

ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ „ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ“  
ФАКУЛТЕТ ПО МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА  
КАТЕДРА „КОМПЮТЪРНИ ТЕХНОЛОГИИ“

НИКОЛА ВЕЛИЗАРИЕВ ВЪЛЧАНОВ

**МОДЕЛИРАНЕ И ИЗГРАЖДАНЕ НА РАЗШИРЯЕМИ  
МОДУЛНИ ИНФОРМАЦИОННИ СИСТЕМИ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

на дисертационен труд  
за присъждане на образователната и научна степен „Доктор“  
в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика;  
професионално направление 4.6 Информатика и компютърни науки;  
докторска програма Информатика

Научни ръководители: доц. д-р Антон Илиев  
проф. д-р Николай Кюркчиев

Рецензенти: проф. д.м.н. Светослав Марков  
проф. д.м.н. Стоян Капралов

гр. Пловдив  
2012 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на разширено заседание на катедра „Компютърни технологии” при Факултета по математика и информатика на ПУ „Паисий Хилендарски”.

Дисертационният труд „Моделиране и изграждане на разширяеми модулни информационни системи” съдържа 153 страници. Библиографията включва 113 източника. Списъкът на авторските публикации се състои от 6 заглавия.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 18.04.2012 г. от 12:30 ч. в заседателната зала на новата сграда на ПУ „Паисий Хилендарски”.

Материалите по защитата са на разположение за интересувалите се в секретариата на ФМИ, нова сграда на ПУ, каб. 330 всеки работен ден от 8:30 до 17:00 часа.

## Съдържание

Обща характеристика на дисертационния труд.....	4
Актуалност на темата.....	4
Цели и задачи на дисертационния труд .....	4
Структура и обем на дисертационния труд .....	5
Кратко съдържание на дисертационния труд .....	7
Глава 1.Обзор на съвременни РМИС .....	7
Глава 2. Описание на РМИС .....	10
Глава 3. Архитектура и реализация на РМИС.....	12
Глава 4. Приложения на разработената архитектура на РМИС.....	20
Перспективи.....	25
Апробация.....	25
Авторска справка.....	25
Благодарности .....	26
Публикации по дисертационния труд.....	27
Библиография .....	27

## **Обща характеристика на дисертационния труд**

### **Актуалност на темата**

Активното развитие на информационните технологии налага непрестанната адаптация на моделите, използвани за разработка на информационни системи. Средствата за разработка на приложения търпят активно развитие, като предлагат все по-абстрактни механизми и позволяват допълнителното изолиране на слоеве в приложенията. По този начин те дават възможност за създаване на по-гъвкави модели.

Паралелно с това изискванията към информационните системи постоянно нарастват. Вече не е достатъчно съвременните информационни системи просто да предоставят конкретна функционалност. Те трябва да бъдат изградени от преизползваеми модули, да са лесно разширяеми, а бизнес процесите, протичащи в тях да могат да бъдат променени от оператор чрез административни инструменти или от специалист, но без сериозни интервенции, изискващи реорганизация на цялата система.

Съвременните информационни системи трябва да бъдат бюджетно ориентирани, да бъдат отворени за интеграция със специализирани библиотеки от инструменти или работни рамки и в допълнение да предвиждат вътрешни за системата средства за ускоряване на процеса по разработване. За тази цел при изграждане на основите на системата трябва да бъдат подбирани адекватни конструкции, базирани на утвърдени шаблони за дизайн, които в последствие да позволяват изграждането и употребата на преизползваеми компоненти.

### **Цели и задачи на дисертационния труд**

Основна цел на дисертационния труд е описание на разширяема модулна информационна система с общо предназначение и реализация на конкретни прототипи, които демонстрират приложимостта на разработената архитектура в реални условия.

Основните задачи, поставени пред дисертационния труд са:

1. Да се опише разширяема модулна информационна система с общо предназначение. Подзадачи:
  - 1.1. Да се анализират съвременните схващания за разширяема модулна информационна система;

- 1.2. Да се поставят аргументирани изисквания към концепцията на разширяема модулна информационна система;
- 1.3. Да се създаде концепцията на разширяема модулна информационна система, като се опишат и мотивират решения, удовлетворяващи поставените изисквания;
2. Да се проектира разширяема модулна информационна система и да се реализира прототип, базиран на съвременни технологии. Подзадачи:
  - 2.1. Да се проектира разширяема модулна информационна система, базирана на описаната концепция от точка 1;
  - 2.2. Да се разработи прототип на РМИС (разширяема модулна информационна система);
  - 2.3. Да се опишат инструментите, които РМИС предоставя
3. Да се създадат приложения чрез разработения прототип на разширяема модулна информационна система, които да докажат приложимостта му за решаване на конкретни практически проблеми.
  - 3.1. Създаване и внедряване на система за обслужване на вериги от хипермаркети;
  - 3.2. Създаване и внедряване на система за обслужване на кредиторска компания;
  - 3.3. Създаване на система за представяне и симулация на непрекъснати, детерминирани математически модели;
  - 3.4. Създаване на модул за получаване на неатрактивни мрежи.

## **Структура и обем на дисертационния труд**

Работата се състои от увод, четири глави и заключение. Приложена е и библиография.

В първа глава са разгледани основните типове информационни системи. Обърнато е внимание как съвременните информационни системи обединяват разгледаните основни типове. Направен е кратък преглед на системи за управление на съдържанието като са сравнени десетте най-популярни СУС според [W3Techs, 2011]. Разгледани са представители на системите за управление на връзки с клиенти и системи за планиране на ресурси на предприятията.

Във втора глава са разгледани специфичните изисквания към изгражданата разширяема модулна информационна система

като всяко изискване е подкрепено с обосновка. Направено е описание на РМИС, съдържащо методи за изпълнение на поставените изисквания.

В трета глава е разгледана архитектурата на разширяема модулна информационна система. Описано е разделянето на слоевете, както и инструментите и механизмите от всеки един от тях. Отделено е внимание и на реализацията на разпределения модел в РМИС.

В четвърта глава са разгледани приложенията на архитектурата на РМИС. Проследено е изграждането на система за управление на верига от хипермаркети, система за обслужване на кредиторска компания, система за представяне и симулация на математически модели и модул за получаване на неатрактивни мрежи. В описанието на последните две приложения на архитектурата е обърнато е внимание на възможността за реализация на паралелни системи.

В заключението е направено обобщение на постигнатите резултати по целите, поставени в началото на дисертационния труд. Описани са и възможностите за бъдещо развитие.

## Кратко съдържание на дисертационния труд

### Глава 1. Обзор на съвременни РМИС

#### Същност

Активното развитие на технологиите през последните години наложи и диференциацията на отделните типове информационни системи.

Съществуват много различни дефиниции за „информационна система“. Някои от тях са дадени от ([Милев П., 2005], [Тужаров Х., 2001], [O'Brien J., 1997], [Laudon K.C., 1997], [Cats-Baril W., 1997], [Long L., 1997], [Senn A., 1995] и [Whitten J.L., 1998]).

В началото на труда си [Barron T., 1999] T. Barron анализира част от описаните по-горе трудове, занимаващи се с информационни системи и предлага следната класификация на видовете информационни системи:

- Офис информационни системи;
- Системи за обработка на транзакции;
- Информационни системи за управление;
- Системи, подпомагащи вземане на решения;
- Експертни системи;
- Системи за работа в групи;
- Системи за работа със знание;
- Мениджърски информационни системи;
- Стратегически информационни системи.

Съвременните информационни развиват границите на основните типове според класификацията, предложена от T. Barron. Те представляват офис информационни системи или системи за обработка на транзакции, които включват в себе си модули за спомагане на вземане на решения, автоматизация на дейности чрез вграждане на експертни системи, модули за управление на отчети и др.

В зависимост от функционалността, която системите предоставят те могат да бъдат разграничени в няколко основни категории: **системи за управление на съдържанието (СУС)**, **системи за управление на връзки с клиенти (СУВК)**, **системи за управление на ресурси на предприятие (СУРП)**.

#### Системи за управление на съдържанието

Системите за управление на съдържанието (СУС) се

фокусираат предимно върху категоризиране, систематизиране и управление на статии и публикации. Около това ядро се изграждат допълнителни механизми, които дават възможност за разширяване на този вид информационни системи. Тези механизми позволяват динамичното вграждане на модули, които предоставят конкретни услуги, съобразявайки се с архитектурата на системата.

Общото за всички СУС е широката им приложимост. Те не са обвързани с конкретна дейност, област или насока, което дава възможност да бъдат неограничено разширявани с допълнителна функционалност. Около ядрото на този тип системи, обикновено се изграждат механизми за управление на вграждаеми компоненти. Тези механизми позволяват динамичното вграждане на инструменти, които предоставят конкретни услуги. Тези инструменти управляват галерии, пазарски кошници (електронна търговия), работни процеси, взаимоотношения с клиенти, складове, планиране на ресурси и др. Именно затова този тип системи е разгледан като базов тип информационна система с широко предназначение.

