



Запорізький національний технічний університет

Радіоелектроніка, інформатика, управління

Науковий журнал

Виходить чотири рази на рік

№ 4(47) 2018

Заснований у січні 1999 року.

Засновник і видавець – Запорізький національний технічний університет.

ISSN 1607-3274 (друкований), ISSN 2313-688X (електронний).

Запоріжжя

ЗНТУ

2018

Запорожский национальный технический университет

Радиоэлектроника, информатика, управление

Научный журнал

Выходит четыре раза в год

№ 4(47) 2018

Основан в январе 1999 года.

Основатель и издатель – Запорожский национальный технический университет.

ISSN 1607-3274 (печатный), ISSN 2313-688X (электронный).

Запорожье

ЗНТУ

2018

Zaporizhzhia National Technical University

Radio Electronics, Computer Science, Control

The scientific journal

Published four times per year

№ 4(47) 2018

Founded in January 1999.

Founder and publisher – Zaporizhzhia National Technical University.

ISSN 1607-3274 (print), ISSN 2313-688X (on-line).

Zaporizhzhia

ZNTU

2018

Науковий журнал «Радіоелектроніка, інформатика, управління» (скорочена назва – РІУ) видається Запорізьким національним технічним університетом (ЗНТУ) з 1999 р. періодичністю чотири номери на рік.

Зареєстрований Державним комітетом інформаційної політики, телебачення та радіомовлення 29.01.2003 р. Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серія КВ №6904.

ISSN 1607-3274 (друкований), **ISSN 2313-688X** (електронний).

Наказом Міністерства освіти і науки України № 1328 від 21.12.2015 р. «Про затвердження рішень Атестаційної колегії Міністерства щодо діяльності спеціалізованих вчених рад від 15 грудня 2015 року» **журнал включений до переліку наукових фахових видань України**, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата фізико-математичних та технічних наук.

В журналі безкоштовно публікуються наукові статті англійською, російською та українською мовами.

Правила оформлення статей подано на сайті: <http://ric.zntu.edu.ua/information/authors>.

Журнал забезпечує **безкоштовний відкритий он-лайн доступ** до повнотекстових публікацій.

Журнал дозволяє авторам мати авторські права і зберігати права на видання без обмежень. Журнал дозволяє користувачам читати, завантажувати, копіювати, поширювати, друкувати, шукати або посылатися на повні тексти своїх статей. Журнал дозволяє повторне використання його вмісту у відповідності з СС ліцензією СС-BY.

Опублікованими статтям присвоюється унікальний ідентифікатор цифрового об'єкта DOI.

Журнал входить до наукометричної бази Web of Science.

Журнал реферується та індексується у провідних міжнародних та національних реферативних журналах і наукометричних базах даних, а також розміщується у цифрових архівах та бібліотеках з безкоштовним доступом у режимі on-line (у т. ч. DOAJ, DOI, CrossRef, EBSCO, eLibrary.ru / РИНЦ, Google Scholar, Index Copernicus, INSPEC, ISSN, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat, ВІНІТ, Джерело), повний перелік яких подано на сайті: <http://ric.zntu.edu.ua/about/editorialPolicies#custom-0>.

Журнал розповсюджується за Каталогом періодичних видань України (передплатний індекс – 22914).

Тематика журналу містить: радіофізику, мікро-, нано- і радіоелектроніку, апаратне і програмне забезпечення комп'ютерної техніки, комп'ютерні мережі і телекомунікації, теорію алгоритмів і програмування, оптимізацію і дослідження операцій, міжмашинну і людино-машинну взаємодію, математичне і комп'ютерне моделювання, обробку даних і сигналів, управління в технічних системах, штучний інтелект, включаючи системи, засновані на знаннях, і експертні системи, інтелектуальний аналіз даних, розпізнавання образів, штучні нейронні і нейро-нечіткі мережі, нечітку логіку, колективний інтелект і мультиагентні системи, гібридні системи.

Усі статті, пропоновані до публікації, одержують **об'єктивний розгляд**, що оцінюється за суттю без урахування раси, статі, віросповідання, етнічного походження, громадянства або політичної філософії автора(ів).

Усі статті проходять двоступінчасте закрите (анонімне для автора) **рецензування** штатними редакторами і незалежними рецензентами – провідними вченими за профілем журналу.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор – Субботін С. О., д-р. техн. наук, Україна

Заст. головного редактора – Піза Д. М., д-р техн. наук, Україна

Члени редколегії:

Андрюлідакіс Й., д-р філософії, Греція

Безрук В. М., д-р техн. наук, Україна

Бодянский С. В., д-р техн. наук, Україна, редактор розділу з управління

Васильев С. М., д-р фіз.-мат. наук, академік РАН, Росія

Гімплевич Ю. Б., д-р техн. наук, Україна

Горбань О. М., д-р фіз.-мат. наук, Великобританія

Дробахін О. О., д-р фіз.-мат. наук, Україна

Зайцева О. М., канд. фіз.-мат. наук, Словаччина

Камеяма М., д-р техн. наук, Японія

Карпуков Л. М., д-р техн. наук, Україна

Корніч Г. В., д-р фіз.-мат. наук, Україна, редактор розділу з радіофізики

Кулік А. С., д-р техн. наук, Україна

Лебедев Д. В., д-р техн. наук, Україна, редактор розділу з управління

Левашенко В. Г., канд. фіз.-мат. наук, Словаччина

Лиснянський А., канд. техн. наук, Ізраїль

Марковська-Качмар У., д-р наук, Польща

Олешук В. О., канд. фіз.-мат. наук, Норвегія, редактор розділу з радіоелектроніки

Онуфрієнко В. М., д-р фіз.-мат. наук, Україна

Папшицький М., д-р філософії, Польща

Погосов В. В., д-р фіз.-мат. наук, Україна

Рубель О. В., канд. техн. наук, Канада

Хаханов В. І., д-р техн. наук, Україна, редактор розділу з інформатики

Шарпанських О. А., д-р філософії, Нідерланди, редактор розділу з інформатики

Рекомендовано до видання вченою радою ЗНТУ, протокол № 2 від 08.10.2018.

Журнал зверстаний редакційно-видавничим відділом ЗНТУ.

Веб-сайт журналу: <http://ric.zntu.edu.ua>.

Адреса редакції: Редакція журналу «РІУ», Запорізький національний технічний університет, вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063, Україна.

Тел: (061) 769-82-96 – редакційно-видавничий відділ

Факс: (061) 764-46-62

E-mail: rvv@zntu.edu.ua

© Запорізький національний технічний університет, 2018

Научный журнал «Радиоэлектроника, информатика, управление» (сокращенное название – РИУ) издается Запорожским национальным техническим университетом (ЗНТУ) с 1999 г. периодичностью четыре номера в год.

Зарегистрирован Государственным комитетом информационной политики, телевидения и радиовещания 29.01.2003 г. (Свидетельство о государственной регистрации печатного средства массовой информации серия KB №6904).

ISSN 1607-3274 (печатный), ISSN 2313-688X (электронный).

Приказом Министерства образования и науки Украины № 1328 от 21.12.2015 г. «Об утверждении решений Аттестационной коллегии Министерства относительно деятельности специализированных ученых советов от 15 декабря 2015 года» **журнал включен в перечень научных профессиональных изданий Украины**, в которых могут публиковаться результаты диссер-тационных работ на соискание ученых степеней доктора и кандидата физико-математических и технических наук.

В журнале бесплатно публикуются научные статьи на английском, русском и украинском языках.

Правила оформления статей представлены на сайте: <http://ric.zntu.edu.ua/information/authors>.

Журнал обеспечивает **бесплатный открытый он-лайн доступ** к полнотекстовым публикациям. Журнал разрешает авторам иметь авторские права и сохранять права на издание без ограничений. Журнал разрешает пользователям читать, загружать, копировать, распространять, печатать, искать или ссылаться на полные тексты своих статей. Журнал разрешает повторное использование его содержания в соответствии с СС лицензией СС-BY.

Опубликованным статьям присваивается уникальный идентификатор цифрового объекта DOI.

Журнал входит в наукометрическую базу Web of Science.

