорного кольору, є реакцією на подразник 1, тому що задовольняє умовам

$$(T_{\text{рв}} - 3G) < T_1 < (T_{\text{рв}} + 3G) \quad (8),$$

$$T_2 < (T_{\text{рв}} - 3G) \quad (9),$$

де G – середньоквадратичне відхилення реакції вибору, T_1 – час від початку представлення 1-го сигналу до появи переднього фронту відповіді, T_2 – час від початку представлення 2-го сигналу до появи переднього фронту відповіді.

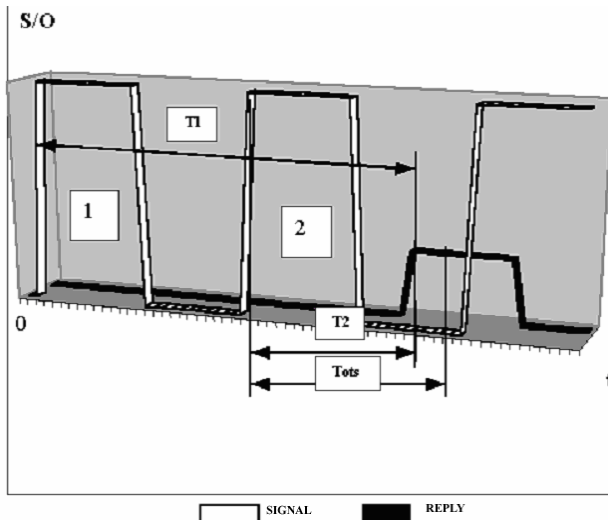


Рис.1. Діаграма проходження сигналів і відповідей в умовах сенсомоторного навантаження.

Часовий інтервал, що задовольняє умові

$$T_{ots} = (T_{pe} - 3G) \quad (10),$$

називається часом відставання. Іншими словами, період часу T_{ots} , протягом якого виконується аналіз відповіді на попередній подразник 1 під час поточного подразника 2, називається часом відставання. У деяких методиках (ПНН, ПНДІ, ПРОГНОЗ та ін.), що застосовують режим зворотного зв'язку, гранична швидкість представлення подразників (50% правильних відповідей, 50% помилок) практично не досягалася через відсутність або недостатнє відпрацювання терміна «час відставання» [8, 9, 10]. Наприклад, правильна рухова відповідь, початок якої

припадає на кінець поточного подразника, у дійсності була відповіддю на попередній подразник, порівнювалася з латентним періодом реакції вибору, а фактично оброблялася як відповідь на поточний, що в більшості випадків сприймалося як неправильна реакція. Це знижувало робочий поріг, на якому повинний був виявлятися НДС, і зменшувало діапазон можливих варіацій індивідуальних розходжень випробовуваних. У нашому випадку, якщо початок відповіді припадає на період часу відставання T_{ots} і закінчується після його завершення, то залишкова рухова реакція не розглядається при аналізі відповіді на поточний подразник. Величина T_{ots} не може перевищувати тривалість поточного сигналу. У розглянутій моделі аналіз відповіді відбувається на передньому фронті нервово-м'язового скорочення (натискання кнопки). Якщо попередній період сигналу був меншим або дорівнював T_{ots} , то поточне значення часу відставання не повинно перевищувати поточного періоду сигналу, у припущенні, що дано правильну відповідь на попередній подразник. У цьому випадку після закінчення періоду відставання виробляється аналіз відповіді на попередній подразник і, залежно від його якості або загорається наступна експозиція (при правильній відповіді) або поточна величина часу гасіння збільшується (при помилковій реакції) на прийнятну величину збільшення ΔV .

Під час моделювання ФРС будується крива працездатності (рис. 2). На осі абсцис відкладається кількість перероблених сигналів, на осі ординат – поточна швидкість переробки інформації.