В [Илиев А., 2008] Илиев и Христозов правят сравнение между системи за управление на съдържание. В следващия параграф ще предложим разширен набор от критерии за извършване на сравнителен анализ между десет подбрани за целта СУС.

В по-голямата си част системите за управление на съдържанието представляват уеб базирани приложения с набор от интуитивни административни инструменти. Основните характеристики, които определят една система за управление на съдържанието могат да бъдат обобщени в няколко категории: **системни изисквания, сигурност, поддръжка, улеснена употреба, производителност, управление, интегрируемост, гъвкавост, вградени приложения, възможности за изграждане на търговски системи.**

### **Системи за управление на взаимоотношения с клиенти**

Управлението на взаимоотношения с клиенти е бизнес стратегия за управление на комуникацията с клиенти и потенциални клиенти в рамките на дадена компания. В нея се залага на технологии за организиране, автоматизиране и синхронизиране на бизнес процеси – основно продажби, но също така и управление на маркетингови кампании, обслужване на клиенти, техническа поддръжка и др. Крайната цел е обхващане на търсенето, привличането и задържането на клиенти в бизнес



процеси и намаляване на разходите за реклама и обслужване на клиенти.

СУВК системите предоставят инструменти за дефиниране и управление на взаимоотношения с клиенти.

Сред предимствата на СУВК системите са подобряване на качеството и ефективността на услугите, намаляване на крайната цена на услугите, възможност за анализ на емпирични данни с цел вземане на решения, гъвкавост на ниво компания, задържане на вниманието на клиента и др.

### **Системи за планиране на ресурси на предприятие**

Системите за планиране на ресурси на предприятие интегрират в себе си вътрешна и външна за предприятието информация касаеща управлението му. Те включват финанси, счетоводство, производство, продажби, услуги, управление на взаимоотношения с клиенти и др. Този вид системи представляват интегрирани софтуерни приложения и автоматизират описаните по-горе дейности. Системите за планиране на ресурси на предприятие улесняват предаването на информация между всички дейности и отдели в рамките на дадена организация и управляват връзките с външни заинтересовани страни.

Основното предимство на СПРП е, че те интегрират множество процеси, спестявайки време и разноски по комуникация и бизнес процеси, които могат да бъдат автоматизирани. Централизираното съхранение на широк спектър от данни позволява изготвяне на анализи и отчети, които спомагат за по-бързото вземане на решения, като същевременно редуцират възможността за грешка при вземането им. Употребата на системата, събираща в себе си цялата дейност на предприятието прави данните за всички дейности лесно достъпни.

Един от най-сериозните проблеми, съпътстващи употребата на СПРП е адаптирането на системата за конкретна компания. Често се налага извършване на преустройство на бизнес процес на компанията по такъв начин, че да пасне на съответен бизнес процес от интегрираната СПРП. Покупката и интеграцията на СПРП е свързана с разход на повече ресурс отколкото употребата на система с по-малко възможности, но достатъчно функционална за нуждите на предприятието. Трудната миграция от СПРП към друга система дава по-стабилни позиции на компанията разработчик/интегратор при изготвяне на договори за поддръжка.

## Глава 2. Описание на РМИС

### Цели

Адекватното информационно обезпечаване в съвременния свят вече не е предимство, а необходимост. Работата на всяка една бизнес структура е тясно свързана със софтуерния продукт, който тя използва. Той трябва да поддържа информация за всички дейности на компанията, както и да управлява бизнес процесите, които протичат в нея.

Вътрешната работа на всяка една компания е специфична. Поради тази причина не може да бъде изготвен ясен общ стандарт за разработка на информационни системи. Разгледаните в първа глава информационни системи предоставят инструменти, решаващи голяма част от стандартните за всяка една компания проблеми. Една малка част от тях могат да бъдат например управление на продукти, продажби и складове, фактуриране, работа с взаимоотношения с клиенти, планиране, следене на поръчки, анализ на емпирични данни, предоставяне на информация, подпомагаща вземане на решения.

Проблемите при подобни бизнес решения са свързани със специфичните изисквания на бизнеса към тях. Често той се нуждае от продукт, съобразен с нуждите му, създаден така, че да обхване изцяло процесите, протичащи в дадената организация. По този начин бизнес системите биват изградени на база опитът, утвърдените практики и успешните модели на организацията.

В зависимост от наличните ресурси, бизнесът подхожда по различен начин при изграждането на цялостни информационни решения. Въпреки това, независимо от обстоятелствата, основните приоритети при поставяне на изисквания към една информационна система често са еднакви. Първото и най-съществено изискване е бързата разработка. Приложната архитектура трябва да предвижда преизползваемост на код с цел редуциране разходите за разработка. Приложната архитектура трябва да позволява промяна на съществуваща функционалност или добавяне на нова без това да налага промени на вътрешната ѝ структура. Системата трябва да предвижда възможност за разпределена работа на отделните и слоеве, както и възможност за работа в клъстер с междинна система за разпределяне на натоварването с цел подсигуриране на достъпността и надеждността на предоставяните услуги в условия на висока натовареност. Интерфейсът на системата трябва да бъде интуитивен и консистентен. Това в последствие

ускорява до голяма степен интеграцията на системата като редуцира времето за обучение на служителите на компанията.

При изготвяне на концепцията на разширяема модулна информационна система е взето предвид проучването, направено в първа глава. Изискванията са формулирани така, че изгражданата концепция да предоставя качествена основа, която да позволява реализация на функционалността, предоставяна от съвременните лидери в сферата на информационните системи.

### **Изисквания към РМИС**

Една от най-важните стъпки при проектиране на информационни системи е ясна дефиниция на проблемите, които тя трябва да разрешава. Именно гранулирането на тези задачи позволяват изолиране на абстракции и механизми, които в процеса на разработка спестяват ресурси, позволяват локални модификации без последствия за останалите части на системата, осигуряват мащабируемост и устойчивост на системата. Основните проблеми, пред които разработваната система е изправена могат да бъдат организирани в следните направления:

- Разпределеност
  - Възможност за работа в клъстер
  - Липса на стеснения в бизнес процесите на системата
  - Възможност за синхронизация между автономни инстанции
- Мащабируемост и устойчивост на системата
- Надеждност на комуникацията между слоевете
- Преизползваемост на код
- Работа с модули
- Надеждност на връзките с източниците на данни
- Управление на системни права
- Приложен програмен интерфейс за комуникация с външни приложения

## **Описание на РМИС**

- Приложна архитектура
- Контейнери за информация в системата
- Слой за достъп до данните
- Слой с бизнес логика
- Слой с потребителски интерфейс
- Средства за управление на системни права
- Механизъм за комуникация между слоевете
- Приложение за разпределяне на натоварването между инстанции на слоевете

## **Глава 3. Архитектура и реализация на РМИС**

### **Обща библиотека**

В рамките на разширяемата модулна информационна система е изградена обща библиотека с цел да бъдат избегнати циклични зависимости между отделните проекти, реализиращи слоевете. Библиотеката съдържа набора от ER класове и два опорни инструмента за цялата система – инструмент за предоставяне на средства за удобен достъп до системните настройки и инструмент за инсталиране на функционални обекти от отделните слоеве.

Разширяемата модулна информационна система предвижда изграждане на набор от класове, служещи за пренос на информация в системата. Тези класове следват ER модела (модел на Чен) [Chen P., 1976], [Пенева Ю., 2004а] и [Пенева Ю., 2004b]. Чрез тях в системата се предоставят структури, съответстващи на организацията на източника от данни. Този набор от класове се използва от всички слоеве на системата, като по този начин се постига стандартизация на вътрешносистемната комуникация.

Класовете, следващи ER модела на приложението съдържат публични свойства и атрибути, описващи валидационни правила. Тази опростена структура дава предпоставки за по-широката употреба на ER класовете – изграждане на автоматизирани механизми за обхождане на свойствата на класа, извличане на данни от атрибутите им и реализация на специфични инструменти с динамично поведение в зависимост от подадения им ER обект.

В рамките на общата библиотека е изграден и инструмент, предоставящ силно типизиран достъп до системните настройки.

Този инструмент намира реализация в класа `ApplicationSettingsService`. Целта на инструмента е предоставяне на единна входна точка за силно типизиран достъп до системни настройки и елиминиране на употребата на фиксирани низове за достъп до конфигурацията на системата. По този начин се опростява поддръжката на кода и се улеснява работата с конфигурацията на системата

Комуникация между слоевете в системата се извършва, посредством функционални обекти. Възможността за разпределено изпълнение на слоевете налага изграждането на инструмент за инстанцирането на функционални обекти в рамките на приложението. Така се предоставят средства за комуникация със сървърното приложение за изпълнение на системни слоеве. Този инструмент изолира логиката по комуникация с отдалечените обекти. Системните слоеве използват инструмента на принципа на черната кутия. Различни техники за отдалечено извикване на функционалност чрез мрежова комуникация са разглеждани в [Engel H., 1995].

