

РЕЗЮМЕ

на научни постижения в публикации, представени в конкурс за академичната длъжност „професор“ по специалност 02.21.10 „Приложение на принципите и методите на кибернетиката в различни области на науката”, професионално направление 5.2. Електротехника, електроника и автоматика , обявен в ДВ бр. 7 от 24 януари 2014

от

доц. дтн. Красимира Петрова Стоилова

За конкурса са представени 30 научни публикации неучаствали в други процедури, от които 2 монографии, издадени от Академичното издателство на БАН „Проф. Марин Дринов”, 4 глави от книги в чужбина, 2 публикации в списания в чужбина, 5 на Международни конференции в чужбина, 7 в списания у нас, 10 на Международни конференции у нас.

1. Научни приноси

Разработен е неитеративен метод за координация с предсказване в йерархични системи за управление. Характерно за йерархичните системи е итеративният обмен на данни между йерархичните нива, които решават взаимосвързани оптимизационни задачи. Итеративността забавя получаването на крайното оптимално решение. Затова йерархичната формализация се използва за off-line приложения: off-line вземане на решения, проектиране, off-line решаване на оптимизационни задачи.

Методът на неитеративната координация цели да се намали информационния обмен между нивата в йерархичните системи. Той се основава на аналитични апроксимации на неявни екстремални функции, което позволява да се решават задачи на нелинейното математическо програмиране с по-малко изчислителни операции. Това позволява йерархичния подход да се прилага и при on-line приложения.

По метода на неитеративната координация са синтезирани формални модели в йерархични системи с две нива като се дефинират и решават взаимосвързани оптимизационни задачи (bi-level optimization problems). При формализацията са прилагани методите на декомпозиция и координация в йерархични системи.

Създадена е нова координираща стратегия в теорията на йерархичните системи, наречена ”неитеративна координация с предсказване”. Тя е приложима за определен клас задачи, за които благодарение на апроксимации и получаване на аналитични явни зависимости, се намалява многократния информационен обмен между нивата на йерархията [30], което ускорява намирането на решенията. С прилагане на метода на неитеративна координация са синтезирани алгоритми за йерархично управление с предсказване [1, 15, 19] и за координация

в дву-нивови йерархични системи [1, 14], което позволява приложения в реално време.

Вследствие от приложението на метода на неитеративна координация с предсказване са изведени аналитични зависимости за изчисляване на обратни числови квадратни матрици. Зависимостите позволяват определянето на обратната числова матрица да стане с по-малък брой изчисления в сравнение с известните методи за преобразование на Гаус, LU, QR, SVD декомпозиции. Изходната голяма матрица се декомпозира и в резултат се търсят обратни матрици с по-малка размерност, което улеснява изчисленията. Областта на приложение на изведените зависимости е за случаи когато са известни правата и обратна числови матрици. При модифициране на някои компоненти от правата матрица за намирането на новата модифицирана обратна матрица се прилагат изведените зависимости, като се използват обратни матрици с по-малки размерности, които се определят от компонентите на старата обратна матрица. Така не се изчислява нова обратна матрица с голяма размерност, а се използват известни части от старата обратна числова матрица. Оценени са изведените аналитични зависимости и ефективността на изчисленията в сравнение с известни алгоритми за намиране на обратни числови квадратни матрици [1, 5].

Методът на неитеративна координация с предсказване прилага по-малко изчислителни операции при решаване на оптимизационни задачи от линейно-квадратично програмиране с голяма размерност при ограничени изчислителни ресурси поради изведените явни аналитични зависимости на решенията на оптимизационните задачи [6, 15, 18]. В сравнение с числените алгоритми прилагани в MATLAB, по метода на неитеративната координация се постига по-бързо решение, което е предпоставка за прилагането на метода на неитеративната координация за управление на системи в "реално време". От допълнителното сравнение между неитеративна целева координация и неитеративна координация с предсказване следва предпочитание за втората стратегия при задачи за разпределение на ресурси [6, 21].

Методът на неитеративна координация е прилаган за управление на финансови инвестиции [3, 4, 11, 17], за управление на светофарни уредби и транспортни мрежи [7, 8, 9], за реализиране на информационни услуги в Интернет [2, 3, 13, 17, 18].

