

ЛМ



GREENCO
GREEN COMPUTING & COMMUNICATIONS

ЗЕЛЕНАЯ ИТ-ИНЖЕНЕРИЯ

Том 2. Системы, индустрия, социум

Лекционный материал

GREEN IT-ENGINEERING

Volume 2. Systems, industry, society

XAI

2014



**Министерство образования и науки Украины
Национальный аэрокосмический университет
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»**

ЗЕЛЕНАЯ ИТ-ИНЖЕНЕРИЯ

Том 2. Системы, индустрия, социум

Под редакцией В.С. Харченко

Проект
TEMPUS-GREENCO 530270-TEMPUS-1-2012-1-UK-TEMPUS-JPCR
Green Computing and Communication

2014

УДК 004: 504(045)

348

Двохтомне видання (Том 1. Принципи, моделі, компоненти; Том 2. Системи, індустрія, суспільство) вміщує лекційний матеріал з теоретичних і практичних аспектів зеленої ІТ-інженерії для магістерських, докторантських (PhD) курсів і тренінг-модулів, розроблених за проектом TEMPUS-GREENCO Green Computing and Communication (530270-TEMPUS-1-2012-1-UK-TEMPUS-JPCR). Другий том базується на результатах аналізу, досліджень та розробок у сфері зелених (енергозберігаючих) комп'ютерних систем, мереж, ІТ-інфраструктур, їх застосування в індустрії та у контексті зеленої культури суспільства взагалі. Описуються методи і технології для зелених бездротових і мобільних систем і мереж; зелених баз даних і хмарних інфраструктур; енергоефективних індустриальних інформаційно-керуючих і вбудованих систем, енергоінфраструктур; зелених ІТ у контексті економічної ефективності, кооперації бізнесу, науки та соціуму.

Для студентів, аспірантів та викладачів університетів відповідних спеціальностей, інженерів та дослідників у сфері енергоефективних, екологічних і безпечних інформаційних технологій та систем.

Рецензенти: Мохор Владимир Владимирович, начальник отдела Института проблем моделирования в энергетике имени Г.Е. Пухова НАН Украины, доктор технических наук, профессор;

Alex Yakovlev, Professor of Computing System Design Department, University of Newcastle-upon-Tyne (Great Britain), Doctor of Science on Engineering;

Сидоренко Николай Федорович, главный инженер ИТ СКБ «Полисвет» (Харьков, Украина), заслуженный изобретатель Украины, кандидат технических наук, доцент.

Харченко В.С.

ISBN 978-966-662-361-7

348 Зеленая ИТ-инженерия. В 2-х томах. Том 2. Системы, индустрия, социум / Под ред. Харченко В.С. – Министерство образования и науки Украины, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». - 2014. – 688 с.

Двохтомник (Том 1. Принципы, модели, компоненты; Том 2. Системы, индустрия, социум) содержит лекционный материал по зеленой ИТ-инженерии для магистерских, докторантских (PhD) курсов и тренингов, разработанных в проекте TEMPUS-GREENCO Green Computing and Communication (530270-TEMPUS-1-2012-1-UK-TEMPUS-JPCR). Второй том базируется на результатах анализа, исследований и разработок по зеленым (энергозберегающим) ИТ для компьютерных систем, сетей и инфраструктур, их применения в индустрии и в контексте зеленой культуры общества в целом. Описываются методы и средства для: зеленых беспроводных и мобильных систем и сетей; зеленых баз данных и облачных инфраструктур; энергоэффективных индустриальных информационно-управляющих и бортовых систем, энергоинфраструктур; зеленых ИТ в контексте экономической эффективности, кооперации, бизнеса, науки и социума.

Для студентов университетов, аспирантов и преподавателей университетов соответствующих специальностей, инженеров и исследователей в области энергоэффективных, экологических и безопасных ИТ и систем.

Библ. – 519 наименований, рисунков – 228, таблиц – 55.

Рекомендовано к изданию Ученым советом Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт» (протокол № 1 от 24 сентября 2014 года).

УДК 004.504(045)

ISBN 978-966-662-361-7

© Харченко В.С.

© Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского «ХАИ»

Редько В.Н, к.ф.-м.н. Сильвейструк Л.Н. (Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко), к.ф.-м.н. Кахута Н.Д. (Университет экономики и права «Крок», Киев) и д.ф.-м.н., д.т.н., профессор Скобелев В.Г. (Институт проблем математики и механики НАН Украины, Донецк), пп.22.1.2, 22.3, 22.4 – к.т.н., доцент Фурманов А.А., Смусенок С.А. и Трубилко А.В. (ХАИ). Раздел 23 написан Меленцом А.В. совместно с Харченко В.С., раздел 24 – Г.Г. Наркайтисом (Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского), раздел 25 – Яновским М.Э., Яновской О.В. (ХАИ), раздел 26 – к.т.н., с.н.с. Поночовным Ю.Л. (Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка) и Харченко В.С.

К.т.н., доцент Брежнев Е.В. совместно с Погребаком Н.М. и Химиченко В.И. (ХАИ) подготовил раздел 27 (часть VII). Сотрудники Белгородского государственного технологического университета имени В.Г. Шухова д.т.н., профессор Рубанов В.Г., к.т.н., доцент Бажанов А.Г. и д.т.н., профессор Магергут В.З. написали раздел 28; Рубанов В.Г. и Кариков Е.Б. – раздел 29; Рубанов В.Г., к.т.н., доцент Белоусов А. В. и Кошлич Ю.А. – раздел 30. К.т.н., доценты Шамраев А.А. и Коваленко А.А. (Харьковский национальный университет радиозлектроники) написали раздел 31, д.т.н., профессор Кондратенко Ю.П., к.т.н. Козлов А.В. (Черноморский государственный университет имени Петра Могилы) – раздел 32, к.т.н., доцент Юрченко Ю.Б. (ХАИ) совместно с Харченко В.С. – раздел 33.

Раздел 34 (часть VIII) написали к.т.н. Боярчук А.В. (ХАИ) и Харченко В.С., раздел 35 – к.т.н., доцент Узун Д.Д. (ХАИ), раздел 36 – д.т.н., профессор Скляр В.В., Харченко В.С. совместно со Старовым А.А. (Stony Brook University, Нью-Йорк, США).

Благодарности. Большую помощь при материалов книги и разработке курсов оказали партнеры по проекту Professor Chris Phillips, Professor Alex Yakovlev, Professor Alexandr Romanovsky (University of Newcastle-upon-Tyne), Professor Colin Pattinson, Dr Ah-Lian Kor (Leeds Metropolitan University), Dr Mario Fusani, Professor Stefania Gnesi, Felicita Di Giandomenico (Institute of Information Science and Technologies, National Research Council of Italy), Professor Evangelos Evangelou, Dr Iosif Androulidakis, Dr Theodoros Koukoulis (University of Ioannina), Professor Vitaly Levashenko, Dr Elena Zaitseva (Zilinska Univerzita v Ziline).

За плодотворное обсуждение результатов, которые изложены в книге, выражаем также благодарность всем коллегам по проекту, участникам:

- постоянно действующего научно-технического семинара «КриКТехС»;

- профильных секций конференции DESSERT (Sevastopol, 2012; Kiev, 2014);

РАЗДЕЛ 22 ОПТИМИЗАЦИЯ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ЗЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	200
22.1 Задачи оптимизации операций и структур в базах данных в контексте зеленых ИТ	201
22.2 Оптимизация операций в базах данных	204
22.3 Методы хранения иерархических данных	218
22.4 Исследование методов хранения иерархических данных	222
Выводы и вопросы для самоконтроля.....	225
Литература.....	228
РАЗДЕЛ 23 ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ И РЕАЛИЗАЦИИ ЗЕЛЕННЫХ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ.....	236
23.1 Проблемы энергоэффективности и безопасности облачных вычислений.....	237
23.2 Зеленые облачные вычисления.....	244
23.3 Система энергоэффективного хранения и обработки данных о потенциально опасных объектах.....	258
Выводы и вопросы для самоконтроля.....	269
Литература.....	270
РАЗДЕЛ 24 ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ДАТА-ЦЕНТРЫ И РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПЛАТФОРМЫ OPENSTACK.....	272
24.1 Проблема энергосбережения в информационно-коммуникационных технологиях	273
24.2 Подходы к развитию энергосберегающих облачных вычислений..	274
24.3 Энергосберегающие дата-центры.....	276
24.4 Экономия энергии в сетях и протоколах	279
24.5 Взаимодействие Интернет-приложений	280
24.6 Проекты в рамках облачных технологий.....	282
24.7 Анализ вариантов использования облака Hadoop.....	283
Выводы и вопросы для самоконтроля.....	285
Литература.....	287
РАЗДЕЛ 25 ГИБРИДНЫЕ ОБЛАЧНЫЕ СИСТЕМЫ.....	289
25.1 Эволюция распределенных архитектур	290
25.2 Классическая сетевая архитектура Cloud-систем	292
25.3 Распределенные Cloud-системы	307
Выводы и вопросы для самоконтроля.....	310
Литература	312
РАЗДЕЛ 26 ПЛАНИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНЫХ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В ГИБРИДНОМ ОБЛАКЕ..	314