Журнал реферруется и индексируется в ведущих международных и национальных реферативных журналах и наукометрических базах данных, а также размещается в цифровых архивах и библиотеках с бесплатным доступом on-line (в т.ч. DOAJ, DOI, CrossRef, EBSCO, eLibrary.ru / РИНЦ, Google Scholar, Index Copernicus, INSPEC, ISSN, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat, ВИНТИ, Джэрло), полный перечень которых представлен на сайте: <http://ric.zntu.edu.ua/about/editorialPolicies#custom-0>.

Журнал распространяется по Каталогу периодических изданий Украины (подписной индекс – 22914).

Тематика журнала включает: радиофизику, микро-, нано- и радиоэлектронику, аппаратное и программное обеспечение компьютерной техники, компьютерные сети и телекоммуникации, теорию алгоритмов и программирования, оптимизацию и исследование операций, межмашинное и человеко-машинное взаимодействие, математическое и компьютерное моделирование, обработку данных и сигналов, управление в технических системах, искусственный интеллект, включая системы, основанные на знаниях, и экспертные системы, интеллектуальный анализ данных, распознавание образов, искусственные нейронные и нейро-нечеткие сети, нечеткую логику, коллективный интеллект и мультиагентные системы, гибридные системы.

Все статьи, предлагаемые к публикации, получают **объективное рассмотрение**, которое оценивается по существу без учета расы, пола, вероисповедания, этнического происхождения, гражданства или политической философии автора(ов).

Все статьи проходят двухступенчатое закрытое (анонимное для автора) **рецензирование** штатными редакторами и независимыми рецензентами – ведущими учеными по профилю журнала.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор – Субботин С. А., д-р. техн. наук, Украина

Зам. главного редактора – Пиза Д. М., д-р техн. наук, Украина

Члены редколлегии:

Андрюлидакис И., д-р философии, Греция

Безрук В. М., д-р техн. наук, Украина

Бодянский Е. В., д-р техн. наук, Украина, редактор раздела по управлению

Васильев С. Н., д-р физ.-мат. наук, академик РАН, Россия

Гимпилевич Ю. Б., д-р техн. наук, Украина

Горбань А. Н., д-р физ.-мат. наук, Великобритания

Дробахин О. О., д-р физ.-мат. наук, Украина

Зайцева Е. Н., канд. физ.-мат. наук, Словакия

Камеяма М., д-р техн. наук, Япония

Карпуков Л. М., д-р техн. наук, Украина

Корнич Г. В., д-р физ.-мат. наук, Украина, редактор раздела по радиофизике

Кулик А. С., д-р техн. наук, Украина

Лебедев Д. В., д-р техн. наук, Украина, редактор раздела по управлению

Левашенко В. Г., канд. физ.-мат. наук, Словакия

Лиснянский А., канд. техн. наук, Израиль

Марковска-Качмар У., д-р наук, Польша

Олешук В. А., канд. физ.-мат. наук, Норвегия, редактор раздела по радиоэлектронике

Онуфриенко В. М., д-р физ.-мат. наук, Украина

Папшицкий М., д-р философии, Польша

Погосов В. В., д-р физ.-мат. наук, Украина

Рубель О. В., канд. техн. наук, Канада

Хаханов В. И., д-р техн. наук, Украина, редактор раздела по информатике

Шарпанских А. А., доктор философии, Нидерланды – редактор раздела по информатике

Рекомендовано к изданию ученым советом ЗНТУ, протокол № 2 от 08.10.2018.

Журнал сверстан редакционно-издательским отделом ЗНТУ.

Веб-сайт журнала: <http://ric.zntu.edu.ua>.

Адрес редакции: Редакция журнала «РИУ», Запорожский национальный технический университет, ул. Жуковского, 64, г. Запорожье, 69063, Украина.

Тел.: +38-061-769-82-96 – редакционно-издательский отдел

Факс: (061) 764-46-62

E-mail: rvv@zntu.edu.ua

© Запорожский национальный технический университет, 2018

The scientific journal «Radio Electronics, Computer Science, Control» is published by the Zaporizhzhia National Technical University (ZNTU), since 1999 with periodicity four numbers per year.

The journal is registered by the State Committee for information policy, television and radio broadcasting of Ukraine in 29.01.2003. The journal has a State Registration Certificate of printed mass media (series KB №6904).

ISSN 1607-3274 (print), ISSN 2313-688X (on-line).

By the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine from 21.12.2015 № 1328 “On approval of the decision of the Certifying Collegium of the Ministry on the activities of the specialized scientific councils dated 15 December 2015” journal is included in the list of scientific specialized periodicals of Ukraine, where the results of dissertations for Doctor of Science and Doctor of Philosophy in Mathematics and Technical Sciences may be published.

The journal publishes scientific articles in English, Russian, and Ukrainian free of charge.

The article formatting rules are presented on the site: <http://ric.zntu.edu.ua/information/authors>.

The journal provides policy of on-line open (free of charge) access for full-text publications. The journal allow the authors to hold the copyright without restrictions and to retain publishing rights without restrictions. The journal allow readers to read, download, copy, distribute, print, search, or link to the full texts of its articles. The journal allow reuse and remixing of its content, in accordance with a CC license CC-BY.

Published articles have a unique digital object identifier (DOI).

The journal is included into Web of Science.

The journal is abstracted and indexed in leading international and national abstracting journals and scientometric databases, and also placed to the digital archives and libraries with a free on-line access (including DOAJ, DOI, CrossRef, EBSCO, eLibrary.ru / РИИЦ, Google Scholar, Index Copernicus, INSPEC, ISSN, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat, VINITI (All-Russian Institute of scientific and technical information), Djerelo), full list of which is presented on the site: <http://ric.zntu.edu.ua/about/editorialPolicies#custom-0>.

The journal is distributed by the Catalogue of Ukrainian periodicals (the catalog number is 22914).

The journal scope: radio physics, micro-, nano- and radio electronics, computer hardware and software, computer networks and telecommunications, algorithm and programming theory, optimization and operations research, machine-machine and man-machine interfacing, mathematical modeling and computer simulation, data and signal processing, control in technical systems, artificial intelligence, including knowledge-based and expert systems, data mining, pattern recognition, artificial neural and neuro-fuzzy networks, fuzzy logics, swarm intelligence and multiagent systems, hybrid systems.

All articles proposed for publication receive an objective review that evaluates substantially without regard to race, sex, religion, ethnic origin, nationality, or political philosophy of the author(s).

All articles undergo a two-stage blind peer review by the editorial staff and independent reviewers – the leading scientists on the profile of the journal.

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief: S. A. Subbotin, Doctor of Science in Engineering, Ukraine

Deputy Editor-in-Chief: D. M. Piza, Doctor of Science in Engineering, Ukraine

Members of Editorial Board:

I. Androulidakis, PhD, Greece

V. M. Bezruk, Doctor of Science in Engineering, Ukraine

Ye. V. Bodyanskiy, Doctor of Science in Engineering, Ukraine, Control section editor

O. O. Drobakhin, Doctor of Science in Physics and Mathematics

Yu. B. Gimpilevich, Doctor of Science in Engineering, Ukraine

A. N. Gorban, Doctor of Science in Physics and Mathematics, United Kingdom

V. I. Hahanov, Doctor of Science in Engineering, Ukraine, Computer Science section editor

M. Kameyama, Doctor of Science, Japan

L. M. Karpukov, Doctor of Science in Engineering, Ukraine

G. V. Kornich, Doctor of Science in Physics and Mathematics, Ukraine, Radio Physics section editor

A. S. Kulik, Doctor of Science in Engineering, Ukraine

D. V. Lebedev, Doctor of Science in Engineering, Ukraine, Control section editor

V. G. Levashenko, PhD, Slovakia

A. Lisnianski, PhD, Israel

U. Markowska-Kaczmar, Doctor of Science, Poland

V. A. Oleshchuk, PhD in Physics and Mathematics, Norway, Radio Electronics section editor

V. M. Onufrienko, Doctor of Science in Physics and Mathematics, Ukraine

M. Paprzycki, PhD, Poland

V. V. Pogosov, Doctor of Science in Physics and Mathematics, Ukraine

O. V. Rubel, PhD, Canada

A. A. Sharpanskykh, PhD, Netherlands, Computer Science section editor

S. N. Vassilyev, Doctor of Science in Physics and Mathematics, Academician of Russian Academy of Sciences, Russia

E. N. Zaitseva, PhD, Slovakia

Recommended for publication by the Academic Council of ZNTU, protocol № 2 dated 08.10.2018.