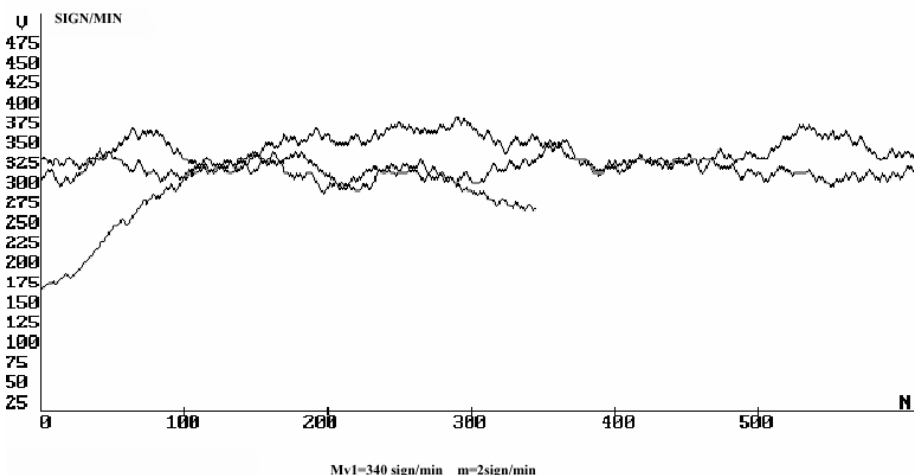


Рис. 2. Первинна крива швидкості обробки інформації при моделюванні НДС.

Детальний аналіз якості помилкових реакцій при моделюванні зосередженого робочого стану встановив, що на граничних швидкостях, коли впливають підряд два позитивних подразники, адресовані

до однієї руки, як правило, спостерігається явище сумування, коли реакція на другий подразник розвивається на тлі залишкового збудження і сумується з ним. Якщо час нервово-м'язового скорочення стає

більшим періоду проходження поточного позитивного сигналу, то фіксується одна відповідна реакція на два підряд запропонованих подразники, адресованих до однієї руки. У той же час, коли другий позитивний подразник адресується до протилежної руки, сумування нервово-м'язового скорочення не спостерігається і підвищується ймовірність безпомилкової відповіді на другий позитивний сигнал, тобто має місце неоднорідність тестованого матеріалу.

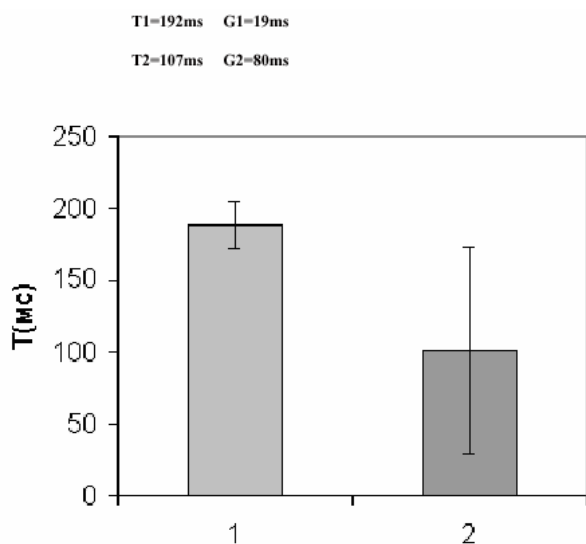


Рис. 3. Індивідуальні тимчасові характеристики нервово-м'язових скорочень (1) і переключень (2).

Для додавання внутрішньої узгодженості даних методики й однорідності тестованому матеріалу, вводиться новий тип тригерної реакції. На відміну від реакції вибору двох сигналів із трьох, коли відповідь на два типи позитивних подразників адресувалася відповідно до лівої або правої руки, у тригерній реакції відповідь тільки на один тип позитивного подразника адресується по черзі до кожної руки. З рисунка 3 видно, що швидкість нервово-м'язового переключення (тригер-тепінг тест) вище майже в 2 рази, ніж швидкість повторного нервово-м'язового скорочення (звичайний тепінг тест), що дає підставу до застосування тригерної реакції вибору при моделюванні ФРС. Введення тригерного типу реакції сприяє вирішенню проблеми ідентифікації якості відповіді на гальмівний подразник при відсутності рухової реакції на нього [8]. Чим вважати відсутність рухової реакції на гальмівний подразник при роботі на екстремальних швидкостях переробки інформації: правильною відповіддю або результатом прояву поза межного гальмування? При ідентифікації відповіді на позитивний подразник такої подвійності не існує, тому для вирішення даної проблеми пропонується

наступний підхід. При моделюванні НДС відсутність рухової реакції на гальмівний подразник ідентифікувати як правильну реакцію, якщо в попередніх серіях відповідей для даної швидкості переважали безпомилкові відповіді на позитивний подразник.