26.1 Проблема энергоресурсов и способы ее решения при масштабировании датацентров.....	315
26.2 Ограничения на перенос в публичное облако по информационной безопасности.....	319
26.3 Формализация задачи безопасного и энергоэффективного публичного облака.....	321
26.4 Цели аудита требований к информационной безопасности при выполнении задач в гибридном облаке	329
26.5 Сценарии распределения потока задач между частным и публичным облаком	332
26.6 Показатели качества решения задач в гибридном облаке.....	334
26.7 Основные типы моделей	335
26.8 Примеры типовых моделей гибридных вычислений.....	337
Выводы и вопросы для самоконтроля.....	347
Литература.....	348
ЧАСТЬ VII ЗЕЛЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ.....	351
РАЗДЕЛ 27 БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ И ЭНЕРГОИНФРАСТРУКТУР	351
27.1 Основные этапы развития энергетических инфраструктур	352
27.2 Беспроводные технологии в современных средствах автоматизации энергетики	361
27.3 Опыт применения беспроводных технологий при разработке энергоэффективных решений для промышленных приложений	364
Выводы и вопросы для самоконтроля.....	377
Литература.....	379
РАЗДЕЛ 28 СОЗДАНИЕ АСУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗЕЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	381
28.1 Анализ задач и методов разработки асу с использованием методов искусственного интеллекта	382
28.2 Метод создания интеллектуальной системы управления на основе зеленых технологий для минимизации ресурсов.....	387
28.3 Процесс проектирования систем на базе программно-технических средств	408
28.4 Примеры применения программных комплексов для решения задач проектирования ИУС.....	410
Выводы и вопросы для самоконтроля.....	420

Автори:

В.С. Харченко, А.Г. Бажанов, А.В. Белоусов, А.В. Боярчук,
Е.В. Брежнев, Д.Б. Буй, А.В. Вдовитченко,
А.В. Горбенко, Е.Б. Кариков, Н.Д. Кахута, А.А. Коваленко,
А.В. Козлов, Ю.П. Кондратенко, Ю.А. Кошлич,
В.В. Лукашенко, В.З. Магергут, А.В. Меленец,
Г.Г. Наркайтис, С.А. Нестеренко, Ю.С. Нестеренко,
А.А. Орехов, А.П. Плахтеев, П.А. Плахтеев, Н.М. Погребак,
Ю.Л. Поночовный, В.Н. Редько, В.Г. Рубанов,
Л.Н. Сильвейструк, Аль-Кхшаб Синан Самир, В.В. Скляр,
В.Г. Скобелев, С.А. Смусенок, А.А. Старов, О.М. Тарасюк,
А.В. Трубилко, И.Б. Туркин, Д.Д. Узун, А.А. Фурманов,
В.И. Химиченко, А.А. Шамраев, Р.О. Шапорин,
Ю.Б. Юрченко, М.Э. Яновский, О.В. Яновская

Зеленая ИТ-инженерия. Том 2. Системы, индустрия, социум (російською мовою)

Редактор
В.С. Харченко

Комп'ютерна верстка
Л.Д. Харченко

Зв. план, 2014

Підписаний до друку 03.09.2014

Формат 60x84 1/16. Папір офс. №2. Офс. друк.

Умов. друк. арк. 39,99. Уч.-вид. л. 40,78. Наклад 300 прим.

Замовлення 42. Ціна вільна

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського

"Харківський авіаційний інститут"

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

<http://www.khai.edu>

Віддруковано ФОП Лисенко І. Б.

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17, моторний корпус, к. 147

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи в державний реєстр
видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції

ДК №2607 от 11.09.06 р.