### **Слой за достъп до данните**

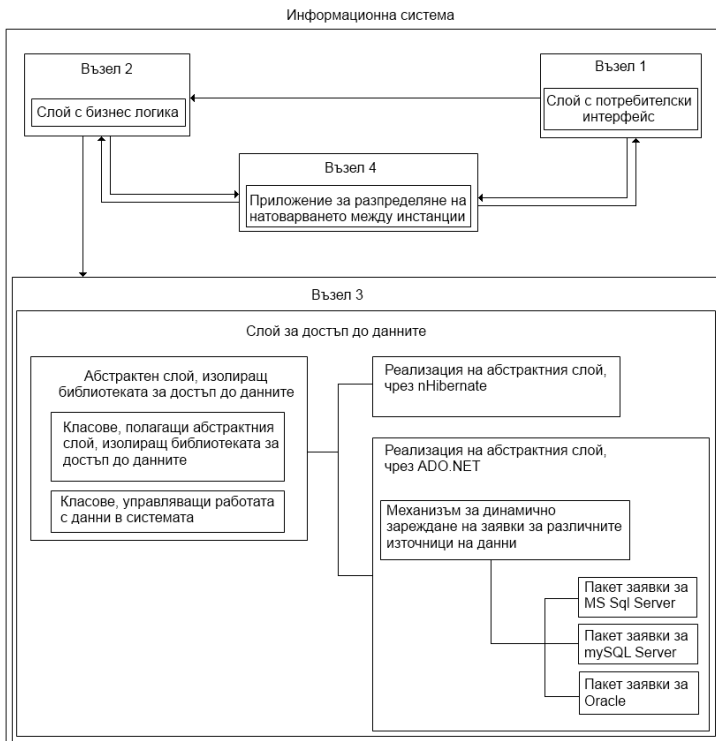
Слоят за достъп до данните капсулира логиката по работа с източника на данни. Слоят работи на принципа на черната кутия и се използва от клиентски код посредством публичните инструменти, които предоставя.

Първият проблем, чието решение трябва да бъде предвидено в слоя за достъп до данни е изолация на доставчика на данни (библиотеката, използвана за достъп до източника). Този проблем е разискван в по-общия си вид в [Mattison M., 1999]. Често при планиране на дадена система се вземат рискови решения за начина на достъп до източника на данни. Проблемите, свързани с употребата на конкретна библиотека за достъп до данни могат да бъдат разнородни:

- достигане до момент, в който е нужна функционалност, липсваща в библиотеката;
- мигриране на системата до източник на данни, който не се поддържа от библиотеката;
- прекратяване на поддръжката на библиотеката от фирмата производител или общността от разработчици.

Като решение на този проблем е създаден набор от класове и интерфейси, изграждащи абстракция над използваната библиотека за достъп до данните. Чрез тях се изгражда обвивка за библиотеки за достъп до данни. Реализациите на конкретна

библиотека за достъп до данни се реализира в отделен проект, реализиращ абстрактния апарат. Пътят до библиотеката, съдържаща конкретната реализация се съхранява в конфигурацията на слоя. Библиотеката се зарежда динамично по време на изпълнение на приложението.



**Фиг. 1** Обща схема на слоя за достъп до данните в РМИС

Така поставената абстракция над работата с източника на данни, позволява създаването на инструментариум за управление на данни в рамките на абстрактната част на слоя. По този начин разработените инструменти могат да се фокусират над процесите, свързани със съхранението на данни като управление на транзакции, управление на изключения в слоя и поддръжка на гридове, свързани с работата на слоя.

Въпреки вече утвърдената абстракция за всеки инструмент се създава интерфейс, описващ функционалността му. Това улеснява реализацията на средствата за отдалечена работа със системни инструменти.

### **Слой с бизнес логика**

Слоят с бизнес логика съдържа инструменти, реализиращи функционалността в рамките на разширяема модулна информационна система. Именно тук се капсулират бизнес процесите, протичащи в системата.

С цел стандартизация на функционалните инструменти и автоматизация на общата логика в системата, в слоя с бизнес логика се въвежда концепцията за структурни типове. Въпреки обособената им употреба, тяхното внедряване не се отразява еднозначно на архитектурата на разширяема модулна информационна система.

Фиксирането на структурните типове ограничава гъвкавостта на системата. Така автоматизацията на основните действия се поддържа единствено за инструменти, реализиращи структурни типове, а клиентския код работи с реализиращите ги интерфейси.

Въпреки това ограничената гъвкавост тук е условна. Присъствието на структурни типове съвсем не отрича възможността за разработка на специфични функционални инструменти в рамките на слоя с бизнес логика.

Предимствата и проблемите, свързани с преизползването на код е често споменавана тема в сферата на софтуерното производство. Част от проблемите, разглеждани в [Johnson R., 1988] и [Gamma E., 1994] засягат тази тема. Една от предпоставките за преизползване на код в РМИС са структурни типове. Те правят възможна автоматизацията на голяма част от действията в приложението. Структурните типове дават предпоставки за реализацията на базови компоненти, реализиращи общата функционалност за голям процент от инструментите в клиентския код на слоя. По този начин се насърчава активното преизползване на код в системата, което ускорява процеса по разработка на приложения.

Друг плюс е рамкирането на процеса по разработка на нови инструменти. По този начин се постига консистентност в кода на системата, улеснява се поддръжката ѝ и се повишава ефективността на разработчиците.

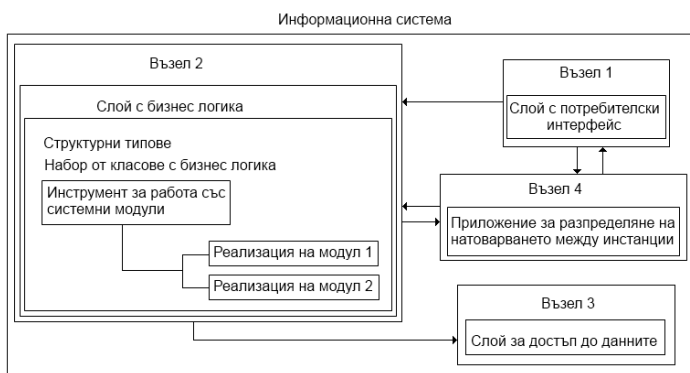
Разработени са набор от интерфейси, реализиращи четирите основни структурни типа:

- Списъчния структурен тип;
- Структурният тип родител – дете;
- Дървовиден структурен тип;
- Структурен тип за работа с документи, които могат да бъдат вграждани.

Инструментите в слоя с бизнес логика в рамките на архитектурата на РМИС реализират структурните типове, чрез описаните по-горе интерфейси. По този начин базовата функционалност на всички еднотипни инструменти в рамките на модела може да бъде достъпна по сходен начин от клиентския им код.

За всеки главен ER модел в изгражданата система се реализира отделен инструмент. В зависимост от структурата на обслужвания ER модел, инструментът реализира съответен структурен тип. Така разработените инструменти са отворени за индексация от съвързното приложение за разпределено изпълнение на слоеве или директно инстанциране в локален режим на работа на системата.

РМИС реализира средства за работа с модули, които могат да бъдат вграждани. Инструментариумът за работа с тях е изграден в слоя с бизнес логика. Предназначението на инструмента е динамична индексация на наличните модули в рамките на достъпните инстанции на слоя с бизнес логика и предоставянето им за употреба от клиентски код в локален или разпределен режим на работа.



**Фиг. 2** Обща схема на слоя с бизнес логика в РМИС



## **Библиотека за управление на потребителски права върху визуални компоненти**

В рамките на разширяема модулна информационна система е предвидена разработката на библиотека за управление на потребителски права върху визуални компоненти. С цел реализация на библиотека, удовлетворяваща нуждите на модела бяха реализирани следните инструменти:

- Интерфейси за интеграция на библиотеката. Посредством тях се изграждат манифести, включващи визуалните компоненти, за които могат да бъдат предоставяни права, в рамките на конкретен електронен формуляр от системата;
- Средства за асоциация на конкретната автентикационна структура на системата с библиотеката;
- Инструмент за автоматизирано извличане на компонентите, които могат да бъдат асоциирани с права;
- Инструменти за управление на права върху визуални компоненти.