З метою зменшення орієнтовної реакції для моделювання ФРС, дослідження проводяться поетапно «від простого до складного»:

1. Тригер-тепінг тест (ТТТ). Випробуваному пропонується інструкція «На протязі 30 секунд по черзі натискайте кнопки у швидкому темпі!». Під час тесту будуються тимчасові криві нервово-м'язових скорочень для кожної руки окремо. Після закінчення тесту виконується статистична обробка і запис у файл «ttrp.dat» звітів часу натискання і відпускання кожної кнопки. ТТТ дозволяє визначати максимальне число імпульсів, які досліджувана функціональна структура може передати в одиницю часу

$$F_i = N_m / 30 \quad (11),$$

вимірюється в Гц і є показником лабільності нервово-м'язового апарату (додаткова властивість нервової системи, що характеризує швидкість виникнення і припинення нервових процесів) [6]. Час тестування 30 с. обрано виходячи з того розуміння, що основне навантаження при виконанні методики в перші 30 секунд лягає на центральну нервову систему, а наступна робота виявляє фізичне м'язове стомлення [4].

2. Проста зорово-моторна тригерна реакція (ПЗМТР). Випробуваному пропонується інструкція: «Якнайшвидше натискайте по черзі ліву і праву кнопки з появою сигналу вертикаль!». Якщо латентний період ПЗМТР фіксується менше ніж 100 мс, то загоряється транспарант «Передчасна реакція!», при повторному натисканні однієї і тієї ж кнопки загоряється транспарант «Порушено чергування рук!». Після закінчення тесту проводиться статистична обробка і запис латентних періодів ПЗМТР та якості відповідей у файл «trpzm.dat».

3. Тригерна реакція вибору (ТРВ). Випробуваному пропонується інструкція: «Якнайшвидше натискайте по черзі ліву і праву кнопки з появою вертикалі, на горизонталь – кнопки не натискати!». Попередження про помилку передчасної реакції порушенні чергуванні рук аналогічно ПЗМТР, але можуть з'являтися наступні попереджуючі повідомлення при гальмівній реакції «Не натиснули чергову кнопку!» і при руховій реакції на гальмівний подразник «на горизонталь - кнопки не натискати!». Також виконується статистична обробка і запис латентних періодів ТРВ і якості відповідей у файл trv.dat. Експериментатор уголос повинний попереджати про порушення моторних реакцій при проведенні ПЗМТР і ТРВ.