2. Научно – приложни приноси

2.1. Прилагане на йерархичен подход при управлението на обекти

Дефинирани са оптимизационни задачи и са разработени специализирани управляващи алгоритми за тяхното решаване, което позволява тези задачи да се прилагат за оптимално функциониране и вземане на решения в реално време.

- Задача за оптимално разпределение на инвеститорски ресурси

Дефинирана е нова дву-йерархична (bi-level) оптимизационна задача за портфейлна оптимизация, за чието решаване е прилаган метода на неитеративна

координация [3, 4, 11, 17]. Получаваното решение съдържа оптималните стойности на инвестицията по отделни активи и минималното отношение на Шарп риск/възвръщаемост, докато класическите методи на Шарп и Марковиц определят само оптималните стойности на инвестицията по ценни книги. Тази нова формулировка на задачата за портфейлна оптимизация позволява получаваното решение да има повече икономически параметри в сравнение с класическите портфейли на Марковиц и Шарп. На горното йерархично ниво се решава оптимизационна задача за определяне на минималното отношение риск/печалба при инвестирането. По такъв начин се избягва субективния фактор за вземане на решение както е в класическата постановка. На долното ниво се решава задачата за портфейлна оптимизация. Изведена е явна зависимост между риска и печалбата, благодарение на което се ускорява процеса за намиране на ефективната граница на портфолиото (което представлява съпътстващ проблем, който трябва да се реши като следствие от решаване на множество оптимизационни задачи).

- Задача за оптимално разпределение на транспортен трафик и управление на транспортни системи

Дефинирана е и е моделирана bi-level оптимизационна задача за управление на градски транспортен трафик. Задачата е решавана с метод на неитеративната координация [7, 8, 9]. Това позволява получаването на повече параметри като решения: цикъл на светофара и продължителност на зелената светлина, а не само продължителност на зелената светлина както е в известните оптимизационни задачи.

2.2. Прилагане на измервания на шума за управление на транспортни системи и светофарни кръстовища

Изведен е модел за влиянието на шума от транспортни потоци. Трафикът е регулиран посредством продължителността на светене на светофарни уредби като се удовлетворяват и екологични изисквания. Изведени са зависимости между динамиката на трафика и изменението на нивото на шума. Дефинирана е задача за изчисляване на зелената светлина на светофара при измерване на шумовото замърсяване. Тази нова задача позволява при управление на трафика да се измерва ниво на шума, което става лесно с технически средства в сравнение с прилаганите индуктивни кръгове. Вместо да се използват скъпи сензорни системи за отчитане на плътността на трафика, се прилагат звукови уредби (микрофони), които са по-прости технически системи, като се отчита интегрална оценка за шума. Акустичните измервания на шума от автомобилите са включени в затворен контур за управление на трафика за две свързани кръстовища. В зависимост от шумовото замърсяване на кръстовищата е променяна продължителността на светене на зелената светлина на светофара вследствие на получаваните решения чрез bi-level оптимизацията, така че се намаляват транспортните опашки и впоследствие замърсяването на въздуха и шума от автомобилите [7, 8, 9].

2.3. Приложение на принципите на кибернетиката за изграждане на *Autonomic Computing Systems*

Съществува изпреварване на развитието и разпространението на технологиите и закъснение в обслужването им от И/Т специалистите. Това противоречие между компетентността на обслужващия субективен фактор и техническите и информационни възможности на съвременните технологии се отразява в неефективна експлоатация на изчислителните компютърни системи.

За преодоляване на разсъгласуването между информационни технологии и обслужването им от човека вицепрезидентът на IBM Paul Horn подаде предупредителен сигнал към научната общност през 2001 г. Той предлага изграждане на компютърни системи, които се саморегулират по същия начин както това осигурява нервната система на човека. Оттогава се заговори за *autonomic computing* (няма превод на български език) – подход за самоуправление на компютърните системи без или с минимално участие на човека. Трябва да се разработят компютърни системи, в които да се приложат принципите на автоматичното управление, така че да се намали намесата на човека в тях [10, 12].