### **Презентационен слой**

Презентационният слой в разширяемата модулна информационна система реализира базови визуални компоненти, автоматизиращи общата функционалност за еднотипни структури от данни. Базовите визуални компоненти работят със структурните типове, дефинирани в слоя с бизнес логика. Посредством тях разработваните системи печелят не само консистентност на графичния потребителски интерфейс, но и автоматизация на функционалност, общ подход при разработка на еднотипни формуляри, които по отделно водят до преизползване на код.

В рамките на презентационния слой бяха разработени следните инструменти:

- Визуален компонент за базов формуляр;
- Визуален компонент за работа със списъчен структурен тип;
- Визуален компонент за работа със структурен тип родител – дете;
- Визуален компонент за работа с дървовиден структурен тип;
- Визуален базов редакционен компонент;
- Визуален компонент за базов формуляр за редакция на ER модел;
- Визуален базов компонент за работа със структурен тип за документи, които могат да бъдат вградени.

С цел интеграция на разработената библиотека за управление на потребителски права формулярите в рамките на презентационния слой реализират интерфейсите за интеграция на библиотеката. По този начин всеки формуляр предоставя манифест, включващи неговите визуални компоненти, за които могат да бъдат предоставяни права.

Формулярите, реализиращи интеграционните интерфейси могат да бъдат индексирани от приложението за извличане на данните за визуалните компоненти в системата, за които могат да бъдат давани права.

В базовите формуляри се интегрират фасадните класове, генерирани от инструментите за асоциация на конкретната автентикационна структура на системата с библиотеката. По този начин обхождането на визуалните компоненти в рамките на формуляра и определянето на видимостта им за конкретен потребител се автоматизира.

### **Изпълнимо приложение за предоставяне на достъп до инструменти от слоеве, работещи на отдалечени възли**

Изпълнимото приложение за предоставяне на достъп до инструменти от слоеве, работещи на отдалечени възли има за цел да капсулира логиката по комуникацията между клиентския код и създадената локална инстанция на съответния инструмент. То е проектирано така, че да работи съвместно с механизма за инстанциране на инструменти от отдалечени системни слоеве и да предоставя възможност за лесна подмяна на механизма за комуникация.

Приложението работи като сървър, предоставящ услугата по инстанциране на инструменти в рамките на системата. То се състои от няколко компонента – конфигурация, индексирал механизъм и библиотека за предоставяне на отдалечен достъп до инстанциите.

Конфигурацията на приложението съдържа физическия път до библиотеката, съдържаща съответния слой. В допълнение конфигурацията може да съдържа адреси на други възли от системата, на които се изпълняват приложни слоеве или адреси на възли, на които се изпълнява междинна система за разпределение на натоварването.

Индексираният механизъм зарежда библиотеката с предоставяния слой при стартиране на приложението. Посредством технологията рефлексън (reflection) той обхожда всички дефиниции на класове в рамките на слоя. Тези, които са маркирани като публични инструменти (посредством атрибути)

се добавят в списък, съдържащ предоставяните от слоя инструменти. При приключване на индексването, механизмът съдържа списък с достъпните инструменти.

Библиотеката за предоставяне на отдалечен достъп до инстанциите капсулира използваната технология за отдалечено изпълнение. По този начин приложението става независимо от конкретната ѝ реализация и поддръжката или подмяната на средствата за отдалечена работа с инстанцираните инструменти значително се улеснява.

### **Приложение за разпределяне на натоварването между инстанции на слоеве**

Приложението за разпределяне на натоварването между инстанции на слоеве работи активно с механизма за инстанциране на инструменти от отдалечени системни слоеве. Основното предназначение на приложението е да следи натоварването на възлите в рамките на клъстера и да пренасочва заявките към най-ненатоварената инстанция на слоя, предоставящ заявения инструмент.

При постъпване на заявка за конкретен инструмент, приложението прави проверка в конфигурацията си за адреси на възли, които предоставят достъп до слоя на заявения инструмент. При липса на такива, приложението търси в конфигурацията адреси на други свои инстанции и се обръща към тях със същата заявка. При достигане до инстанция на междинното приложение, която съдържа адреси на конкретни възли, на които се изпълнява съответния слой, тя връща назад по веригата адреса на съответния подходящ възел. След получаване на адреса на възела, се осъществява директна връзката между слоевете.

По този начин инстанциите на това междинно приложение могат да бъдат организирани така, че да обособяват области от инстанции на слоевете. Конфигурациите на крайните възли съдържат адресите на възлите, изпълняващи системни слоеве, чиито трафик балансират. Всяка инстанция на междинната система поддържа информация за натовареността на възлите или областите, които следи. Така системата получава надеждност на предлаганата услуга и възможност за, на практика, неограничена хоризонтална мащабируемост.

## **Глава 4. Приложения на разработената архитектура на РМИС**

Предложената архитектура на разширяема модулна информационна система предоставя гъвкава основа за разработка на информационни системи. Въпреки ясната си насоченост, архитектурата остава приложима и при изграждане на приложен софтуер с друго предназначение. Разработеното приложно ядро е стабилна основа за всякакъв тип системи, работещи с информация. Те могат да бъдат както складови, счетоводни и отчетни системи, така и системи за симулация на информационни модели, за събиране на емпирични данни, за изготвяне на прогнози, базирани на статистически анализи, системи, реализиращи сложни математически апарати и др.

От една страна възможностите за разпределена работа на системите, изградени по приложения модел позволяват изграждане на клъстери, издържащи на големи натоварвания. От друга, възможностите за разпределяне на задачите в РМИС позволява реализация на паралелни системи, извършващи изчисления, свързани с работата на конкретен алгоритъм паралелно на различни възли от системата.

В рамките на тази глава ще бъдат разгледани две системи и един модул (в контекста на РМИС). Тук са описани система за управление на вериги от хипермаркети, система за обслужване на кредиторска компания, система за компютърно представяне и симулация на математически модели и модул за получаване на неатрактивни мрежи. Системите са реализирани на база разработената архитектура на РМИС. В системата за компютърно представяне и симулацията на математически модели и модула за получаване на неатрактивни мрежи е реализирано разпределяне на изчисленията между възлите на системата, което демонстрира широката приложимост на разработената архитектура.

### **Приложимост на РМИС при разработка на СУС**

На база системите за управление на съдържанието, разгледани в обзора, може да бъде заключено, че в общия си вид СУС се състоят от два основни компонента – административна част и публична (потребителска) част.

В административната си част системите предоставят инструментариум за управление и структуриране на съдържание, настройка и дефиниция на изгледи за публичната част на системата, работа със стилове и теми, управление на

вграждаеми инструменти и др. Начина на визуализация на съдържанието в публичната част на системата съответства именно на дефинициите, направени тук.

Административните инструменти на системите за управление на съдържанието, разгледани в обзора управляват предимно данни, структурирани като списъци, списъци с връзки тип родител – дете или дървета. Очевидно е, че структурните типове и базовите визуални компоненти от архитектурата на РМИС са напълно приложими за разработка на административни инструменти за СУС. Така изграждането на администрация за системи за управление на съдържание може да бъде значително ускорено.

Базовата функционалност на публичната част на този тип системи е тясно обвързана с предназначението им. Тук съдържанието, въведено чрез административните инструменти, се визуализира, съгласно дефинираните шаблони.

Интерфейсът на публичната част на СУС е тясно обвързан със структурата на съдържанието, презентационната тема, с която системата работи и шаблоните за визуализация. Въпреки че е възможно данните, с които публичната част работи да бъдат сведени до структурните типове от архитектурата на РМИС и да бъдат създадени визуални компоненти за тях, обвързването на конкретна административна логика с архитектурата на РМИС би ограничило силно възможностите за изграждане на гъвкави системи за управление на съдържанието. Въпреки че структурните типове и базовите визуални компоненти в предложената архитектура на РМИС канализират начина на работа с информация и представянето ѝ, те съвсем не налагат ограничения на разширяемостта. В рамките на РМИС могат да бъдат разработени инструменти и графични компоненти за представяне на специфично съдържание, без да се използват дефинираните структурни типове и визуални компоненти.

Системите за управление на съдържанието, базирани на архитектурата на РМИС преизползват заложения в нея апарат за разпределено изпълнение на слоевете. С помощта на документите и структурните типове, разработката на СУС може да бъде ускорена. Разширяемостта на архитектурата улеснява добавянето на нова функционалност под формата на модул или нов инструмент в слоя с бизнес логика.

### **Система за управление на вериги от хипермаркети**

На база разработената архитектура на разширяема модулна информационна система е създадена система за управление на

вериги от хипермаркети. Поставените пред системата изисквания включваха управление на множество организации, изграждане на структури в рамките на конкретна организация, управление на потребители, роли, потребителски права, управление на склад, продажби, фактуриране, планиране и изготвяне на отчети. На база направения в първа глава анализ на съществуващи системи за планиране на ресурси на предприятието и проучване на работните процеси в организацията – клиент е направен общ проект на системата включващ:

- Средства за настройка на структурата от организации, филиали и складове;
- Инструменти за работа с номенклатури;
- Инструменти, реализиращи операциите в системата;
- Инструменти за изготвяне на отчети;
- Инструменти за администрация на потребители.