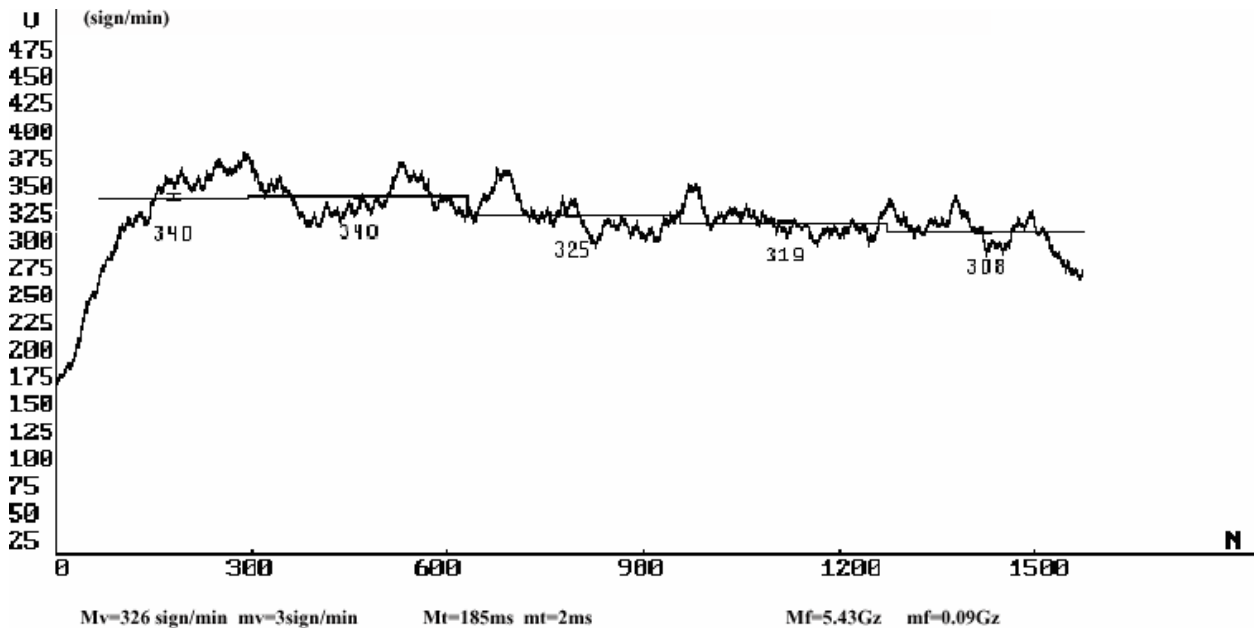


Рис. 4. Крива швидкості обробки інформації при моделюванні НДС.

4. Моделювання ФРС. Результуючий графік на прикладі моделювання НДС представлений на рис. 4, де виконано стискання у часі по осі абсцис і на якому чітко спостерігається повільнохвильова складова нейродинамічних коливань (НДК). Для мозку має велике значення ритмічний слід, що забезпечує збереження потенційної домінанти [11]. Це знаходить відображення у феномені «мічених атомів» ЕЕГ при циклічній психомоторній роботі [12], коли з'являються потенціали з частотою, що відповідає її темпу. Враховуючи спряженість ритмічних коливань серцевого ритму й електричної активності мозку [13], а також нереальність неузгодженості перебігу їх із НДК, становить інтерес вироблення методу переходу від одного ритмічного процесу до іншого і визначення ступеня гармонійності поєднання цих ритмічних процесів. При спектральному аналізі НДК окремо розглядається область нестационарних сигналів, що відображають різні перехідні стани ВНД і дозволяють оцінювати динамічність і силу НП як загальний випадок і стійкість до дії внутрішнього або зовнішнього збурювання (гіпоксичний вплив) як окремий випадок; а також стаціонарні тимчасові сегменти, що дозволяють оцінити рухливість і урівноваженість НП. Класичні методи спектрального аналізу для нашого випадку втрачають свою інформативність, тому пропонується застосовувати спектральний аналіз на площині комплексних частот [14]. При цьому відбувається апроксимація послідовності із відрахунків

процесу $x(1), \dots, x(N)$ лінійної комбінації загасаючих, зростаючих або незмінних за амплітудою косинусоїд:

$$X[n] \approx \sum_{k=1}^{L/2} 2A_k \exp[-\alpha_k(n-1)T] \cos[2\pi f_k(n-1)T + \phi_k] \quad (12)$$

де $1 < n < N$, L – порядок апроксимуючої косинусоїдальної моделі, T – інтервал звітів у секундах, A_k і a_k – амплітуда і коефіцієнт загасання (yc^{-1}) k -ї косинусоїди, f_k і ϕ_k – частота (у герцах) і початкова фаза (у радіанах) k -ї косинусоїди. Параметрами для побудови спектра на площині комплексних частот аналізованого процесу ϵ : f_k , a_k , P_k – потужність k -ї, що змінюється за амплітудою косинусоїди. Як базову процедуру для розрахунку спектральної потужності використовують процедуру Проні [15].

