



**Міжнародний гуманітарний університет
Факультет кібербезпеки, програмної інженерії
та комп'ютерних наук
Кафедра інформаційних технологій**

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ
ТА РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ**

Галузь знань	<u>12 «Інформаційні технології»</u>
Спеціальність	<u>121 «Інженерія програмного забезпечення»</u>
Назва освітньої програми	<u>Інженерія програмного забезпечення</u>
Рівень вищої освіти	<u>другий (магістерський) рівень</u>

Розробники і викладачі <i>(вказуються розробники і викладачі, які викладають дисципліну - посада, наук. ступінь, вчене звання, П.І.Б.)</i>	Контактний тел.	E-mail
Професор кафедри інформаційних технологій д.т.н., проф. Мірошник Марина Анатоліївна	099-063-31-45	marinagmiro@gmail.com

1. АНОТАЦІЯ ДО КУРСУ

Дисципліна «Інженерія програмного забезпечення для паралельних та розподілених систем» надає змогу здобувачам другого ступеня вищої освіти оволодіти спеціальними професійними інформативно-комунікативними компетентностями, пов'язаними з використанням інженерії програмних засобів для паралельних та розподілених систем у рамках виконання їх самостійного дослідження та у подальшій науково-дослідницькій діяльності.

Дисципліна “Інженерія програмного забезпечення для паралельних та розподілених систем” спрямована на вивчення студентами сучасних підходів та методів розробки програмного забезпечення. В дисципліні розглядаються: інструменти та підходи розробки програмних продуктів, засоби управління залежностями, логування та моніторинг в сучасних програмних продуктах, способи організації взаємодії при розробці програмного забезпечення. Вивчення даної дисципліни майбутніми фахівцями дозволить їм набути важливих компетенцій в сфері інженерії програмного забезпечення.

Метою викладення дисципліни «Інженерія програмного забезпечення для паралельних та розподілених систем» є формування компетентності щодо побудови, дослідження, аналізу та реалізації інженерії програмного забезпечення для паралельних та розподілених систем з подальшим використанням отриманого розв’язку для підвищення ефективності розробки та функціонування програмних систем.

Метою вивчення дисципліни “Інженерія програмного забезпечення для паралельних та розподілених систем” є підготовка фахівців, здатних розв’язувати комплексні задачі у сфері розробки підтримуваного програмного забезпечення та використовувати сучасні підходи та інструменти при розробці та ознайомити студентів з стандартними проектними рішеннями (патернами проектування) та поширеними в сучасному промисловому програмуванні технологічними процесами і засобами проектування програмних систем. Також формування системи теоретичних знань і набуття практичних умінь і навичок з питань теоретичних основ та використання сучасних методології та технологій розроблення, тестування та експлуатації програмних продуктів, та для моделювання і проектування інформаційних систем, документування та маркетингу програмних продуктів. Та формування системи теоретичних знань і придбання практичних умінь і навичок з питань використання технологій розподілених обчислених систем, встановлення та налаштування відповідного програмного забезпечення запуску та виконання завдань на обчислювальному кластері та використання технологій і засобів паралельного програмування.

Вивчення систематичних та ефективних методів створення високоякісного складного програмного забезпечення, що задовольняє вимогам замовників та адаптується до змін вимог та зовнішніх обставин. Розглядаються технічні, аналітичні, дослідницькі, керівничі, творчі, комунікативні та інші аспекти професійної діяльності інженера з програмної інженерії в індивідуальній та колективній формі праці. Наводяться сучасні підходи до ефективної організації процесу постачання програмного забезпечення на всіх етапах життєвого циклу від зародження концепції програмного продукту до його виведення з експлуатації.

2. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ СФОРМУВАТИ ТА ДОСЯГНЕННЯ ПРОГРАМНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

У процесі реалізації програми дисципліни «Інженерія програмного забезпечення для паралельних та розподілених систем» формуються наступні компетентності із передбачених освітньою програмою:

Інтегральна компетентність

ІК01. Здатність особи розв’язувати складні задачі і проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Спеціальні (фахові) компетентності

СК04. Здатність розвивати і реалізовувати нові конкурентоспроможні ідеї в інженерії програмного забезпечення.

СК05. Здатність розробляти, аналізувати та застосовувати специфікації, стандарти, правила і рекомендації в сфері інженерії програмного забезпечення.