#### **Система за обслужване на кредиторска компания**

На база разработената архитектура на разширяема модулна информационна система е създадена система за обслужване на кредиторска компания. Поставените пред системата изисквания включваха:

- Управление на йерархична фирмена структура;
- Управление на бизнес партньори;
- Управление на банки и банкови сметки;
- Управление на каси;
- Управление на валути и валутни курсове;
- Управление на такси;
- Управление на погасителни планове;
- Управление на кредити с възможност за рефинансиране;
- Управление на ДМА (дълготрайни материални активи);
- Управление на график на плащане на вноските по кредит;
- Управление на потребителски права;
- Справки.

#### **Компютърно представяне и симулация на математически модели**

Едно от приложенията на архитектурата на разширяема модулна информационна система е графична среда за представяне и симулация на математически модели. Наред с интуитивния интерфейс, инструментите за компютърно

представяне на концептуални модели и средствата за анализ на получените резултати тази система предоставя разпределен модел на изпълнение на множество неделими задачи в рамките на една инстанция на приложението. По този начин изчисленията, свързани с конкретен симулационен процес се изпълняват на отделен изчислителен възел в системата. Така от една инстанция могат да бъдат изпълнявани паралелно множество симулации като същевременно работата по моделите не се прекъсва, за да бъде изчакван края на конкретна симулация.

Математически модел представлява описание на система чрез математически концепции и език. Процесът по разработка на математически модел се нарича математическо моделиране. Математическите модели могат да бъдат динамични или статични, детерминирани или стохастични, непрекъснати или дискретни и др. Тези и други видове модели могат да се препокриват, включвайки в себе си различни абстрактни структури.

Често при изследване на конкретна система с цел осъществяване на контрол или оптимизация се използват математически модели. При анализа на системата може да бъде изведена хипотеза за начина ѝ на работа, под формата на дескриптивен модел. В последствие, посредством симулации може да бъде изследвано поведението на системата в извънредни ситуации или да се търсят подходи за контрол на системата.

При математическите модели изследваните системи най-често се представят, посредством набор от променливи и уравнения, описващи връзките между тях. Променливите изразяват някои от характеристиките на изследваната система. Самият модел се описва чрез набор от функции, дефиниращи зависимостите между участниците в системата.

Системата за изграждане и симулация на математически модели се фокусира върху непрекъснати, детерминирани, динамични модели, описани чрез диференциални уравнения. Пример за такъв тип уравнения са тези на Лотка–Волтера, още познати като модел на хищник–жертва.

Симулацията на подобни модели се осъществява посредством итерационни числени методи. Обект на конкретната реализация са метод на Ойлер и методи на Рунге–Кута 4 за решаване на линейни диференциални уравнения.

### **Модул за получаване на неатрактивни мрежи**

Предложеният модел позволява изграждането на паралелни системи, разпределящи изчисленията между системни възли. Именно това е постигнато с изграждането на модул за получаване на неатрактивни мрежи.

Мрежите, дефинирани като неатрактивни представляват множеството от начални приближения към корените на даден алгебричен полином, за които съответният метод е разходящ.

При реализацията на модула за получаване на неатрактивни мрежи е показана възможността за изграждане на паралелни системи, базирани на архитектурата на РМИС.

Търсенето на неатрактивните мрежи е разпределено на подзадачи като за всеки тип подзадача е реализиран помощен модул.

В допълнение са реализирани кеширащи механизми на две нива, които позволяват съхраняването и използването на вече изчислени резултати в предишни обръщения към съответните модули.



## **Перспективи**

Предложеният модел може да търпи развитие в следните насоки:

1. Реализация на приложни програмни интерфейси, базирани на стандартни протоколи, към функционалността на системата;
2. Реализация на презентационен слой, базиран на WPF, съобразно с насоките за развитие на Microsoft Windows [Sinofsky S., 2011];
3. Изграждане на инструменти за проектиране на системи, следващи модела и генериране на код;
4. Разширяване на архитектурата с интегрирани визуални компоненти, улесняващи разработката на информационни системи.

## **Апробация**

Резултати, получени от изследването, са използвани в следните национални, международни и университетски проекти:

1. НИ11-ФМИ-004 към звено „Научна и приложна дейност“ на ПУ „Паисий Хилендарски“ – „Разработка и приложение на иновативни ИКТ за провеждане на качествени конкурентноспособни научни изследвания и цялостно осъвременяване процеса на обучение във ФМИ“, 2011/2012
2. ИСМ-4 към звено „Научна и приложна дейност“ на ПУ „Паисий Хилендарски“ – „Междуфакултетен разпределен център за електронно обучение“, 2008/2010 г.;
3. РС09–ФМИ–041 към звено „Научна и приложна дейност“ на ПУ „Паисий Хилендарски“ – „Синхронизация на независими приложения“, 2009/2010 г.

Част от резултатите, получени в дисертационния труд са докладвани на следните национални и международни конференции:

1. Международна конференция NAV-MAR-EDU 2011, Ноември 11-13 2011 г., Констанца, Румъния;
2. Research and Education in Mathematics Informatics and their Applications, доклади на юбилейна международна конференция, 10-12 Декември 2010, Пловдив, България;
3. Тридесет и девета пролетна конференция на Съюза на математиците в България, 06-10 Април 2010 г., Албена, България;
4. Международна научна конференция информационни технологии в управлението на бизнеса, 16 – 17 Октомври 2009 г., Варна, България.

## **Авторска справка**

В дисертационния труд е направен преглед на типовете информационни системи. Разгледани са съвременните направления в разработката на информационни системи. Направено е сравнение на десет СУС. Направен е анализ на

функционалността на СУВК и СПРП системи. Изводите от направения обзор са използвани за създаване на концепция на разширяема модулна информационна система. Изведена е архитектура, удовлетворяваща поставените изисквания. Направена е реализация на архитектурата. Моделът е приложен успешно за разработката на система за обслужване на вериги от хипермаркети, система за обслужване на кредиторска компания, система за представяне и симулация на непрекъснати, детерминирани математически модели и модул за получаване на неатрактивни мрежи. Системата за обслужване на вериги от хипермаркети и системата за обслужване на кредиторска компания са успешно внедрени.

Поставените в увода задачи са постигнати. Основните приноси на дисертационния труд са:

1. Анализирани са съвременните концепции за информационни системи. Изследвани са популярни съвременни информационни системи и възможностите им са класифицирани;
2. Изготвена е концепция на разширяема модулна информационна система;
3. Изготвена е архитектура и е реализиран прототип на разширяема модулна информационна система;
4. Разработени са система за обслужване на вериги от хипермаркети, система за обслужване на кредиторска компания, система за представяне и симулация на непрекъснати, детерминирани математически модели и модул за получаване на неатрактивни мрежи, базирани на описаната в дисертационния труд архитектура. Системата за обслужване на вериги от хипермаркети и системата за обслужване на кредиторска компания са успешно внедрени.

Връзките между приносите, целите, задачите, мястото на описание в дисертационния труд и направените публикации са описани в следната таблица:

Принос	Цел	Задачи	Параграф	Публикация
1	1	1.1, 1.2	(1.2), (1.3), (1.3.1)	
2	1	1.3,1.4	(2.2), (2.3)	4,6
3	2	2	(3.1), (3.2), (3.4), (3.5), (3.6), (3.7)	2,4,6
4	3	3	(4.4), (4.5)	1,3,5

### Благодарности

Изваквам най-сърдечни благодарности на научните си ръководители доц. д-р Антон Илиев и проф. д-р Николай Кюркчиев. Благодарен съм специално на проф. д-р Асен Рахнев,

гл. ас. д-р Николай Павлов и гл. ас. д-р Ангел Голев за съдействието и подкрепата в процеса на цялостната ми работа.