Програма ідентифікує перехідний (виражений нестационарний) процес і сталий (виражений стаціонарний) процес за результатами проведення параметричного спектрального аналізу і визначає середнє значення швидкісної інтегральної характеристики переробки інформації у вигляді

$$V_{cp} = \bar{V} \pm m \quad (13)$$

як за час усього сталого режиму роботи випробуваного, так і за кожну хвилину. Параметр \bar{V} оцінює рухливість НП і розраховується як середня величина швидкості представлення сигналів для стаціонарного ряду максимальної тривалості:

$$\bar{V} = \frac{L_{\max}}{L_{\min}} \left(\frac{V(k)}{L_{\max} - L_{\min}} \right) \quad (14),$$

де L_{\max} і L_{\min} - максимальний і мінімальний номер серій представлених сигналів стаціонарного ряду.

Швидкість і успішність первинного пристосування індивіда до нових умов функціонування як показник динамічності НП пропонується оцінювати за величиною коефіцієнта зростання

$$K_B = T_s^+ / T_{SCP}^+ \quad (15),$$

де T_s^- - період аналізу сигналу (у даному випадку визначається часом моделювання і дорівнює 300 с);

$$T_{SCP}^+ = \frac{p_i}{\Delta_i} \bigg/ \frac{p_i}{\Delta_i} \quad (16)$$

час збільшення в e раз (e – число Ейлера) у середньому амплітуди сигналу, складеного зі зростаючих за амплітудою косинусоїд вихідного сигналу.

Швидкість зниження темпу обробки інформації до кінця тесту характеризує силу нервових процесів [15, 6]. Чим швидше настають явища втоми в нервових центрах, тим раніше відбувається достовірний спад кривої працездатності. Оскільки відомо, що в осіб зі слабкою НС фоновий рівень активації вищій, сумування порушення при частому багаторазовому повторенні подразників приводить до швидкого досягнення межі реагування, за якою настає розвиток гальмування. В осіб із сильною НС вихідний рівень активації нижчий, у зв'язку з чим сумування порушення в них може відбуватися довше. Виходячи з вищевикладеного, силу НП пропонується оцінювати за величиною коефіцієнта загасання

$$K_3 = T_s^- / T_{SCP}^- \quad (17),$$

$$T_{SCP}^- = \frac{p_i}{\Delta_i} \bigg/ \frac{p_i}{\Delta_i} \quad (18)$$

час зменшення в e раз, у середньому, амплітуди сигналу, складеного зі загасаючих за амплітудою косинусоїд вихідного сигналу.

Урівноваженість НП, за аналогією з показником середнього відхилення реакції на об'єкт, що рухається, пропонується оцінювати як сумарну потужність періодичних

$$p_n = \frac{p_i}{\Delta_k} \quad (19)$$

стаціонарних складових НДВ

зіставлення даного показника з коефіцієнтом врівноваженості, що визначається при зосередженому ФРС як величина розподілу кількості рухових реакцій на гальмівний подразник до величини пропущених позитивних подразників, а також відношенням середніх значень латентних періодів, що визначаються на тлі залишкового порушення і гальмування залежно від типу попереднього подразника.

Висновки. Моделювання сенсомоторного гомеостазу і якісна реєстрація психомоторної періодики стали можливими у результаті: 1) застосування нелінійної зміни швидкості переробки інформації з урахуванням індивідуальних особливостей обстежуваного; 2) детального відпрацювання парадигми «час відставання»; 3) введення тригерного типу реакції 4) рішення феномену граничної гальмівної реакції. Спектральний аналіз сенсомоторних коливань на площині комплексних частот дозволяє кількісно оцінити основні властивості нервових процесів і оцінювати вплив високогірної гіпоксії на ВНД людини.

1. ... 1981. – 234 .
2. ... 1991. – 206 .
3. // ... 13 – 2001. – С. 47.
4. ... 2001. – 26
5. Y. Kravchenko, P. Beloshitsky, V. Ilyin. Simul ation of functional working states of the brain in hypoxia conditions// High Altitude medicine and biology.-V.3, N1, 2002.-P. 108.
6. ... 1990.- 621 .
7. ... 1966.- 383 .
8. ...
9. ... 1984. – 34, .5 – .972-974.
10. ... /
11. ... (,24-26 1990)- ,1990.- 30-31. ... 1956. – 273 .