СК06. Здатність ефективно керувати фінансовими, людськими, технічними та іншими проєктними ресурсами у сфері інженерії програмного забезпечення.

СК07. Здатність критично осмислювати проблеми у галузі інформаційних технологій та на межі галузей знань, інтегрувати відповідні знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах.

СК10 Здатність розробляти моделі та засоби інтелектуальної обробки даних в розподілених системах, вдосконалювати програмні системи та здійснювати оптимізацію програмного забезпечення з урахуванням вимог до їх надійності.

Навчальна дисципліна «Інженерія програмного забезпечення для паралельних та розподілених систем» забезпечує досягнення програмних результатів навчання (РН), передбачених освітньою програмою:

РН07 Аналізувати, оцінювати і застосовувати на системному рівні сучасні програмні та апаратні платформи для розв'язання складних задач інженерії програмного забезпечення.

РН09 Обґрунтовано вибирати парадигми і мови програмування для розроблення програмного забезпечення; застосовувати на практиці сучасні засоби розроблення програмного забезпечення.

РН 18 Розробляти моделі та засоби обробки даних в розподілених системах та здійснювати оптимізацію програмного забезпечення з урахуванням вимог до надійності.

3. ОБСЯГ ТА ОЗНАКИ КУРСУ

Загалом		Вид заняття (денне відділення / заочне відділення)			Ознаки курсу		
ЄКТС	годин	Лекційні заняття	Практичні заняття	Самостійна робота	Курс, (рік навчання)	Семестр	Обов'язкова / вибіркова
5	150	28/6	28/6	94/138	1	2	Обов'язкова

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма				Заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		лекц.	прак	сам. роб.		лекц.	прак	сам. роб.
Змістовий модуль 1.								
Тема 1. Вступ до дисципліни. Процеси інженерії програмного забезпечення.	12	2	2	8	12	2	-	10
Тема 2. Інженерія вимог до програмного забезпечення. Об'єктна та реляційна моделі в програмному забезпеченні.	12	2	2	8	12	-	2	10
Тема 3. Архітектура програмного забезпечення. Деталізоване проектування конкретних компонентів програмного забезпечення.	12	2	2	8	12	-	-	12
Тема 4. Організація тестування та колективної інженерії програмного забезпечення.	12	2	2	8	12	-	-	12
Змістовий модуль 2. Принципи функціонування та технології розподілених систем.								
Тема 5. Основні поняття та класифікація розподілених систем. Класифікація грід-систем. Склад та призначення рівнів відкритої архітектури GRID.	12	2	2	8	12	2	-	10
Тема 6. Базові складові GRID-систем. Склад та призначення сервісів GRID-систем	12	2	2	8	12	-	2	10
Тема 7. Промислові GRID-системи та їх використання в наукових та комунальних обчисленнях. Засоби доступу та запуск завдань в GRID - системах.	12	2	2	8	12	-	-	12
Змістовий модуль 3. Технології паралельних обчислень.								
Тема 8. Поняття та класифікація паралельних обчислювальних систем (ПОС).	12	2	2	8	12	2	-	10
Тема 9. Паралельні моделі програмування: паралелізм задач та паралелізм даних. Базові етапи розроблення паралельної програми (алгоритму). Багатопотокові програми.	12	2	2	8	12	-	-	12
Тема 10. Графові моделі виконання паралельних програм. Поняття та представлення графа для виконання паралельної програми.	16	4	4	8	16	-	2	14
Тема 11. Особливості використання технології OpenMP при розпаралелювальні програм. Принципи організації виконання OpenMPпрограми.	15	4	4	7	15	-	-	15

Тема 12. Модель паралелізму на основі інтерфейсу передачі повідомлень MPI.	11	2	2	7	11	-	-	11
Усього годин	150	28	28	94	150	6	6	138
ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ - ЕКЗАМЕН								

5. ТЕХНІЧНЕ Й ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ / ОБЛАДНАННЯ

Студенти отримують теми та питання курсу, основну і додаткову літературу, рекомендації, завдання та оцінки за їх виконання як традиційним шляхом, так і з використанням університетської платформи он-лайн навчання на базі Moodle. Окрім того, практичні навички у пошуку та аналізу інформації за курсом, з оформлення індивідуальних завдань, тощо, студенти отримують, користуючись університетськими комп'ютерними класами та бібліотекою.