### Публикации по дисертационния труд

1. Valchanov, N., A. Iliev, Implementation of graphical simulation environment for mathematical models, Proc. Of the 22<sup>nd</sup> edition of the NAV-MAR-EDU INTERNATIONAL CONFERENCE, 11-13 Nov. 2011, ISSN 1843-6749, Constanta, Romania, pp. 35-47;
2. Valchanov, N., A. Iliev, An Architectural Model of Rights Management Framework for Information Systems, Research and Education in Mathematics Informatics and their Applications, доклади на юбилейна международна конференция, 10-12 Декември 2010, ISBN: 978-954-423-648-9, Пловдив, България, стр. 303-309;
3. Valchanov, N., A. Iliev, N. Kyurkchiev, On the critical points of Maehly-Aberth-Ehrlich method. Global convergence properties, International Journal of Pure and Applied Mathematics, ISSN: 1311-8080 (printed version) ISSN: 1314-3395 (on-line version), vol. 64 No. 3, 2010, pp. 433-441;
4. Вълчанов, Н., А. Илиев, Оптимизация на работни процеси чрез интелигентни бизнес информационни системи, Международна конференция „Системи за управление на бизнеса в малки и средни предприятия“, 23-24 Април 2010, ISBN: 978-95423-0455-5, Свищов, България, стр. 107-112;
5. Valchanov, N., T. Terzieva, V. ShkurtoV, A. Iliev, Architecture of extensible computation driven systems, Mathematics and mathematical education, Proc. of 39th spring conference of Union of Bulgarian Mathematicians, 06-10 April 2010, ISSN: 1313-3330 ,Albena, Bulgaria, pp. 207-211;
6. Valchanov N., T. Terzieva, V. ShkurtoV, A. Iliev, Approaches in Building and Supporting Business Information Systems, Информационни технологии в управлението и бизнеса, 16-17 Октомври 2009, ISBN: 978-954-21-0446-9, Варна, България, стр.100-106.

### Библиография

- |                     |   |
|---------------------|---|
| [Ескенази А., 2002] | А. Ескенази. Бизнес Интернет приложения, Изд. на Икономически университет Варна, 2002. ISBN-10: 9542101457, ISBN-13: 9789542101451  |
| [Ескенази А., 2006] | А. Ескенази, Н. Манева. Софтуерни технологии. София, КЛМН, 2006. ISBN-13:978-954-8212-03-8  |
| [Илиев А., 2006]    | А. Илиев, Г. Христов, Т. Терзиева, Софтуерна среда за представяне на динамични модели с възможност за статистика, <i>Национална конференция – Образованието в информационното общество</i> , Пловдив, 2006, стр. 38-43. ISBN-10: 954-8986-22-1              |
| [Илиев А., 2007]    | А. Илиев, Г. Христов, Някои практически приложения на софтуерна система за представяне на динамични модели, <i>Сборник с доклади от Юбилейна конференция Науката, образованието и времето като грижа</i> , Смолян, 2007, стр. 64-68. ISBN:978-954-8767-24-8 |
| [Илиев А., 2008]    | А. Илиев, Г. Христов, Функционални възможности на системи за  |

- управление на съдържание, *Сборник доклади от международна конференция Компютърни методи в науката и образованието*, Варна, 2008, ISBN: 978-954-577-569-7, стр. 180-183.
- [Илиев А., 2011] А. Илиев, Имитационно моделиране. Изграждане на софтуерна среда за представяне на детерминирани динамични модели, *Университетско издателство "Паисий Хилендарски"*, 2011., ISBN: 978-954-423-713-4
- [Милев П., 2005] П. Милев, И. Цонев, К. Христов, *Информационни системи и сигурност*. Шумен, България: УИ "Еп. К. Преславски", 2005. ISBN: 954-577-268-9
- [Павлов Н., 2010] Н. Павлов, А. Рахнев, О. Рахнева, RIA-базирана система за електронно тестово изпитване, Научна конференция с международно участие „Предизвикателства пред висшето образование и научните изследвания в условия на криза“, Бургас, 25-26 юни 2010 г, стр. 206-213.
- [Пенева Ю., 2004a] Ю. Пенева, Бази от данни (Първа част), Издателство „Регалия 6“, 2004, ISBN:954-745-064-6
- [Пенева Ю., 2004b] Ю. Пенева, Г. Тупаров, Бази от данни (Втора част), Издателство „Регалия 6“, 2004, ISBN:945-745-078-6
- [Стоянов С., 2011] С. Стоянов, И. Попчев, Е. Дойчев, Д. Митев, Г. Чолаков, Архитектура на образователния портал DeLC, *4-та Национална конференция „Образованието в информационното общество“*, Пловдив, 2011, стр. 129-138. ISSN: 1314-0752
- [Тужаров Х., 2001] Х. Тужаров, *Информационни системи: Анализ и проектиране*. В.Търново, България: Пик- В.Търново, 2001. ISBN: 954-736-020-5
- [Atwal S., 2006] S. Atwal, *Building Websites with XOOPS*. Packt Publishing, 2006. ASIN: B0057X66BW
- [AxCMS, 2012] AxCMS, AxCMS. [Online]. <http://axcms.net/>
- [Barron T., 1999] T. Barron, Chiang R., Veda S., A semiotics framework for information systems classification and development, *Decision Support Systems* 25, 1999, p. 1–17. ISSN: 0167-9236, 5-Year Impact Factor: 2.568
- [Bonchev B., 1991] B. Bonchev, Distributed Discrete-Event Simulation Using Synchronized Cooperative Clusters of Processes, *Proc. of ACMBUL ISME, ACM, Varna, 1991*, pp. 25-29.
- [Bontchev B., 2000] B. Bontchev, V. Georgiev, K. Boyanov, Procedural Dataflow Control of the Computations in Distributed Systems, *AITAS Journal*, pp. 11-15, 2000. ISSN: 0205-1745
- [Bontchev B., 2001] B. Bontchev, V. Georgiev, and K. Boyanov, Middleware Service Support for Modern Application Presentations, *Proc. of 15th SAER Conference, Varna, 2001*.
- [Brazell A., 2011] A. Brazell *WordPress Bible (2nd Edition)*. Indianapolis, USA: Wiley Publishing, 2011. ASIN: B004SQS6W6
- [Cambell C., 2010] C. Cambell, R. Johnson, A. Miller, S. Toub, *Parallel Programming with Microsoft .NET: Design Patterns for Decomposition and Coordination on Multicore Architectures*, M. Press, Ed. 2010. ISBN-10: 0735651590, ISBN-13: 978-0735651593
- [Carstensen C., 1993] C. Carstensen, On quadratic-like convergence of the means for two methods for simultaneous rootfinding of polynomials, *BIT*, 33, 1993, pp. 64-73. ISSN: 0006-3835 (print version), ISSN: 1572-9125 (electronic version)
- [Casteleyn S., 2009] S. Casteleyn, F. Daniel, P. Dolog, M. Matera, *Engineering Web Applications*. Springer Dordrecht Heidelberg, 2009. Hardcover ISBN: 978-3-540-92200-1, Softcover, ISBN: 978-3-642-26919-6
- [Cats-Baril W., 1997] W. Cats-Baril and R. Thompson, *Information Technology and Management*. Irwin, 1997. ISBN: 0256176183
- [Chen P., 1976] P. Chen, The entity relationship model - toward a unified view of data, *ACM Transactions on Database Systems* 1, pp. 9-36, 1976. ISSN:0362-5915 EISSN:1557-4644
- [Christianson C., 2009] C. Christianson and J. Cochran, *ASP.NET 3.5 Content Management System*