The journal is imposed by the editorial-publishing department of ZNTU.

The journal web-site is <http://ric.zntu.edu.ua>.

The address of the editorial office: Editorial office of the journal «Radio Electronics, Computer Science, Control», Zaporizhzhia National Technical University, Zhukovskiy street, 64, Zaporizhzhia, 69063, Ukraine.

Tel.: +38-061-769-82-96 – the editorial-publishing department.

Fax: +38-061-764-46-62

E-mail: rvv@zntu.edu.ua

© Zaporizhzhia National Technical University, 2018

ЗМІСТ

РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ.....	7
<i>Bazilo C. V.</i> PRINCIPLES AND METHODS OF THE CALCULATION OF TRANSFER CHARACTERISTICS OF DISK PIEZOELECTRIC TRANSFORMERS.....	7
<i>Тютюнник В. А., Дудуш А. С. Флоров А. Д., Трофимов И. Н.</i> АНАЛИЗ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕЙ КОЛЬЦЕВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ С МАЛЫМ УРОВНЕМ БОКОВЫХ ЛЕПЕСТКОВ.....	23
<i>Шмелева Т. Р.</i> ВЕРИФИКАЦИЯ ПРОТОКОЛОВ ТРЕУГОЛЬНЫХ КОММУНИКАЦИОННЫХ РЕШЕТОК БЕСКОНЕЧНЫМИ СЕТЯМИ ПЕТРИ.....	31
МАТЕМАТИЧНЕ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.....	42
<i>Gorev V. N., Gusev A. Yu., Korniienko V. I.</i> ON THE ANALYTICAL SOLUTION OF A VOLTERRA INTEGRAL EQUATION FOR INVESTIGATION OF FRACTAL PROCESSES.....	42
<i>Khodakov V. Ye., Sokolov A. Ye., Veselovskaya G. V.</i> MODELS OF TRAINING PROCEDURES.....	51
<i>Тарасов В. Н.</i> АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ ДВУХ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ГИПЕРЭРЛАНГОВСКИМИ ВХОДНЫМИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯМИ.....	61
НЕЙРОІНФОРМАТИКА ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ.....	71
<i>Bisikalo O. V., Kovtun V. V., Yukhimchuk M. S., Voytyuk I. F.</i> ANALYSIS OF THE AUTOMATED SPEAKER RECOGNITION SYSTEM OF CRITICAL USE OPERATION RESULTS.....	71
<i>Волошин О. Ф., Маляр М. М., Поліщук В. В., Шаркаді М. М.</i> ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕЧІТКИХ ЗНАТЬ.....	84
<i>Humeniuk M. O., Sashchuk I. M., Zhuravsky Yu. V.</i> THE CRITERION FOR FEATURE INFORMATIVENESS ESTIMATION IN MULTI ROBOT TEAMS CONTROL.....	96
<i>Kovalenko I. I., Shved A. V., Koval N. V.</i> A MODIFIED CASE-BASED REASONING METHOD BASED ON THE ROUGH SET THEORY.....	106
<i>Lymariiev I. O., Subbotin S. A., Oliinyk A. A., Drokin I. V.</i> METHODS OF LARGE-SCALE SIGNALS TRANSFORMATION FOR DIAGNOSIS IN NEURAL NETWORK MODELS.....	113
<i>Мельников А. Ю., Комиссаров К. М.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ОПИСАНИЙ И РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ.....	121
ПРОГРЕСИВНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ.....	135
<i>Великодний С. С., Тимофеева О. С., Зайцева-Великодна С. С.</i> МЕТОД РОЗРАХУНКУ ПОКАЗНИКІВ ОЦІНКИ ПРОЕКТУ ПРИ ВИКОНАННІ РЕІНЖИНІРИНГУ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ.....	135
<i>Berko A., Vysotska V., Lytvyn V., Naum O.</i> PLANNING THE ACTIVITIES OF INTELLECTUAL AGENTS IN THE ELECTRONIC COMMERCE SYSTEMS.....	143
<i>Kaidalov D. S., Kovalchuk L. V., Nastenka A. O., Rodinko M. Yu., Shevtsov O. V., Oliynykov R. V.</i> COMPARISON OF BLOCK EXPECTATION TIME FOR VARIOUS CONSENSUS ALGORITHMS.....	159
<i>Kotlyarov V. V., Shpylka A. A.</i> PRACTICAL CONSIDERATIONS OF GREEDY COMPRESSED SAMPLING METHODS APPLICATION FOR OFDM CHANNEL ESTIMATION.....	172
<i>Кошевой Н. Д., Костенко Е. М., Беляева А. А.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ВЕСОИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ТЕРМОРЕГУЛЯТОРА.....	179
<i>Мацталір С. В., Столбовой М. И.</i> АДАПТИВНЫЕ МАТРИЧНЫЕ МОДЕЛИ В ЗАДАЧЕ КОНТРОЛЯ ПОТОКОВ ВИДЕО.....	188
<i>Minukhin S. V., Losev M. U., Sitnikov D. E.</i> ANALYSIS OF WAYS FOR EXCHANGING DATA IN NETWORKS WITH PACKAGE COMMUTATION.....	195
<i>Nosov P. S., Ben A. P., Matejchuk V. N., Safonov M. S.</i> IDENTIFICATION OF "HUMAN ERROR" NEGATIVE MANIFESTATION IN MARITIME TRANSPORT.....	204
УПРАВЛІННЯ У ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ.....	214
<i>Каминская Ж. К., Кулинич Э. М., Сердюк С. Н.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА ГАЗОБЕТОНА.....	214
<i>Фрейман В. И.</i> МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ МЯГКОГО ДЕКОДИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ В КАНАЛАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.....	226