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи студентів щодо вивчення дисципліни «Інженерія програмного забезпечення для паралельних та розподілених систем» включаються:

1. Знайомство з науковою та навчальною літературою відповідно зазначених у програмі тем.
2. Опрацювання лекційного матеріалу.
3. Підготовка до практичних занять.
4. Консультації з викладачем протягом семестру.
5. Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.
6. Підготовка та виконання індивідуальних завдань у вигляді есе, рефератів тощо.
7. Підготовка до підсумкового контролю.

Тематика та питання до самостійної підготовки та індивідуальних завдань

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Тема 1. Вступ до дисципліни. Процеси інженерії програмного забезпечення. Мета, предмет та актуальність дисципліни. Базові поняття створення програмних продуктів. Класичні процеси розробки. Раціональний уніфікований процес (RUP). Гнучкі процеси розробки (Agile).	8	10
2	Тема 2. Інженерія вимог до програмного забезпечення. Об'єктна та реляційна моделі в програмному забезпеченні. Аналіз вимог до програмного забезпечення. Специфікація вимог до програмного забезпечення. Інженерія вимог в проектах, що використовують Agile-процеси розробки. Пріоритети вимог, оцінювання вартості та планування випусків програмного забезпечення. Проектування та реалізація об'єктної моделі програмного забезпечення. Тестування програмного забезпечення на модульному рівні. Об'єктно-реляційне відображення. Взаємодія програмного забезпечення з СУБД.	8	10

3	Тема 3. Архітектура програмного забезпечення. Деталізоване проектування конкретних компонентів програмного забезпечення. Архітектурна модель програмного забезпечення. Поширені архітектурні шаблони, шаблон Model-View-Controller. Архітектура веб-додатків. Тонкий клієнт. Веб-сервіси стилю WSDL, SOAP, REST. Сервісна корпоративна архітектура. Архітектура настільних додатків. Товстий клієнт. Особливості проектування мобільних додатків.	8	12
4	Тема 4. Організація тестування та колективної інженерії програмного забезпечення. Організація тестування нефункціональних вимог до програмного забезпечення. Засоби колективної розробки та управління проектами тестування, оцінка, реліз, підтримка). Організація процесу тестування програмного забезпечення систем.	8	12
5	Тема 5. Основні поняття та класифікація розподілених систем. Класифікація грід-систем. Склад та призначення рівнів відкритої архітектури GRID. Принципи організації оброблення даних в розподілених системах. Поняття та склад проміжного програмного забезпечення грід-систем. Globus Toolkit, Glite, ARC, Gridway, Condor, SETI@HOME.	8	10
6	Тема 6. Базові складові GRID-систем. Склад та призначення сервісів GRID-систем. Архітектура OGSA. Поняття та класифікація систем управління ресурсами та планування завдань. Поняття та типи брокерів ресурсів. Планувальники завдань у розподілених середовищах: метапланувальники та планувальники локальних систем управління ресурсами. Інформаційні сервіси та системи ПОС. Склад та призначення інформаційних систем розподілених систем. Організація інформаційних систем на базі архітектур R-GMA та MDS.	8	10
7	Тема 7. Промислові GRID-системи та їх використання в наукових та комунальних обчисленнях. Засоби доступу та запуск завдань в GRID -системах. Організація високопродуктивних обчислень на хмарних платформах MS Azure, AWS, Google App. Engine.	8	12
8	Тема 8. Поняття та класифікація паралельних обчислювальних систем (ПОС). Класифікації Флінна. Багатопроекторні та багатокомп'ютерні системи. Принципи побудови ПОС зі спільною і розподіленою пам'яттю.	8	10
9	Тема 9. Паралельні моделі програмування: паралелізм задач та паралелізм даних. Базові етапи розроблення паралельної програми (алгоритму). Багатопотокові програми.	8	12
10	Тема 10. Графові моделі виконання паралельних програм. Поняття та представлення графа для виконання паралельної програми. Аналіз, оцінка і застосування на системному рівні сучасних програмних та апаратних платформ для розв'язання складних задач інженерії програмного забезпечення.	8	14
11	Тема 11. Особливості використання технології OpenMP при розпаралелювальні програм. Принципи організації виконання OpenMP програми. Вибір парадигми і мови програмування для розроблення програмного забезпечення.	7	15