- Development. Packt Publishing, 2009. ISBN-10: 1847193617, ISBN-13: 978-1847193612
- [Cure A., 2010] A. Cure, *NHibernate 2 Beginner's Guide*. Packt Publishing, 2010. ISBN-10: 1847198902, ISBN-13: 978-1847198907
- [Darie C., 2006] C. Darie, B. Brinzarea, F. Chereches-Tosa and M. Bucica, *Ajax and PHP building responsive web application*. Birmingham, USA: Packt Publishing, 2006. ISBN-10: 1904811825, ISBN-13: 978-1904811824
- [Dentler J., 2010] J. Dentler, *nHibernate 3.0 Cookbook*. Birmingham, USA: Packt Publishing, 2010. ISBN-10: 184951304X, ISBN-13: 978-1849513043
- [Dochev K., 1962] K. Dochev, Modified Newton method for the simultaneous approximate calculation of all roots of a given algebraic equation, *Mat. Spis. Bulgar. Akad. Nauk* 5, 1962, pp. 136-139.
- [DotNetNuke, 2012] DotNetNuke, DotNetNuke CMS Content Management, ASP.NET Open Source CMS. [Online]. <http://www.dotnetnuke.com/>
- [Egan D., 2006] D. Egan, M. Washington, S. Valenzula, *Building Websites with VB.NET and DotNetNuke 4*. Birmingham, USA: Packt Publishing, 2006. ASIN: B0058084N8
- [Eskenazi A., 2005] A. Eskenazi, M. Todorova, G. Todorov. Introduction to E-business. Veliko Turnovo, 2005. Supported by Leonardo da Vinci Programme, Project No NL/03/B/P/PP/157315, ISBN:954-775-426-2, 64c.
- [Esposito D., 2008] D. Esposito, A. Saltarello, *Microsoft® .NET: Architecting Applications for the Enterprise*. Microsoft Press, 2008. ISBN-10: 073562609X, ISBN-13: 978-0735626096
- [Esposito D., 2010] D. Esposito, *Programming Microsoft ASP.NET MVC*, 2010: Microsoft Press. ISBN-10: 0735627142, ISBN-13: 978-0735627147
- [Gamma E., 1994] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides, *Design Patterns: Elements of Reusable Software Architecture*. Addison-Wesley, 1994. ISBN-10: 0201633612, ISBN-13: 978-0201633610
- [Gouveia J., 1995] J. Gouveia and B. Bonchev, An object-oriented model for creating distributed applications, *Proc. of the Int. Workshop on Concurrent Engineering Frameworks and Applications*, Lisbon, 1995, pp. 5-7.
- [Graf H., 2006] H. Graf, *Building Websites with Joomla!*. Birmingham, USA: Packt Publishing, 2006. ISBN-10: 1904811949, ISBN-13: 978-1904811947
- [Green M., 1976] M. Green, A. Korsak, M. Pease, Simultaneous iteration toward all roots of a complex polynomial, *SIAM Rev.* 18, 1976, pp. 501-502. ISSN: 0036-1445 (print) / 1095-7200 (electronic)
- [Griffiths J., 2010] J. Griffiths, M. Adams, J. Liberty, *Programming C# 4.0: Building Windows, Web, and RIA Applications for the .NET 4.0 Framework*. O'Reilly Media, 2010. ISBN-10: 0596159838, ISBN-13: 978-0596159832
- [Grosso W., 2002] W. Grosso, *Java RMI*. Sebastopol, USA: O'Reilly Media, 2002. ISBN-10: 1565924525, ISBN-13: 978-1565924529
- [Hansal A., 2011] A. Hansal, *Oracle Siebel CRM 8 Developer's Handbook*. Packt Publishing, 2011. ISBN-10: 1849681864, ISBN-13: 978-1849681865
- [Harold E., 2005] E. Harold, *Java Network Programming (3rd Edition)*. Sebastopol, USA: O'Reilly Media, 2005. ISBN-10: 0596007213, ISBN-13: 978-0596007218
- [Hayder H., 2006] H. Hayder, *WordPress Complete*. Birmingham, USA: Packt Publishing, 2006. ISBN: 1904811892
- [Hüni H., 1995] H. Hüni, R. Johnson, R. Engel, , A Framework for Network Protocol Software, *Proc. of OOPSLA*, Austin, Texas, 1995. ISBN:0-89791-703-0, DOI:10.1145/217838.217875
- [Iliev A., 2005] A. Iliev and G. Hristozov, Software Environment for Dynamic Models Building, *Conference Proceedings of 30th International Conference - Information and Communication Technologies and Programming (ICT&P)*, Sofia, 2005, pp. 125-132.
- [Iliev A., 2010] A. Iliev, N. Kyurkchiev, Nontrivial Methods in Numerical Analysis: *Selected Topics in Numerical Analysis*, LAP LAMBERT Academic Publishing,

- [Jennings R., 2009] Saarbrücken, 2010. ISBN-10: 3843367930, ISBN-13: 978-3843367936  
R. Jennings, *Professional ADO.NET 3.5 with LINQ and the Entity Framework*. Indianapolis, USA: Wiley Publishing, 2009. ISBN: 978-0-470-18261-1
- [Johnson R., 1988] R. Johnson and B. Foote, Designing Reusable Classes, *Journal of Object-Oriented Programming*. SIGS, 1, 5, pp. 22-35, Jun. 1988. ISSN:0896-8438
- [Koch D., 2006] D. Koch, *Mastering TypoScript:TYPO3 Website, Template, and Extension Development*. Birmingham, USA: Packt Publishing, 2006. ISBN-10: 1904811973, ISBN-13: 978-1904811978
- [Kramer J., 2010] J. Kramer, *Joomla! Start to Finish*. Indianapolis, USA: Wiley Publishing, Inc., 2010. ISBN-10: 047057089X, ISBN-13: 978-0470570890
- [Kumar A., 2011] A. Kumar, *ADempiere 3.6 Cookbook*. Birmingham, USA: Pakt Publishing, 2011. ISBN-10: 1849513392, ISBN-13: 9781849513395
- [Kyurkchiev N., 1998] N. Kyurkchiev, Initial approximations and root finding methods, *Mathematical Research Vol. 104*, Wiley-VCH, Berlin, 1998. ISBN-10: 3527401326, ISBN-13: 978-3527401321
- [Kyurkchiev N., 2002] N. Kyurkchiev, V. Hristov, A note on the globally convergent properties of the Weierstrass-Dochev method, *Approximation Theory, A volume dedicated to Bl. Sendov (ed. B. Boyanov)*, Sofia, 2002, pp. 231-240.
- [Laudon K.C., 1997] K. C. Laudon, J. P. Laudon, *Essentials of Management Information Systems (2nd Edition)*. Prentice-Hall, 1997. ISBN-10: 013602579X, ISBN-13: 9780136025795
- [Long L., 1997] L. Long, N. Long, *Introduction to Computers and Information Systems, 5th edition*. Prentice-Hall, 1997. ISBN:0132556391
- [MacDonald M., 2003] M. MacDonald, *Microsoft .NET Distributed Applications: Integrating XML Web Services and .NET Remoting*. Redmond, USA: Microsoft Press, 2003. ASIN: B0043M58W6
- [MacDonald M., 2010] M. MacDonald, *Pro WPF in C#*. Apress, 2010. ISBN13: 978-1-4302-7205-2
- [Maehly H., 1954] H. Maehly, Zur iterativen Auflösung algebraischer Gleichungen, *Z. Angew. Math. Phys.*, 5, 1954, pp. 260-263. Online ISSN: 1521-4001
- [Malinova A., 2009] A. Malinova, Design Approaches to Wrapping Native Legacy Codes, *Scientific Works, Plovdiv University "Paisii Hilendarski" - Mathematics*, vol. 36, no. 3, 2009. ISSN: 0204-5249
- [Markov S., 1989] S. Markov, N. Kjurkchiev, A method for solving algebraic equations, *Z. Angew. Math. Mech.*, Vol. 69, 1989, pp. 106-107. Online ISSN: 1521-4001
- [Mattison M., 1999] M. Mattison, J. Bosh, M. Fayad, Framework Integration Problems, Causes, Solutions, *Communications of ACM*, vol. 42, no. 10, pp. 81-87, Oct. 1999. ISSN:0001-0782, EISSN:1557-7317
- [McClure W., 2006] W. McClure, *Professional ADO.NET 2 Programming with SQL Server 2005, Oracle®, and MySQL®*. Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, Inc., 2006. ISBN-10: 0764584375, ISBN-13: 978-0764584374
- [Melancon B., 2011] B. Melancon, J. Luisi, K. Negyesi, *The Definitive Guide to Drupal 7*. Apress, 2011. ISBN-10: 1430231351, ISBN-13: 978-1430231356
- [Mercer D., 2006] D. Mercer, *Drupal Creating Blogs, Forums, Portals, and Community Websites*. Birmingham, USA: Packt Publishing, 2006. ISBN-10: 1904811809, ISBN-13: 978-1904811800
- [Microsoft Corp., 2012] Corp Microsoft. Microsoft .NET Framework, <http://www.microsoft.com/net/>.
- [Nachev M., 2007] M. Nachev, S. Stoyanov, SCORM Run-Time Environment (RTE) Implemented in an DeLC eLearning Node (in Bulgarian), *International Workshop Intelligent eLearning Services and Architectures: Problems and Perspectives*, Brezovo, 2007, pp. 74-87.
- [Nilsson J., 2006] J. Nilsson, *Applying Domain-Driven Design and Patterns: With Examples in C# and .NET*. Addison Wesley Professional, 2006. ISBN-10: 0321268202 ISBN-13: 978-0321268204
- [O'Brien J., 1997] J. O'Brien, *Introduction to Information Systems*. New York: McGraw-Hill / Irwin, 1997. ISBN: 0256118841; 0256156107 (International ed.).