12. // - 14. _____ -
- _____ -
- _____ // _____ -
13. , 1990.- . 205. (_____) - 1999.- . 3. (<http://www.primatuchel.acru/drs/>)
: - 15.
. : 03.99.13/ - , 1990.- 680 .
. , 2000.- 32 .

ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ АВТОРІВ ЖУРНАЛУ «МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА ТА ІНЖЕНЕРІЯ»

Програмними цілями науково-практичного журналу «Медична інформатика та інженерія» є інформування працівників галузі охорони здоров'я України, науковців, викладачів медичних вищих навчальних закладів, співробітників науково-дослідних інститутів медичного і біологічного профілю та громадськості про результати фундаментальних і прикладних досліджень з медичної інформатики та інженерії, про сучасні тенденції й процеси інформатизації, що відбуваються в медичній галузі.

Журнал «Медична інформатика та інженерія» приймає до публікації статті, короткі повідомлення, листи до Редакції, що містять оригінальні матеріали досліджень із наступних тем:

1. Інформатизація системи охорони здоров'я.
2. Медичні інформаційні, експертні та інтелектуальні системи.
3. Інформаційні технології системних досліджень в медицині та біології.
4. Проблеми управління в медичних та біологічних системах.
5. Госпітальні інформаційні системи.
6. Оптимізація управління процесами профілактики, діагностики, лікування та реабілітації хворих.
7. Телемедичні технології.
8. Математичне моделювання в медицині, фармакології та біології.
9. Доказова медицина.
10. Медична інженерія та електроніка.
11. Інформаційні технології отримання, збереження, передачі та аналізу медичної та біологічної інформації.
12. Отримання та аналіз медичних та біологічних зображень і сигналів.
13. Комп'ютерна діагностика захворювань і комп'ютерне прогнозування перебігу та наслідків патологічного процесу.
14. Розробка та використання біометричних методів.
15. Структуризація знань, бази знань, організація пошуку та обробки знань, розповсюдження знань.
16. Сучасні інформаційні технології в медичній та біологічній освіті. Засоби самоосвіти.
17. Теорія та практика дистанційної освіти.
18. Проблеми побудови «суспільства знань».
19. Інформатика, суспільство та національна безпека.
20. Тенденції розвитку медичної та біологічної інформатики та інженерії.

За рішенням редакційної колегії до друку також можуть прийматися огляди з актуальних питань медичної інформатики та інженерії, описи перспективних наукових досліджень, рецензії, довідкові та інформаційні матеріали, навчально-методичні матеріали, оголошення щодо наукових заходів і повідомлення рекламного змісту.

Рішення щодо публікації приймається редакційною колегією на підставі результатів рецензування статей. Редакція не бере на себе зобов'язань щодо роз'яснення причин відмови від публікації статті. Надіслані до редакції матеріали авторам не повертаються. Рукописи мають представляти матеріали, що не були опубліковані раніше та не були подані до інших видань.

Вимоги щодо підготовки рукопису

Рукописи повинні надсилатися в двох примірниках українською, російською чи англійською мовою і супроводжуватися файлами тексту (*.rtf або *.doc) та малюнків (*.jpg або *.tif) на дискеті чи диску. Електронна та паперова версії статті мають бути ідентичними. Електронна копія може бути надіслана також електронною поштою.

Весь текст повинен бути надрукований через 1,5 інтервала, шрифт Times New Roman, кегль – 14, з одного боку листа на білому папері формату А4 (1800-2000 друкованих знаків на сторінці). Поля: зліва – 3 см, справа – 1,5 см, зверху та знизу – 2,5 см. Текст набирати в одну колонку. Прийнятні формати текстового файлу: MS Word (rtf, doc).

Підзаголовки повинні бути надруковані прописними літерами, півжирним шрифтом.

Рівняння необхідно друкувати у редакторі формул MS Equation Editor, що входить до складу текстового редактора MS Word.