12	Тема 12. Модель паралелізму на основі інтерфейсу передачі повідомлень MPI. Застосовувати на практиці сучасних засобів розроблення програмного забезпечення. Розробка моделі та засобів обробки даних в розподілених системах. Оптимізація програмного забезпечення з урахуванням вимог до надійності.	7	11
Всього		94	138

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Робоча програма навчальної дисципліни передбачає наступні види та методи контролю:

Види контролю	Складові оцінювання
поточний контроль , який здійснюється у ході: проведення практичних занять, виконання індивідуального завдання; проведення консультацій та відпрацювань.	50%
підсумковий контроль , який здійснюється у ході проведення іспиту.	50%

Методи діагностики знань (контролю)	фронтальне опитування; наукова доповідь, реферат, усне повідомлення, індивідуальне опитування, практичних завдань, іспит.
--	---

8. ОЦІНЮВАННЯ ПОТОЧНОЇ, САМОСТІЙНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ З ПІДСУМКОВИМ КОНТРОЛЕМ У ФОРМІ ЕКЗАМЕНУ/ ЗАЛІКУ

Денна форма навчання			
<i>Поточний контроль</i>			
Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи на семінарських (практичних) заняттях			
1.1. Підготовка до практичних занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних занять	25
Виконання завдань для самостійного опрацювання			

1.2. Підготовка програмного матеріалу (тем, питань), що виноситься на самостійне вивчення	-//-	Розгляд відповідного матеріалу під час аудиторних занять або ІКР ¹ , перевірка конспектів навчальних текстів тощо	10
Виконання індивідуальних завдань (науково-дослідна робота студента)			
1.3. Підготовка реферату за заданою тематикою	Відповідно до розкладу занять і графіку ІКР	Обговорення (захист) матеріалів реферату	10
1.4. Інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо.	-//-	Обговорення результатів проведеної роботи під час аудиторних занять або ІКР, наукових конференцій та круглих столів.	5
Разом балів за поточний контроль			50
<i>Підсумковий контроль</i> екзамен			50
Всього балів			100

9. КРИТЕРІЇ ПІДСУМКОВОЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ (для іспиту / заліку)

Рівень знань оцінюється:

- «відмінно» / «зараховано» А - від 90 до 100 балів. Студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та семінарських заняттях, під час яких давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат (есе) за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

- «добре» / «зараховано» В - від 82 до 89 балів. Студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях та семінарських заняттях, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат (есе) за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

- «добре» / «зараховано» С - від 74 до 81 балів. Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи, реферату та активність у науково-дослідній роботі;

- «задовільно» / «зараховано» D - від 64 до 73 балів. Студент був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи, рефератів (есе);

- «задовільно» / «зараховано» E - від 60 до 63 балів. Студент був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє

¹ Індивідуально-консультативна робота викладача зі студентами

навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, має неповний конспект з завданнями до самостійної роботи.

- «незадовільно з можливістю повторного складання» / «не зараховано» FX – від 35 до 59 балів. Студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

- «незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» / «не зараховано» F – від 0 до 34 балів. Студент не володіє навчальним матеріалом.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами

100-бальною шкалою	Шкала за ECTS	За національною шкалою	
		екзамен	залік
90-100 (10-12)	A	Відмінно	зараховано
82-89 (8-9)	B	Добре	
74-81 (6-7)	C	Задовільно	
64-73 (5)	D		
60-63 (4)	E	незадовільно	не зараховано
35-59 (3)	Fx		
1-34 (2)	F		