- [Orchard, 2012a] Orchard, Orchard Project. [Online]. <http://orchardproject.net/>
- [Orchard, 2012b] Orchard. Orchard project at Codeplex. [Online]. <http://orchard.codeplex.com/>
- [Pamungkas B., 2009] B. Pamungkas, *ADempiere 3.4 ERP Solutions*. Packt Publishing, 2009. ISBN-10: 1847197264, ISBN-13: 978-1847197269
- [Paterson D., 2005] D. Paterson, *Building Websites with PHP-Nuke*. Packt Publishing, 2005. ISBN-10: 1904811051, ISBN-13: 978-1904811053
- [Pavlov N., 2006] Pavlov, N., Rahnev, A., Architecture and Design of Customer Support System using Microsoft .NET technologies, .NET Technologies 4th International Conference, May 29 – June 1 2006, Plzen, Czech Republic, Short Papers Proceedings ISBN 80-86943-11-9, pp 21-26.
- [Peacock M., 2007] M. Peacock, *Building Websites with TYPO3*. Packt Publishing, 2007. ISBN: 1847191118, ISBN-13: 978-1-847191-11-3
- [PHP Nuke, 2012] PHP Nuke, PHP Nuke - the future of the web. [Online]. <http://phpnuke.org/>
- [Rahnev A., 2005] A. Rahnev, N. Pavlov, O. Rahneva, Architecture & Design of Distributed Electronic Testing Cluster (DeTC) based on Microsoft .NET Framework, *IMAPS CS International Conference 2005*, Brno, 2005, pp. 417-422.
- [Rahneva O., 2004] O. Rahneva, A. Rahnev, N. Pavlov, Functional Workflow and Electronic Services In a Distributed Electronic Testing Cluster – DeTC, *Proceedings 2nd International Workshop on eServices and eLearning, Otto-von-Guericke Universitaet Magdeburg*, 2004, pp. 147-157.
- [Rammer I., 2005] I. Rammer, M. Szpuszta, *Advanced .NET Remoting*. New York, USA: Springer-Verlag, 2005. ISBN (pbk): 1-59059-417-7
- [Roys D., 2009] D. Roys, V. Babic, *Implementing Microsoft Dynamics NAV 2009*. Birmingham, USA: Pakt Publishing, 2008. ISBN: 9781847195821
- [Ruoyu S., 2011] S. Ruoyu, *Designing for XOOFS*. Sebastopol, USA: O'Reilly, 2011. ISBN: 978-1-449-30896-4
- [Sceppa D., 2012] D. Sceppa, *Programming Microsoft ADO.NET 4*. Redmond, USA: Microsoft Press, 2012. ISBN-10: 0735648018, ISBN-13: 978-0735648012
- [Schenker G., 2011] G. Schenker, *nHibernate 3.0 Beginner's Guide*. Birmingham, USA: Packt Publishing, 2011. ASIN: B005KRUI0K
- [Schmidt D., 1996] D. Schmidt, R. E. Johnson, and M. Fayad, Special Issue on Patterns and Pattern Languages, *The Communications of ACM*, vol. 39, no. 10, Oct. 1996. ISSN:0001-0782, EISSN:1557-7317
- [Schmidt D., 1997] D. C. Schmidt, Applying Design Patterns and Frameworks to Develop Object-Oriented Communication Software, *Handbook of Programming Languages*, vol. 1, 1997. ISBN-10: 1578700086, ISBN-13: 978-1578700080
- [Senn A., 1995] A. Senn, *Information Technology in Business: Principle, Practices, and Opportunities*. Prentice-Hall, 1995. ISBN-10: 0134849086, ISBN-13: 9780134849089
- [Silver T., 2007] T. Silver, *Joomla! Template Design*. Birmingham, USA: Packt Publishing, 2007. ISBN: 978-1-847191-44-1
- [Sinofsky S., 2011] S. Sinofsky, Build Windows. [Online]. <http://www.buildwindows.com/>
- [Snyder M., 2011] M. Snyder, J. Steger, *Step By Step Microsoft Dynamics CRM 2011*. Redmond, USA: Microsoft Press, 2011. ISBN: 978-0-7356-4890-6
- [Sommerville I., 2007] I. Sommerville, *Software Engineering, Eight Edition*. Addison Wesley Publishing Limited, 2007. ISBN: 0321313798
- [Stern H., 2010] H. Stern, D. Damstra, B. Williams, *Professional WordPress Design and Development*. Indiana: Wiley Publishing inc., 2010. ISBN-10: 0470560541, ISBN-13: 9780470560549
- [Stoyanov S., 2009a] S. Stoyanov, I. Ganchev, I. Popchev, M. O'Droma, Extended DeLC Approach for the Development of InfoStation-based eLearning Architectures, *The Second International Conference on Creativity and Innovation in Software Engineering (CISE'09 in association with IEEE and IFIP)*, Ravda (Nessebar), 2009.
- [Stoyanov S., 2009b] S. Stoyanov, I. Ganchev, M. O'Droma, H. Zedan, V. Valkanova, Agent-Oriented Middleware for Mobile eLearning Services, *33rd Annual IEEE*

- [Stoyanov S., 2010] *International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2009)*, Seattle, Washington, 2009, pp. 62-66. ISSN: 0730-3157, Print ISBN: 978-0-7695-3726-9, DOI: 10.1109/COMPSAC.2009.116
- [Stoyanov S., 2010] S. Stoyanov, I. Ganchev, I. Popchev, M. O'Droma, V. Valkanova, Agent-Oriented Middleware for InfoStation-based mLearning Intelligent Systems, *5th IEEE International Conference on Intelligent Systems IS'10*, London, 2010, pp. 91-95. E-ISBN: 978-1-4244-5164-7, Print ISBN: 978-1-4244-5163-0, DOI: 10.1109/IS.2010.5548397
- [Studebaker D., 2009] D. Studebaker, *Programming Microsoft Dynamics NAV 2009*. Birmingham, USA: Pakt Publishing, 2009. ISBN-10: 1847196527, ISBN-13: 9781847196521
- [Sujoy P., 2006] P. Sujoy, *Pro SQL Server 2005 Replication*. Apress, 2006. ISBN-10: 1590596501, ISBN-13: 978-1590596500
- [Tomlinson T., 2010] T. Tomlinson, *Beginning Drupal 7*. New York, USA: Apress, 2010. ISBN-10: 1430228598, ISBN-13: 978-1430228592
- [Traxinger M., 2010] M. Traxinger, *Microsoft Dynamics NAV 2009 Programming Cookbook*. Birmingham, USA: Pakt Publishing, 2010. ISBN-10: 1849680949, ISBN-13: 9781849680943
- [Troelsen A., 2010] A. Troelsen, *Pro C# 2010 and the .NET 4 Platform*. Apress, 2010. ISBN-10: 1430225491, ISBN-13: 978-1430225492
- [TYPO3, 2012] TYPO3 the Enterprise Open Source CMS. [Online]. <http://typo3.org/>
- [Umbraco, 2012] Umbraco, Umbraco - the Open Source ASP.NET CMS. [Online]. <http://umbraco.com/>
- [Valchanov N., 2010] N. Valchanov, A. Iliev, N. Kyurkchiev, On the critical points of Maehly - Aberth - Ehrlich method. Global convergence properties, in *Int. J. Pure Appl. Math.*, 2010, pp. 433-441. ISSN: 1311-8080 (printed version), ISSN: 1314-3395 (on-line version)
- [W3Techs, 2011] W3Techs, World Wide Web Technology Surveys. [Online]. <http://w3techs.com/>
- [Wagner B., 2010] B. Wagner, *Effective C#*. Addison-Wesley Professional, 2010. ISBN-10: 0-321-65870-1, ISBN-13: 978-0-321-65870-8
- [Wahlberg N., 2011] N. Wahlberg, P. Sterling, *Umbraco User's Guide*. Wiley Publishing, Inc., 2011. ISBN-10: 0-470-56082-7, ISBN-13: 978-0-470-56082-2
- [Walker S., 2009] S. Walker, B. Scarbeau, D. Hardy, S. Schultes, R. Morgan, *Professional DotNetNuke 5 Open Source Web Application Framework for ASP.NET*. Wiley Publishing, Inc., 2009. ISBN: 978-0-470-43870-1
- [Weierstrass K., 1967] K. Weierstrass, Neuer Beweis des Satzes, dass jede ganze rationale Funktion einer Veränderlichen dargestellt werden kann als ein Product aus linearen Funktionen derselben Veränderlichen, *Ges. Werke 3 (1903)*, 1967, pp. 251-269.
- [Whitten J.L., 1998] J. L. Whitten, L. D. Bentley, *Systems Analysis and Design Methods, 4th edition*. McGraw-Hill / Irwin, 1998. ISBN-10: 0-256-19906-X, ISBN-13: 978-0-256-19906-2
- [Witteman M., 2011] M. Witteman, G. Ables, *Microsoft Dynamics CRM 2011 Administration Bible*. Indianapolis, USA: Wiley Publishing, Inc., 2011. ISBN: 978-0-470-56814-9
- [XOOPS, 2012] XOOPS, XOOPS. Powered by You!. [Online]. <http://www.xoops.org/>
- [Yamagishi Y., 1996] Y. Yamagishi, Global convergence of the Durand-Kerner method applied to the equation  $z^3 = 0$ , *JCAM 70*, 1996, pp. 67-73. ISSN: 0377-0427, 5-Year Impact Factor: 1.298
- [Zh Ji., 2011] J. Zh, I. Ganchev, M. O'Droma, An iWBC Consumer Application for 'Always Best Connected and Best Served': Design and Implementation, in *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 2011, pp. 462-470. ISSN: 0098-3063, DOI: 10.1109/TCE.2011.5955180