Идеята за *autonomic computing* е приложена за транспортни системи в изследвания на кандидата. Моделирана е система за управление на трафика, която удовлетворява два от четирите основни принципа на *autonomic* системите – само-оптимизация и само-конфигуриране [7, 8, 9]. Само-оптимизацията се осъществява посредством решаване на двунивови (*bi-level*) взаимосвързани оптимизационни задачи, в които се отчита шумовото замърсяване от опашките пред светофарите и чието решение е продължителността на светене на зеления сигнал на светофара. Само-конфигурирането представлява промяна на цикъла на светофара спрямо предварително дефинираната продължителност.

3. Приложни приноси

Една от перспективните съвременни области на изследвания е прилагането на теорията на управлението в информационни процеси. Решаването на някои проблеми за прилагане на теорията на управлението в информационни и бизнес процеси е представено в [10, 22, 23, 24].

Анализирани са възможностите за автоматизация и разработване на приложни решения за автоматизиране на информационни процеси и създаване на *Enterprise Resource Planning Systems (ERP)* [16].

Автоматизация е изпълнявана чрез *интегриране на Web услуги*. Създадени са алгоритмични и програмни решения за интегриране на информационни услуги.

- Реализирана е като информационна услуга сложна инвеститорска задача за портфейлна оптимизация. Услугата интегрира класически информационни технологии с решаване на оптимизационни задачи в реално време [2, 3]. Информационната услуга реализира функции, които обхващат интердисциплинарна област между икономическата теория на инвестирането, теорията на оптимизацията и технологичната област на информационните технологии. Резултатите са внедрявани в договори с Фонд Научни изследвания - България и със стопанска организация (4, 14, 38 от списъка с договори).

- Прилагани са съвременни информационни технологии като WSDL, UDDI, SOAP, BPEL при разработване на решения за интегриране на информационни услуги и реализиране на автоматизирани режими за информационни системи [20, 24, 27, 28, 29]. В [28] е направен обзор за развитието на средствата за автоматизиране на бизнес процеси. Представени са класификации на Workflow програмни средства по различни критерии. Workflow технологията е приложена за автоматизация на информационни и бизнес процеси. Особеността при тях е, че те не съдържат само чисто технически компоненти, но обединяват едновременно както човеко-машинните отношения, така и човешкия фактор. В [29] е представена технологичната архитектура на Workflow управляващите системи и илюстративен пример с различни аспекти на функционирането на Web сървър. В [27] е илюстрирано как Workflow технологията се прилага към академичната практика на изследователска организация. В [24] са дадени примери за решения за автоматизация на бизнес процеси базирани на Java и PHP.

Автоматизирането на информационни услуги е реализирано чрез интегриране на Web услуги на няколко Европейски държави и е приложено в проект VISP, финансиран от Европейската комисия по програма Информационно общество на FP6 (11 от списъка с договори). Разработките са внедрявани по договори с Изпълнителна агенция за малки и средни предприятия към Министерство на Икономиката (8, 12, 13 от списъка с договори).

- Концепцията за автоматизиране и интегриране на информационни услуги е прилагана и за интегриране на E-Learning съдържание [22, 23, 25, 26]. В [22] е анализирана възможността за използване на технологичен стек за автоматизация за информационни процеси с прилагане на съвременни информационни workflow технологии (работни потоци). Workflow технологията е предложена за автоматизация на информационни и обучителни процеси. Тя обединява утвърдени световни стандарти за автоматизация на информационни процеси каквито са платформите за редактиране (Active Webflow Designer, Enhydra JaWE и др.); за изпълнение (Execution Tools) на workflow продукти (BPEL, Enhydra Shark, Oracle BPEL Process Manager и др.); за едновременно редактиране и изпълнение (Active Webflow Designer, Active Webflow Standard, Enhydra JaWE, Enhydra Shark, BPEL и др.). Workflow технологията е приложена за реализиране на търсения в Интернет [23]. В [25, 26] е направен обзор на съществуващи съвременни технологии за електронно обучение и са дадени примери за платформи за електронно обучение, използвани от някои университети. Анализирана е възможността за интегриране на различни платформи и създаване на виртуални лаборатории за обучение. В [26] възможността за интегриране на услуги е илюстрирана с пример за технологично изпълнение на Web услуги.