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Мірошник М. А. Автоматизоване проектування програмних засобів систем: Методичні вказівки призначено для студентів напряму 123 «Комп'ютерна інженерія» Харків: УкрДУЗТ, 2020. 59 с.
2. Мірошник М. А. Теорія автоматичного управління, штучний інтелект і автоматизація процесу прийняття рішення: навч. посіб. Харків: УкрДУЗТ, 2018. 144 с.
3. Коцовський В.М. Супровід програмних систем: Методичний посібник для студентів спеціальності "Інженерія програмного забезпечення" / В. М. Коцовський. — Ужгород: Видавництво УжНУ "Говерла", 2016. — 52 с.
4. Петрик М.Р., Петрик О.Ю. Моделювання програмного забезпечення: науково-методичний посібник. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. 200 с.
5. Мірошник М. А. Інформаційноуправляючі системи та організація паралельних обчислювань : навч. посіб. Харків : «Діса плюс», 2015. 324 с
6. Технології проектування програмних систем (магістра): Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для імагістрів денної форми навчання за напрямом «Комп'ютерні системи та мережі» / Укл.: Смірнов В.В., Смірнова Н.В. – Кіровоград: КНТУ, 2014. – 150 с.
7. Інженерія програмного забезпечення: Навчальний посібник / О.А. Смірнов, О.В. Коваленко, Є.В. Мелешко та ін. Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2013. 409 с.

8. Вахнюк С.В. Технологія створення програмних та інтелектуальних систем. Навчальний посібник. Суми: УАБС НБУ, 2011. 254 с.
9. Проектування програмних засобів систем управління. Ч1 Основи об'єктно-орієнтованого проектування: посібник / О.М. Бевз, В.М. Панінов, Ю.А. Скидан. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 125 с.
10. Галіцин В.К., Сидоренко Ю.Т., Потапенко С.Д. Технологія програмування і створення програмних про дуктів: Навч. посіб. К.: КНЕУ, 2009. 372 с.
11. Лавріщева К.М. Програмна інженерія. Підручник. К.: Інститут програмних систем НАН України, 2008. 319 с.
12. Мірошник М. А. Комп'ютерні технології автоматизованого проектування : навч. посіб. Харків : ХНУРЕ, 2007. 300 с.
13. Бабенко Л.П. Лавріщева К.М. Основи програмної інженерії: Навч. посіб. К.: Т-во «Знання», 2001. 269 с.
14. ДСТУ ISO/IEC/IEEE 12207:2018. Процеси життєвого циклу програмних засобів (ISO/IEC/IEEE 12207:2017, IDT) (На заміну ДСТУ ISO/IEC 12207:2016). [Чинний від 2018-08-15]. Вид. офіц. К.: Вид-во Держстандарт України. 2000. 90 с. (Інженерія систем і програмних засобів).

Допоміжна

15. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: Навчальний посібник. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2010.– 198 с.
16. Маценко В.Г. Математичне моделювання: навчальний посібник– Чернівці: Чернівецький національний університет, 2014.–519 с.
17. Пасічник В.В., Виклюк Я.І., Камінський Р.М. Моделювання складних систем. Посібник. Львів: Видавництво "Новий Світ - 2000". 2017. 404с.
18. Говорущенко Т.О., Красій А.В. Визначення характеристик та вибір моделі життєвого циклу програмного забезпечення на основі аналізу специфікацій. Вісник Хмельницького національного університету. 2013. № 6. С.201-208.
19. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Мелешко Є.В. Інженерія програмного забезпечення: Навчальний посібник. Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2013. 409 с.
20. Yarovenko A.G., Muntyn O.A., Muntyn M.L. Information model of the research object in medical decision support systems. The International Scientific Periodical Journal «SWorldJournal» / Bulgaria: Academy of Economics named after D.A. Tsenov. 2021. Issue №8. Part 3. 112 p. Pp. 53-58. DOI: 10.30888/2663-5712.2021-08-03-086

Інформаційні ресурси

21. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ: НБУВ, 2013-2015. – Режим доступу: www.nbuv.gov.ua – Назва з екрана. Дата звернення: 07.09.2022
22. Електронний каталог Національної парламентської бібліотеки України [Електронний ресурс]: [політемат. база даних містить відом. про вітчизн. та зарубіж. кн., брош., що надходять у фонд НПБ України]. – Електронні дані (803 438 записів). – Київ: Нац. парлам. б-ка України, 2002-2015. – Режим доступу: catalogue.nplu.org . – Назва з екрана. Дата звернення: 07.09.2022
23. Український інститут інтелектуальної власності [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ: УІПВ, 2017. – Режим доступу: <http://www.uipv.org> – Назва з екрана. Дата звернення: 07.09.2022
24. Software Requirements по SWEBOOK. URL: http://swebok.sorlik.ru/1_software_requirements.html
25. Хаф Л. Методології розробки програмного забезпечення. URL: <http://compress.ru/article.aspx?id=11321>