CONTENTS

RADIO ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS.....	7
<i>Bazilo C. V.</i>	
PRINCIPLES AND METHODS OF THE CALCULATION OF TRANSFER CHARACTERISTICS OF DISK PIEZOELECTRIC TRANSFORMERS.....	7
<i>Tiutiunyk V. A., Dududsh A. S., Florov A. D., Trofymov I. N.</i>	
PATTERN ANALYSIS OF THE RECEIVING-TRANSMITTING CIRCULAR ARRAY WITH LOW SIDE LOBE LEVEL.....	23
<i>Shmeleva T.R.</i>	
VERIFICATION OF THE TRIANGULAR COMMUNICATION GRIDS PROTOCOLS BY INFINITE PETRI NETS.....	31
MATHEMATICAL AND COMPUTER MODELING.....	42
<i>Gorev V. N., Gusev A. Yu., Kornienko V. I.</i>	
ON THE ANALYTICAL SOLUTION OF A VOLTERRA INTEGRAL EQUATION FOR INVESTIGATION OF FRACTAL PROCESSES.....	42
<i>Khodakov V. Ye., Sokolov A. Ye., Veselovskaya G. V.</i>	
MODELS OF TRAINING PROCEDURES.....	51
<i>Tarasov V. N.</i>	
ANALYSIS AND COMPARISON OF TWO QUEUEING SYSTEMS WITH HYPERERLANGIAN INPUT DISTRIBUTIONS.....	61
NEUROINFORMATICS AND INTELLIGENT SYSTEMS.....	71
<i>Bisikalo O. V., Kovtun V. V., Yukhimchuk M. S., Voytyuk I. F.</i>	
ANALYSIS OF THE AUTOMATED SPEAKER RECOGNITION SYSTEM OF CRITICAL USE OPERATION RESULTS.....	71
<i>Voloshyn O. F., Malyar N. N., Polishchuk V. V., Sharkadi M. N.</i>	
INFORMATION MODELING FUZZY KNOWLEDGE.....	84
<i>Humeniuk M. O., Sashchuk I. M., Zhuravsky Yu. V.</i>	
THE CRITERION FOR FEATURE INFORMATIVENESS ESTIMATION IN MULTI ROBOT TEAMS CONTROL.....	96
<i>Kovalenko I. I., Shved A. V., Koval N. V.</i>	
A MODIFIED CASE-BASED REASONING METHOD BASED ON THE ROUGH SET THEORY.....	106
<i>Lymariiev I. O., Subbotin S. A., Oliinyk A. A., Drokin I. V.</i>	
METHODS OF LARGE-SCALE SIGNALS TRANSFORMATION FOR DIAGNOSIS IN NEURAL NETWORK MODELS.....	113
<i>Melnykov O. Y., Komissarov K. M.</i>	
INVESTIGATION OF METHODS OF INTELLECTUAL ANALYSIS OF BIBLIOGRAPHIC DESCRIPTIONS AND DEVELOPMENT OF PROGRAM SYSTEM FOR ANALYSIS OF LITERATURE LIST.....	121
PROGRESSIVE INFORMATION TECHNOLOGIES.....	135
<i>Velykodny S., Tymofteieva O., Zaitseva-Velykodna S.</i>	
THE CALCULATION METHOD FOR INDICATORS PROJECT ESTIMATION IN THE IMPLEMENTATION OF SOFTWARE SYSTEMS RE-ENGINEERING.....	135
<i>Berko A., Vysotska V., Lytvyn V., Naum O.</i>	
PLANNING THE ACTIVITIES OF INTELLECTUAL AGENTS IN THE ELECTRONIC COMMERCE SYSTEMS.....	143
<i>Kaidalov D. S., Kovalchuk L. V., Nastenko A. O., Rodinko M. Yu., Shevtsov O. V., Oliynykov R. V.</i>	
COMPARISON OF BLOCK EXPECTATION TIME FOR VARIOUS CONSENSUS ALGORITHMS.....	159
<i>Kotlyarov V. V., Shpylka A. A.</i>	
PRACTICAL CONSIDERATIONS OF GREEDY COMPRESSED SAMPLING METHODS APPLICATION FOR OFDM CHANNEL ESTIMATION.....	172
<i>Koshevoy N. D., Kostenko E. M., Beliaieva A. A.</i>	
COMPARATIVE ANALYSIS OF OPTIMIZATION METHODS IN THE INVESTIGATION OF A WEIGH-MEASURING SYSTEM AND THERMOREGULATOR.....	179
<i>Mashtalir S. V., Stolbovyi M. I.</i>	
ADAPTIVE MATRIX MODELS IN THE VIDEO STREAMS CONTROL PROBLEM.....	188
<i>Minukhin S. V., Losev M. U., Sitnikov D. E.</i>	
ANALYSIS OF WAYS FOR EXCHANGING DATA IN NETWORKS WITH PACKAGE COMMUTATION.....	195
<i>Nosov P. S., Ben A. P., Matejchuk V. N., Safonov M. S.</i>	
IDENTIFICATION OF "HUMAN ERROR" NEGATIVE MANIFESTATION IN MARITIME TRANSPORT.....	204
CONTROL IN TECHNICAL SYSTEMS.....	214
<i>Kaminska Zh. K., Kulynych E. M., Serdiuk S. N.</i>	
THE AUTOMATED CONTROL SYSTEM OPERATING ANALYSIS AND MODELING FOR AERATED CONCRETE PRODUCTION.....	214
<i>Freyman V. I.</i>	
METHODS AND ALGORITHMS OF SOFT DECODING FOR SIGNALS WITHIN INFORMATION TRANSMISSION CHANNELS BETWEEN CONTROL SYSTEMS ELEMENTS.....	226

ПРОГРЕСИВНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

ПРОГРЕССИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

PROGRESSIVE INFORMATION TECHNOLOGIES

УДК 004.412.3

МЕТОД РОЗРАХУНКУ ПОКАЗНИКІВ ОЦІНКИ ПРОЕКТУ ПРИ ВИКОНАННІ РЕІНЖИНІРИНГУ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

Великодний С. С. – канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри інформаційних технологій Одеської національної академії зв'язку ім. О. С. Попова; доцент кафедри інформаційних технологій Одеського державного екологічного університету, Одеса, Україна.

Тимофєєва О. С. – аспірант кафедри інформаційних технологій Одеського державного екологічного університету, Одеса, Україна.

Зайцева-Великодна С. С. – технік лабораторії інформатики та чисельних методів Одеського державного екологічного університету, Одеса, Україна.

АНОТАЦІЯ

Актуальність. Програмні системи настільки щільно увійшли до нашого життя, що неможливо уявити собі існування та розвиток людства без них. Але під впливом чинників технічної еволюції відбувається старіння програмних систем із погіршенням їх характеристик. Тут у пригоді стає докорінна переробка із наслідуванням позитивних якостей програмної системи та відділенням негативних, тобто реінжиніринг. Подібні процеси, що починаються з перепроектування, вимагають обов'язкової аналітичної оцінки показників проекту, адже існують випадки, коли реінжиніринг нерентабельний стосовно конкретної програмної системи. У статті розглянуто комплексний інструмент оцінки програмного проекту, що прогнозує працездатність перепрограмування об'єктів, у сполученні із іншими показниками проектів, які визначають складність реінжинірингу програмних систем.

Мета. Сформувати метод, за яким можна оцінити показники реінжинірингу програмних систем за допомогою комплексного інструментарію оцінки програмного проекту.

Метод. Описана у статті технологія заснована на використанні методу точок Карнера із внесенням суттєвих доповнень та розширень. Встановлення коефіцієнтів та обрання значення констант засновані на методі Якобсона та перевірені на багаточисельній статистиці найбільш схожих проектів.

Результати. Після аналізу завершеного проекту і вивчення звіту про показники, доступні чинники можуть бути точно відкориговані, щоб дати оцінку фактичним годинам реінжинірингу. Згодом, можна використовувати ці дані у якості базової траєкторії життєвого циклу проекту. На підставі розрахованих показників оцінювання формується звіт, що містить аналіз оцінки програмного проекту, для включення у вихідну проектну документацію, яка є частиною організаційного забезпечення систем автоматизованого проектування програмних систем.

Висновки. Отримав подальший розвиток метод розрахунку проектних точок Карнера із внесенням суттєвих доповнень та розширень щодо процесів реінжинірингу програмних систем. Кожна змінна визначається та обчислюється окремо із використанням вимірювань, вагових коефіцієнтів та обмежуючих констант. Вимірювання виконуються командою досвідчених системних аналітиків, що спираються на власні уявлення про технічну складність проекту та можливості команди програмістів. Коефіцієнти та константи приймаються, виходячи із статистичних даних 3 – 5 вже оцінених аналітиками виконаних проектів із близьким ступенем схожості.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: програмна система, проект, реінжиніринг, метод проектних точок, показник, оцінка, варіант використання, чинник, ваговий коефіцієнт, обмежуюча константа.

АБРЕВІАТУРИ

DHR – Default Hourly Rate;

DR – Duration;

EC – ECF Constant;

ECF – Environment Complexity Factor;

EWE – Estimated Work Effort;

TC – TCF Constant;

RTF – Rich Text Files

TCF – Technical Complexity Factor;

TWF – TCF Weight Factor;

UCP – Use Case Point;
UEV – Unadjusted ECF Value;
UML – Unified Modeling Language;
UTV – Unadjusted TCF Value;
UUCP – Unadjusted Use Case Points
ВВ – варіант використання;
ДО – діюча особа;
ООП – об'єктно-орієнтоване програмування;
ПС – програмна система;
САПР – система автоматизації проектувальних робіт.

НОМЕНКЛАТУРА

k_i – кількісне значення впливу кожного з 13-ти показників технічної складності проекту;
 m_i – кількісне значення наявності кожного з 8-ми показників кваліфікації персоналу;
 V_i – ваговий коефіцієнт кожного з 13-ти показників технічної складності проекту;
 W_i – ваговий коефіцієнт кожного з 8-ми показників кваліфікації персоналу.

ВСТУП

Головною метою, що ставиться перед САПР, є скорочення собівартості розробки об'єкта проектування, який, до речі, може бути будь-якого галузевого призначення. У представленому дослідженні наводиться оцінка проектування, а точніше сказати: перепроєктування ПС.

Управління скороченням собівартості проектування, головним чином, відбувається за рахунок зменшення строків та персоналу, необхідного для здійснення проектування ПС.

ПС застосовуються у різноманітних галузях життя й діяльності людини, причому подальший розвиток цивілізації зменшує сегмент життя людини, що не охоплено ПС. Експлуатація, звичніше – використання, ПС у кожній окремій галузі (інформаційні технології, управління виробництвом, транспортом, побудова телекомунікацій, наукова діяльність, освіта тощо) має свої принципові відмінності.