Список літератури повинен формуватися послідовно, в порядку появи посилання в тексті статті. Для оформлення посилань на книги та журнали використовувати відповідні формати, наприклад:

1. Амосов Н.М., Касаткин А.М., Касаткина Л.М., Талаев С.А. Автоматы и разумное поведение. –К.: Наук.думка, 1973. – 374 с.

2. Вороненко Ю.В., Мінцер О.П. Технології дистанційного навчання у практичній медицині // Журнал сучасного лікаря. Мистецтво лікування. –2005. – № 7. – С. 8–11.

Рисунки - шириною до 8 см або до 16 см кожен подаються на окремому аркуші. На зворотній стороні вказати номер рисунка, прізвище першого автора, підпис до рисунка (скорочено) та відмітки “Верх”, “Низ”. Усі рисунки повинні бути пронумеровані в порядку їх появи в тексті. Товщина осі на графіках повинна складати 0,5 pt, товщина кривої - 1,0 pt. Одиниці виміру на осях графіків повинні бути позначені після коми (не в круглих дужках). Рисунки повинні бути якісні, розміри підписів до осей та шкали - 10 pt при вказаних вище розмірах рисунка. Прийнятні графічні формати для рисунків: TIF, JPEG. Рисунки, створені за допомогою програмного забезпечення для математичних і статистичних обчислень, повинні бути перетворені до одного з цих форматів.

Ілюстрації приймаються до друку тільки високоякісні. Підписи і символи повинні бути вдруковані. При скануванні слід забезпечити роздільну здатність зображення 300 dpi. Пріоритетним є надсилання оригіналів ілюстрацій. Невеликі за об'ємом ілюстрації можна розміщувати по ходу тексту статті.

Фотографії повинні надаватися у вигляді оригінальних контрастних відбитків. У підписах до мікрофотографій вказувати збільшення і метод фарбування матеріалу. Не приймаються до друку негативи, слайди.

Таблиці повинні бути представлені на окремих аркушах. Таблиці повинні мати короткі заголовки і власну нумерацію. Відтворення одного і того ж матеріалу у вигляді таблиць і рисунків не допускається.

Діаграми, графіки бажано створювати у Microsoft Excel.

Підписи до рисунків і таблиць повинні бути надруковані в рукописі після списку літератури на окремому аркуші.

Розширена анотація до статті - подається двома мовами (наприклад, якщо основний текст статті написаний українською мовою, то дві розширені анотації подаються російською та англійською); обсяг – 1 сторінка; містить: (а) назву статті, (б) прізвища та ініціали авторів, (в) електронні адреси авторів, (г) повна назва установи, (д) реферат статті до 400 слів, (є) ключові слова.

Інформація про авторів - подається на окремому аркуші і містить наступні відомості про кожного: прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання, місце роботи, посада, службова адреса, телефон, факс і електронна пошта. Прізвище автора, з яким слід вести листування, має бути підкреслено.

Статті, оформлені без дотримання вищевказаних вимог, не реєструються. У першу чергу друкуються статті передплатників журналу, а також матеріали, що замовлені редакцією. Редакція залишає за собою право виправляти термінологічні та стилістичні помилки; за погодженням з авторами усувати зайві ілюстрації та скорочувати текст.

Рукописи направляти за адресою:

04112, м. Київ, вул. Дорогожицька, 9,

Національна медична академія післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика,

Редакція журналу «Медична інформатика та інженерія»

Електронна пошта: miejournal@nmapo.edu.ua

Публікація статей платна. Вартість - 15 грн. за 2000 знаків (1 сторінка). Оплата здійснюється після отримання повідомлення про позитивне рішення щодо публікації статті.

Оплату за статті переказувати на розрахунковий рахунок одержувача:

Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського

КОД 02010830

р/р 35224001000151 в ГУДКУ в Тернопільській обл.,

МФО 838012

В призначенні платежу вказувати: «За друкування статті».

Квитанцію про оплату надсилати на адресу:

Видавництво „Укрмедкнига”,

46001, м. Тернопіль, майдан Волі, 1

тел.: (+380352) 43-49-56, факс (+380352) 52-80-09

e-mail: publishhouse@tdmu.edu.te.ua