Спільною рисою для усіх ПС залишається те, що під впливом часу та інших невід'ємних факторів інформатизації (оновлення: операційних систем, мов програмування, принципів дії розподілених систем обробки даних, що особливо важливо у сфері інформаційних технологій) відбувається еволюційне старіння ПС. Така тенденція призводить до погіршення швидкісних, інформаційно-комунікаційних, графічних, часових та інших характеристик аж до повної відмови ПС. Ось тут постає питання необхідності виконання удосконалення, покращення й переробки ПС, а всі ці процеси є складовими комплексного поняття «реінжиніринг».

Таким чином, тема, що передбачає складання методики розрахунку показників оцінки проекту при виконанні реінжинірингу ПС є актуальною.

Об'єктом роботи є процес реінжинірингу програмних систем.

Предметом роботи – оцінка показників проекту перед виконанням реінжинірингу програмних систем, яка необхідна для прийняття остаточного рішення щодо його доцільності.

Мета роботи – сформулювати метод розрахунку показників реінжинірингу програмних систем за допомогою комплексного інструментарію оцінки програмного проекту.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Отже, виконання реінжинірингу – потребує докорінної переробки (перепроєктування) ПС з метою покращення технічних характеристик, при виконанні якої треба унаслідкуванням позитивні та відмовитися від впливу негативних якостей первинного об'єкту.

Проблему реінжинірингу ПС різного галузевого призначення було детально розглянуто у [1, 2]. Методологічні засади реінжинірингу, які можна віднести й до ПС було закладено у [3].

Перед виконанням оцінки реінжинірингу ПС необхідно мати набір даних із конкретизованих проектних чинників: 3 виду ваги ВВ, 13 показників технічної складності, 8 показників кваліфікації персоналу, які отримано в результаті аналізу 3–5 вже закінчених схожих проектів.

Необхідно отримати розрахункові показники за якими буде відбуватись прогнозований фінансовий перелік витрат. Також треба формалізувати критерії оцінки та визначення складності реінжинірингу вже готової ПС, але яка потребує зміни із плином часу.

Уявлення про складність проекту необхідні для подальшого оцінювання та розрахунку приблизного терміну реалізації реінжинірингу, до якого включаються час на: перепроєктування, тестування, переналадження.

2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Метод, що орієнтовано на застосування вказівників UCP, належить Густаву Карнеру [4].

Багато спеціалістів вважають, що облік видатків на основі методу Карнера дає змогу отримати оцінку із похибкою у 20%, відносно реальних видатків [5–7]. Тому саме цей метод візьмемо за основу при виконанні реінжинірингу ПС, з отриманням подальшого розвитку його стосовно до процедур реінжинірингу.

Відповідь на це запитання дає метод Карнера (Karner's Use Case Points Method), Згідно з пропозиціями Карнера, пункти варіантів використання є функціями наступних аргументів:

- 1) кількість і складність варіантів використання в системі;
 - 2) кількість і складність акторів у системі;
 - 3) різні нефункціональні вимоги (такі як продуктивність, переносимість тощо, які були не описані у варіантах використання);
 - 4) середовище розробки (мова, мотивація учасників).
- Згідно з [8] Методика Карнера пропонує загальну оцінку працезатрат проекту, але вона не дозволяє виділити який-небудь його етап. Більш того, методика

не може бути використана, доти, поки всі діаграми варіанти використання не будуть спроектовані [9].

Фактор технічної складності проекту розраховується на підставі показників технічної складності проекту [10].

3 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Перед тим, як оцінювати обсяги проекту, необхідно налаштувати технічні чинники та чинники середовища. Для визначення технічного чинника складності (англ. – TCF) та чинника складності середовища (англ. – ECF) треба заповнити перелік чинників, що вплинуть на показники проекту.

Першим з таких чинників є чинник ваги, що визначається методом використання проектних точок Карнера, проте вони можуть корегуватись відповідно до конкретних вимог проекту.

Наступний чинник – значення, що вказує на ступінь впливу визначеного чинника на проект. Індикацією значення є варіювання від «0» до «5», що означає діапазон впливу від «відсутності» до «сильного» із можливими проміжними станами.

Перед тим, як оцінювати програмну систему за допомогою показників використання функцій, що будуть піддані реінжинірингу, необхідно призначити вагу для кожного з варіантів використання майбутньої ПС, спираючись на проектні чинники (табл. 1).

Таблиця 1 – Проектні чинники для призначення ваги ВВ

Ранг	Показник складності	Інтерфейс користувача	Кількість сутностей бази даних	Кількість кроків сценарію	Кількість класів реалізації	Вага, W
1	Простий	Запропонований із шаблону	1	≤ 3	< 5	5
2	Середній	3 елементами дизайну	≥ 2	4–7	5–10	10
3	Складний	Індивідуальна графічна розробка дизайну	≥ 3	> 7	> 10	15

Виходячи із табл. 1, слід призначити відповідну вагу ВВ у тому випадку, коли присутній хоча б один із чинників з максимальним показником для відповідного рангу.

Сума показників складності ВВ знаходить своє відображення у показнику UUCP. TCF обраховується виходячи із декількох показників.

Значення UTV, що розраховується, спираючись на перелік показників технічної складності проекту (табл. 2), яким (окрім вагового коефіцієнту) призначається кількісне значення впливу показника на складність проекту: від «0» – вплив не оказує до «5» – сильний вплив.

Накопичене значення UTV розраховуємо як:

$$UTV = \sum_{i=1}^{13} [V_i \times k_i].$$

Ваговий коефіцієнт TWF – за замовчуванням встановлюється як 0,01; хоча теоретично може корегуватись.

Таблиця 2 – Показники технічної складності проекту

Показник	Ваговий коефіцієнт	Кількісне значення	Результат
Розподілена система	2	5	10
Висока продуктивність	1	4	4
Ефективність роботи кінцевого користувача	1	2	2
Складна обробка даних	1	4	4
Повторне використання коду	1	2	2
Легкість інсталяції	0,5	5	2,5
Легкість використання	0,5	3	1,5
Портативність	2	3	6
Легкість корегування змін	1	3	3
Паралельність	1	2	2
Наявність спеціальних функцій безпеки	1	2	2
Доступ з боку зовнішніх користувачів	1	5	5
Вимоги до попереднього навчання користувачів	1	3	3

Постійна проекту TC – гарантований мінімум показника TC = 0,6.

Таким чином TCF для кожного конкретного проекту приймає значення:

$$TCF = TC + TWF \times UTV,$$

тобто від теоретичного мінімуму: 0,6 до теоретичного максимуму: 1,25; чим ілюструє як позитивний вплив на витрати (зменшуючи на 40%), так і негативний – збільшуючи на 25%.

Оскільки САПР – це комплекс засобів, що включає також персонал [1], то необхідно при розрахунках показників проекту розглянути учасників проекту, тобто включити чинники розробників – ДО до оцінки складності реінжинірингу ПС.

Розрахунковий чинник, що стосуються ДО, носить назву чиннику оточуючого середовища ECF та обчислюється виходячи із декількох показників.

Значення UEV, що розраховується спираючись на перелік показників кваліфікації персоналу, який виконує реінжиніринг (табл. 3). Показнику призначається кількісне значення наявності конкретного набору вмінь у персоналу: від «0» – показнику немає до «5» – сильно виражений показник.

Таблиця 3 – Показники кваліфікації персоналу

Показник	Ваговий коефіцієнт	Кількісне значення	Результат
Знайомство з UML	1,5	4	6
Досвід роботи із конкретним середовищем	0,5	3	1,5
Досвід використання ООП	1	4	4
Кваліфікація системного аналітика	0,5	4	2
Мотивація	1	3	3
Стабільність вимог	2	4	8
Неповний робочий день	-1	0	0
Складність мови програмування	-1	3	-3

Накопичене значення UEV розраховується як:

$$UEV = \sum_{i=1}^8 [W_i \times m_i],$$

Ваговий коефіцієнт EWF – за замовчуванням встановлюється як (-0,03), хоча теоретично може корегуватись.

Постійна проекту EC – абсолютний максимум показника EC = 1,4.

Таким чином ECF для кожного конкретного проекту приймає значення:

$$ECF = EC + EWF \times UEV,$$

тобто від теоретичного мінімуму: 0,4 до теоретичного максимуму: 1,4; чим ілюструє як позитивний вплив на витрати (зменшуючи на 60%), так і негативний – збільшуючи на 40%.

Розрахункове значення для ВВ UCP – це число, що отримується для простого (див. табл. 1) ВВ. Значення вимірюється у так званих «проектних точках» та обчислюється як:

$$UCP = UUCP \times TCF \times ECF,$$

Далі прогнозується загальний час проекту EWE у годинах:

$$EWE = UCP \times DR,$$

де DR – значення часу тривання розробки однієї «проектної точки» USP, яке краще всього обирати

спираючись на використання досвіду проєктив-аналогів. DR є критичним чинником, і хоча його значення за замовчуванням дорівнює 10 год., воно легко може перевищувати 30 год., якщо значення UEV незбалансоване. При обранні DR необхідно брати до уваги кваліфікацію розробників, наприклад для нової команди слід обрати DR = 20 год.

Таким чином, приходимо до оцінки вартості проекту EC:

$$EC = EWE \times DHR,$$

де DHR – усереднена за статистичними даними погодинна ставка персоналу (програміста).

4 ЕКСПЕРИМЕНТИ

Для допомоги у проведенні експериментальної частини з реалізації методу розрахунку показників оцінки проекту при виконанні реінжинірингу програмних систем, будемо використовувати безкоштовну 30-ти денну версію CASE-засобу Enterprise Architect 14, що узяття із офіційного ресурсу розробника – Sparx Systems.

Наприклад, для реінжинірингу системи, що представлена на рис. 1., необхідно, відповідно до табл. 1 налаштувати кожний із ВВ.

Приклад налаштування показників складності у середовищі Enterprise Architect 14 наведено на рис. 2.

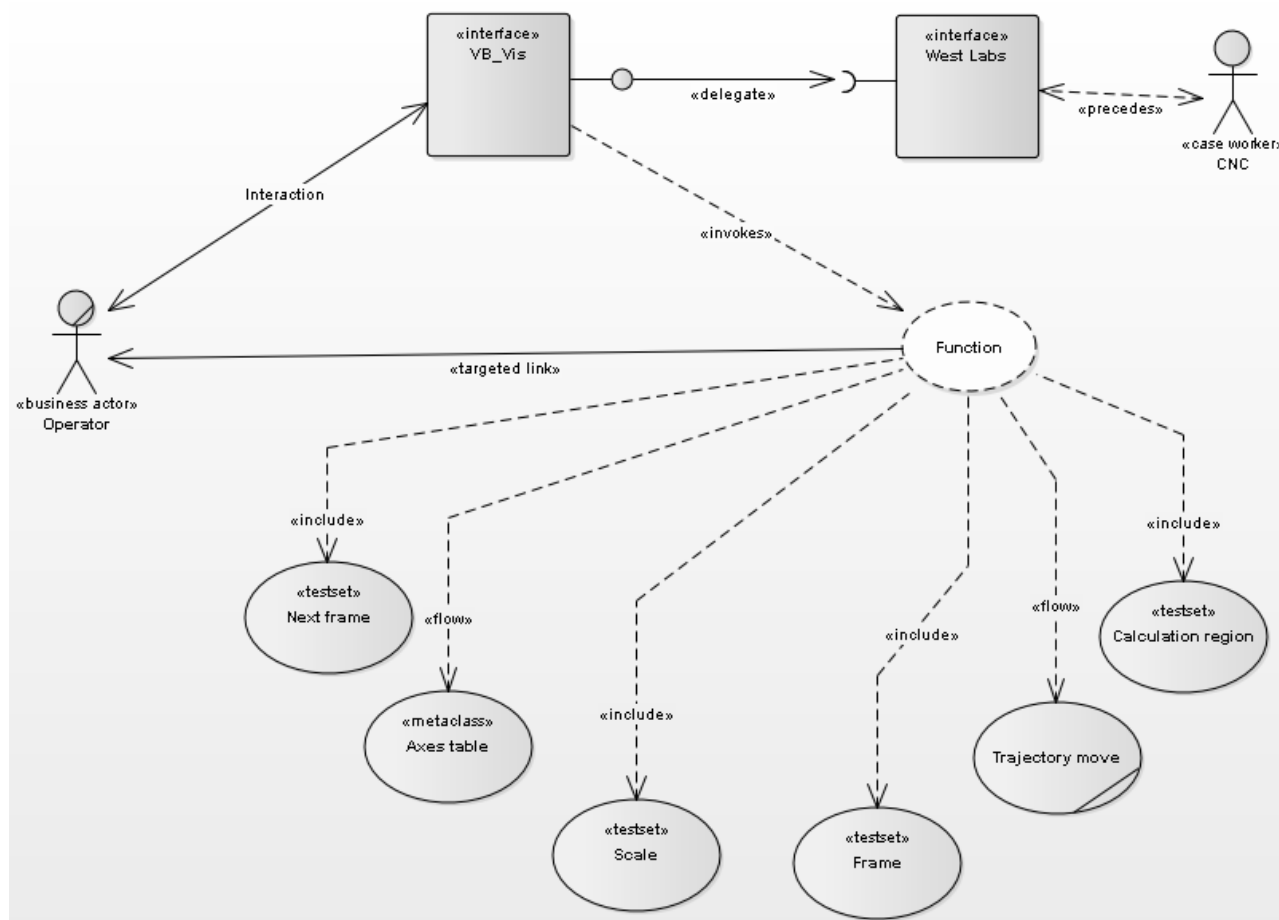


Рисунок 1 – Діаграма ВВ ПС, яку обрано для проведення оцінки проектних показників реінжинірингу

5 РЕЗУЛЬТАТИ

Після настроювання варіантів використання, розрахунків чинників, вагових коефіцієнтів та обмежуючих констант цих чинників, можна переходити до наочної оцінки проекту.

Сукупність результатів розрахунку чинників оцінки та показників проекту, перед виконанням реінжинірингу ПС, наведено на рис. 3. Для більшості розрахованих чинників та показників коментарі щодо їх одержання вичерпно наведено у розд. 3 поданої статті.

Пояснимо тільки призначення елементів керування, що подано у нижній частині рис. 3.

Кнопка «Re-Calculate» – виконує перерахунок проектних чинників, спираючись на змінені показники.

Кнопка «Report» – генерує запит на створення та вказівку шляху збереження звіту з оцінки проекту у форматі «RTF».

Кнопка «View Report» – виконує перегляд встановлених показників оцінки проекту із викликом програмного забезпечення, асоційованого із переглядом RTF-файлів, наприклад: Microsoft Word.

Кнопка «Default rate» – викликає діалогове вікно зміни показників оцінки проекту, що завдані у Enterprise Architect 14 за замовчуванням.

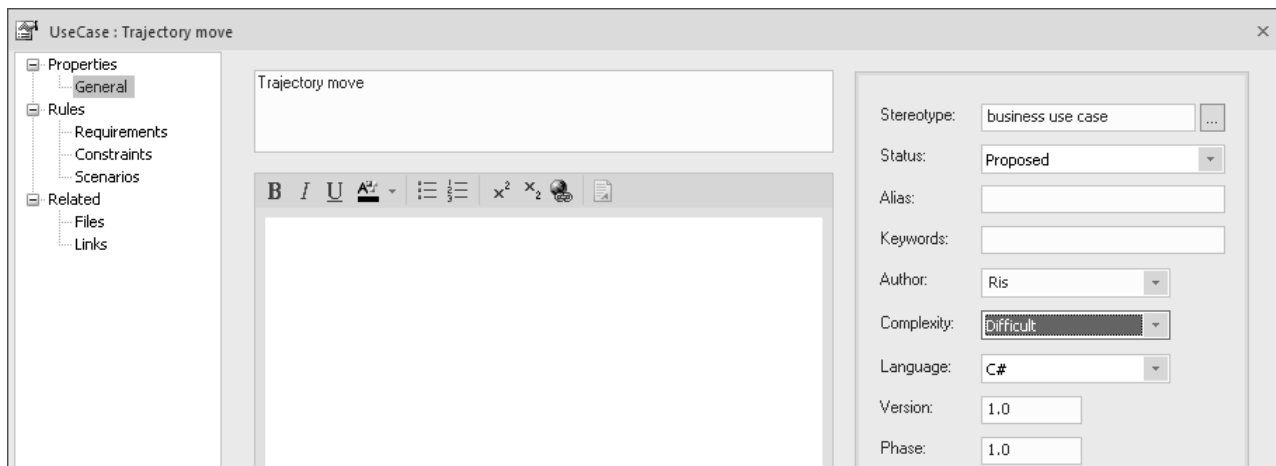


Рисунок 2 – Налаштування показників складності для ВВ

Use Cases

Root Package: Reload

Phase like: Bookmarked:

Keyword like: Use Cases: 6 Include Actors

Package	Name	Type	Complexity	Phase
Use Case Model	Trajectory move	UseCase	15	1.0
Use Case Model	Calculation region	UseCase	10	1.0
Use Case Model	Frame	UseCase	5	1.0
Use Case Model	Scale	UseCase	5	1.0
Use Case Model	Axes table	UseCase	10	1.0
Use Case Model	Next frame	UseCase	5	1.0

Technical Complexity Factor

Unadjusted TCF Value (UTV): 47

TCF Weight Factor (TWF): 0,01

TCF Constant (TC): 0,6

TCF = TC + (TWF x UTV): 1,07

Environment Complexity Factor

Unadjusted ECF Value (UEV): 21,5

ECF Weight Factor (EWF): -0,03

ECF Constant (EC): 1,4

ECF = EC + (EWF x UEV): 0,755

Unadjusted Use Case Points (UUCP) = Sum of Complexity: 50

Ave Hours per Use Case: Easy: 80 Med: 160 Diff: 240

Total Estimate

Use Case Points (UCP) = UUCP * TCF * ECF = 50 * 1,07 * 0,755 = 40 UCP

Estimated Work Effort (hours) = 20 * 40 = 800 Hours

Estimated Cost = EWE * Default hourly Rate = 800 * 8 = 6400 Cost

Re-Calculate
Report
View Report
Default Rate
Help

Рисунок 3 – Результати розрахунків чинників та значень, що впливають на оцінку проектних показників реінжинірингу ПС

6 ОБГОВОРЕННЯ

Під час роботи з предметною галуззю статті, дискусій та обговорень розглянутої теми на конференціях та спеціалізованих форумах, автори прийшли до наступних рекомендацій.

1) Метод Карнера рекомендує виключати розширені ВВ при розрахунку проектних точок. Автори не згодні із цим та рекомендують розглядати усі ВВ при оцінці проекту, якщо ці ВВ вимагають перепроектування функціоналу, то існують зусилля на їх переробку, що повинні враховуватися за наведеною методикою.

2) Об'єктивний спосіб точно налаштувати при удосконаленні проект – це розглянути ВВ 3-х – 5-ти вже успішно завершених (у свій час) проектів, які вимагали реінжинірингу. Після аналізу завершеного проекту і вивчення звіту про показники, доступні чинники можуть бути точно відкориговані, щоб дати оцінку фактичним годинам реінжинірингу. Згодом, можна використовувати ці дані у якості базової траєкторії життєвого циклу проекту.

3) Достатня перевірка працездатності полягає в тому, щоб спираючись на показник «Ave Hours per Use Case» (рис. 3) проаналізувати: чи можна перепроектувати простий, середній чи складний ВВ у відведений час (включаючи усі стадії створення ПС [1]).

4) Не слід очікувати вичерпної відповіді на питання «скільки коштує реінжиніринг?» або «як довго він триватиме?» – необхідно оцінювати отримані статистичні дані, коригувати показники та аналізувати досвід втілення показників успішних проектів. Розглянута методика забезпечує на 17–19% меншу похибку, ніж метод Карнера, відносно фактичних видатків.

ВИСНОВКИ

В роботі вирішено наукову задачу: сформовано метод розрахунку показників реінжинірингу програмних систем на підставі комплексного інструментарію оцінки програмного проекту.

Наукова новизна отриманих результатів складається у тому, що:

1) отримав подальший розвиток метода розрахунку проектних точок Карнера із внесенням суттєвих доповнень та розширень, що дозволяє зменшити похибку на 17–19% у оцінюванні витрат на реалізацію проекту ніж метод Карнера;

2) вперше застосовано запропонований метод щодо розрахунку показників процесу реінжинірингу ПС, що дозволяють оцінити прогнозований фінансовий перелік витрат.

Практичний результат: формалізовано критерії оцінки та визначення складності реінжинірингу вже готової ПС, але яка потребує зміни із плином часу.

Відмінність від аналогів: при складанні методики оцінки показників ПС, яка буде піддана реінжинірингу, було виділено чинники, що впливають на планування ресурсів програмного проекту:

1) дослідження моделі вимог ПС;

2) кількість кроків для виконання реінжинірингу елементу ПС;

3) технічна складність проекту;

4) рівень кваліфікації команди програмістів.

Кожна змінна, що використовується для розрахунків у рамках реінжинірингу визначається та обчислюється окремо із використанням:

1) вимірювань характерних параметрів;

2) вагових коефіцієнтів;

3) обмежуючих констант.

Вимірювання параметрів проводяться керівником проекту, що, спираючись на досвід 3-х – 5-ти схожих проектів, виходить із власних уявлень про технічну складність проекту та можливостях команди, яка буде виконувати реінжиніринг.

Встановлення коефіцієнтів та обрання значення констант засновані на багатій чисельній статистиці найбільш схожих проектів, що виконані за технологією А. Якобсона.

Практичне значення отриманих результатів: на підставі розрахованих показників оцінювання формується звіт, який містить аналіз оцінки програмного проекту.

Перспективи подальших досліджень: автоматизоване формування звіту оцінки ПС, який включався би у вихідну проектну документацію, необхідну для прогнозування успішного виконання реінжинірингу кожного з видів забезпечення: технічного, математичного, інформаційного, лінгвістичного, методичного, організаційного тощо. Проектна документація є обов'язковою складовою частиною видів забезпечення систем автоматизованого проектування ПС.

ПОДЯКИ

Особливу подяку хочемо висловити розробнику CASE-засобу Enterprise Architect 14 – австралійській корпорації «Sparx Systems Pty Ltd»: за можливість вільного місячного користування найновітнішими їх розробками, за підтримку он-лайнного дискусійного форуму, за можливість вільного доступу до Enterprise Architect Lite та за навчально-довідкові матеріали з UML-моделювання, що містяться на офіційному сайті «Sparx Systems».

ЛІТЕРАТУРА / ЛИТЕРАТУРА

1. Великодний С. С. Проблема реінжиніринга видів забезпечення систем автоматизованого проектування / С. С. Великодний // Междун. науч. журн. «Управляющие системы и машины». – 2014. – № 1. – С. 57–61, 76.
2. Великодний С. С. Реінжиніринг систем моніторингу та дистанційного управління судовими енергетичними установками / С. С. Великодний // Матер. XXII міжн. конф. з автом. управл. «Автоматика 2015», Одеса, 10–11 верес. 2015 : Одеса, 2015. – С. 133–134.
3. Великодний С. С. Методологические основы реінжиніринга систем автоматизованого проектування / С. С. Великодний // Междун. науч. журн. «Управляющие системы и машины». – 2014. – № 2. – С. 39–43.
4. Resource Estimation for Objectory Projects : project report / G. Karner / Objective Systems. – SF AB, 1993. – 9 p.
5. Anda B. Effort Estimation of Use Cases for Incremental Large-Scale Software Development / B. Anda // 27-th Inter-

- national Conference on Software Engineering, St. Louis, MO, 15–21 May 2005. – P. 303–311.
6. Carroll E. R. Estimating Software Based on Use Case Point / E. R. Carroll // OOPSLA '05: Companion to the 20th annual ACM SIGPLAN conference on Object-oriented programming, systems, languages, and applications, San Diego, CA, 2005. – P. 257–265. DOI: 10.1145/1094855.1094960
 7. Clemmons R. Project Estimation with Use Case Points / R. Clemmons // Cross Talk. – 2006. – № 2, February. – P. 18–22.
 8. Дідковська М. В. Тестування: Критерії та методи / М. В. Дідковська. – Київ : НТУУ «КПІ», 2010. – 96 с.
 9. Cohn M. Agile Estimating and Planning / M. Cohn. – Prentice Hall, 2005. – 368 p.
 10. Орлов С. А. Программная инженерия : уч. для вузов. 5-е изд. обновл. и доп. / С. А. Орлов. – СПб. : Питер, 2016. – 640 с.
- Стаття надійшла до редакції 26.03.2018.
Після доробки 27.05.2018.

УДК 004.412.3

МЕТОД РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ПРОЕКТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РЕИНЖИНИРИНГА ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ

Великодний С. С. – канд. техн. наук, доцент, заведуючий кафедри інформаційних технологій Одеської національної академії зв'язи ім. А. С. Попова; доцент кафедри інформаційних технологій Одеського державного екологічного університету, Одеса, Україна.

Тимофеева О. С. – аспірант кафедри інформаційних технологій Одеського державного екологічного університету, Одеса, Україна.

Зайцева-Великодная С. С. – техник лабораторії інформатики і чисельних методів Одеського державного екологічного університету, Одеса, Україна.

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Программные системы настолько плотно вошли в нашу жизнь, что невозможно представить себе существование и развитие человечества без них. Но под влиянием факторов технической эволюции происходит старение программных систем с ухудшением их характеристик. В такой ситуации необходима коренная переработка с наследованием положительных качеств программной системы и отделением негативных, то есть реинжиниринг. Подобные процессы, начинающиеся с перепроектирования, требуют обязательной аналитической оценки показателей проекта, ведь существуют случаи, когда реинжиниринг нерентабелен относительно конкретной программной системы. В статье рассмотрен комплексный инструмент оценки программного проекта, прогнозирующий трудоемкость перепрограммирования объектов, в сочетании с другими показателями проектов, определяющими сложность реинжиниринга программных систем.

Цель. Сформировать метод, позволяющий оценить показатели реинжиниринга программных систем при помощи комплексного инструментария оценки программного проекта.

Метод. Описанная в статье технология основана на использовании метода точек Карнера с внесением существенных дополнений и расширений. Установление коэффициентов и избрание значения констант основаны на методе Якобсона и проверены на многочисленной статистике наиболее похожих проектов.

Результаты. После анализа завершенного проекта и изучения отчета о показателях, доступные факторы могут быть точно скорректированы, чтобы дать оценку фактическим часам реинжиниринга. Впоследствии можно использовать эти данные в качестве базовой траектории жизненного цикла проекта. На основании рассчитанных показателей оценки формируется отчет, содержащий анализ оценки программного проекта, для включения в исходную проектную документацию, которая является частью организационного обеспечения систем автоматизированного проектирования программных систем.

Выводы. Получил дальнейшее развитие метод расчета проектных точек Карнера с внесением существенных дополнений и расширений относительно процессов реинжиниринга программных систем. Каждая переменная определяется и вычисляется отдельно с использованием измерений, весовых коэффициентов и ограничивающих констант. Измерения выполняются командой опытных системных аналитиков, опирающихся на собственные представления о технической сложности проекта и возможности команды программистов. Коэффициенты и константы принимаются исходя из статистических данных 3–5 уже оцененных аналитиками выполненных проектов с близкой степенью схожести.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: программная система, проект, реинжиниринг, метод проектных точек, показатель, оценка, вариант использования, фактор, весовой коэффициент, ограничивающая константа.

UDC 004.412.3

THE CALCULATION METHOD FOR INDICATORS PROJECT ESTIMATION IN THE IMPLEMENTATION OF SOFTWARE SYSTEMS RE-ENGINEERING

Velykodniy Stanislav – PhD, Head of the Information Technologies Department in O. S. Popov Odessa National Academy of Telecommunications; Associate Professor of the Information Technologies Department Odessa State Environmental University, Odessa, Ukraine.

Tymofieieva Olena – Postgraduate Student of the Information Technologies Department Odessa State Environmental University, Odessa, Ukraine.

Zaitseva-Velykodna Svitlana – Technician of Informatics and Numerical Methods Educational Laboratory Odessa State Environmental University, Odessa, Ukraine.

ABSTRACT

Essentials. Today's software systems have become so tightly integrated into our lives that it is virtually impossible to imagine the existence and development of mankind without them. But this progress also means that software systems currently in use have quickly become outdated and obsolete due to the pace technical evolution. It is here that end to end process review comes down with the inheritance of the positive qualities of the software system and the phasing out of the negative one, that is, re-engineering. All similar processes that begin with re-design, require a mandatory analytical assessment of the project's key indicators since there are cases where re-engineering might be unprofitable for a particular software system. In the article below, the author takes a look at the complex tool of evaluating the software project redesign, which could predict labor costs for reprogramming of the objects in conjunction with other indicators of the projects that determines the complexity of software system under review.

Objective. The object of this paper is to outline the method by which one can estimate and evaluate key aspects for software system reengineering with the help of complex tools for appraisal of the project under review.

Method. The technology described in the article is based on use of the Karner's Point method with the introduction of significant additions and extensions. The establishment of coefficients and the selection of the constants are based on the Jacobson's method and tested on numerous statistics of the most similar projects.

Outcome. After analyzing the completed project and examining the report of crucial factors, it's possible to provide quite accurate estimation for the actual man-hours of re-engineering for the particular project, given its key factors can be accurately adjusted. Subsequently, you can use this data as the base line for the project life cycle. Evaluation factors used for project cost calculation will be combined in a report that will be included in the source design documentation, which is part of the organizational support of the systems for the automation design of software systems.

Conclusions. The method of calculating Karner's project points with the introduction of significant extensions to the process of software system re-engineering has been further developed. Each variable is determined and calculated separately, using measurements, weighting factors and constrains. Measurements are performed by a team of experienced QA-analysts based on their ideas about the technical complexity of the project and the capabilities of the software developers. The coefficients and constants are based on data collected from 3–5 projects already completed by analysts with a big degree of similarity.

KEYWORDS: software system, project, re-engineering, method of design points, indicator, estimation, use case, factor, weighting value, bounding constant.

REFERENCES

1. Velykodniy S. S. Problema reinzhiniringa vidov obe-spechenija sistem avtomatizirovannogo proektirovanija, *Mezhdun. nauch. zhurn. «Upravljajushhie sistemy i mashiny»*, 2014, No. 1, pp. 57–61, 76.
2. Velykodniy S. S. Reinzhyniryng system monitoryngu ta dystancijnogo upravlinnja sudnovymy energetychnymy ustanovkamy, *Mater. XXII mizhn. konf. z avtom. upravl. «Avtomatyka 2015»*, Odesa, 10–11 veres. 2015. Odesa, 2015, pp. 133–134.
3. Velykodniy S. S. Metodologicheskie osnovy reinzhiniringa sistem avtomatizirovannogo proektirovanija, *Mezhdun. nauch. zhurn. «Upravljajushhie sistemy i mashiny»*, 2014, No. 2, pp. 39–43.
4. Resource Estimation for Objectory Projects : project report, *Objective Systems*, SF AB, 1993, 9 p.
5. Anda B. Effort Estimation of Use Cases for Incremental Large-Scale Software Development, *27-th International Conference on Software Engineering, St. Louis, MO, 15–21 May 2005*, pp. 303–311.
6. Carroll E. R. Estimating Software Based on Use Case Point, *OOPSLA '05: Companion to the 20th annual ACM SIGPLAN conference on Object-oriented programming, systems, languages, and applications, San Diego, CA, 2005*, pp. 257–265. DOI: 10.1145/1094855.1094960
7. Clemmons R. Project Estimation with Use Case Points, *Cross Talk*, 2006, No. 2, February, pp. 18–22.
8. Didkovs'ka M. V. Testuvannja: Kryterii' ta metody. Kyi'v, NTUU "KPI", 2010, 96 p.
9. Cohn M. Agile Estimating and Planning. Prentice Hall, 2005, 368 p.
10. Orlov S. A. Programmaja inzhenerija: uch. dlja vuzov. 5-e izd. obnovl. i dop. SPb, Piter, 2016, 640 p.

Наукове видання

**Радіоелектроніка,
інформатика,
управління**

№ 4/2018

Науковий журнал

Головний редактор – д-р техн. наук С. О. Субботін

Заст. головного редактора – д-р техн. наук Д. М. Піза

Комп'ютерне моделювання та верстання
Редактор англійських текстів

С. В. Зуб
С. О. Субботін

Оригінал-макет підготовлено у редакційно-видавничому відділі ЗНТУ

Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ № 6904 від 29.01.2003.

*Підписано до друку 10.12.2018. Формат 60×84/8.
Папір офс. Різогр. друк. Ум. друк. арк. 27,44.
Тираж 300 прим. Зам. № 1362.*

69063, м. Запоріжжя, ЗНТУ, друкарня, вул. Жуковського, 64

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 2394 від 27.12.2005.