Резюмета на научните публикации за конкурса

В [1] са изведени формални модели на неитеративна координация с предсказване в йерархични системи. Моделите са приложени при оптимизационни задачи за разпределение на ресурси в йерархични системи. Тези задачи са от класа на многонивовата йерархична оптимизация, при която ограниченията и/или целевата функция на задачата от долното йерархично ниво се параметризира от съответната йерархична задача от горното йерархично ниво и обратно. Изследванията се ограничават до йерархична оптимизация с две нива. Вследствие прилагането на неитеративната координация са изведени явни аналитични зависимости в двунивови йерархични системи за управление. Неитеративната координация с предсказване е разработена за различни видове оптимизационни задачи: задача за оптимизация от линейно-квадратичен общ вид; сепарабелна оптимизационна задача; линейно-квадратична оптимизационна задача от блочно-диагонален вид; линейно-квадратична оптимизационна задача с две подсистеми; линейно-квадратична оптимизационна задача при съществуващо ресурсно осигуряване; общ вид на изходната оптимизационна задача и добавяне на ресурси; сепарабелна изходна оптимизационна задача и добавяне на ресурси; блочно-диагонална задача от линейно-квадратичното програмиране и три подсистеми; блочно-диагонална задача от линейно-квадратичното програмиране и произволен брой подсистеми; общ вид на блочно-диагонална задача за оптимизация. Направено е сравнение между аналитично решение на оптимизационните задачи с прилагане на неитеративна целева координация и координация с предсказване. Направени са анализи и сравнения на изчислителните възможности на неитеративните координации – целева и координация с предсказване. Оценена е изчислителната ефективност на изведените резултати от прилагането на неитеративната координация като е изследвано влиянието на размерността на задачата, броя на ограниченията, обема на изчислителните операции при решаване на оптимизационни задачи в зависимост от броя на подсистемите. Неитеративната координация с предсказване е приложена за рекурсивна оптимизация на нелинейни задачи от изпъкналото програмиране. Така е разширена областта на приложение на метода на неитеративната координация и за случаите на итеративно решаване на оптимизационни задачи. Оценена е изчислителната ефективност на неитеративната координация с предсказване като е направено сравнение с MATLAB и целевата неитеративна координация. Неитеративната координация с предсказване е приложена в няколко практически случая за управление. Оценена е ефективността на неитеративната координация с предсказване в разработените модели и приложения.

В [2] са представени резултати от изследвания по анализа, моделирането и оптимизирането на информационна услуга в глобалната мрежа, предназначена да обслужва инвестиционен процес и вземане на решение в реално време. Такава информационна услуга е реализирана за портфейлна оптимизация за финансови инвестиции. В монографията са разработвани задачите:

- Анализиране на закономерности при разработване и експлоатация на информационни услуги в режимите на работа във WAN;
- Създаване на ситемно-алгоритмичен модел, формализиращ технологичното програмно разнообразие при реализиране на

информационните услуги и режимите на работа на информационни системи;

- Разработване на информационна услуга портфейлна оптимизация за оптимизиране на финансови инвестиционни решения-финансова консултация;
- Експериментиране и оценка на пригодността на разработената информационна система за портфейлна оптимизация като информационна услуга в Интернет.

В [3] са описани основните етапи от разработването на система, поддържаща вземане на решения при портфейлна оптимизация в Интернет. Представени са системни и алгоритмични модели, използвани за създаване на информационни услуги в Интернет. Портфолио оптимизационните задачи са решени по неитеративен начин за ускоряване на изчисленията. Реализирана е електронна интелигентност чрез интегриране на три области: теория на портфейла, теория на нелинейното програмиране и информационни технологии.

В [4] портфейлната оптимизационна теория е разгледана в аспект на оптимално разпределение на ресурси, каквито са набора от ценни книги, налични на капиталовия пазар. Процесът на инвестиране е задача за максимизиране на печалбата от портфолиото и минимизиране на риска от инвестирането. Търсен е баланс за интегриране на риска и печалбата от портфолиото в скаларен критерий за управление на риска посредством йерархично управление. От горното йерархично ниво се определят инвеститорските предпочитания, които влияят на решаването на задачите от долно йерархично ниво, където се определят оптималните стойности на портфейлните инвестиции.

В [5] е разработен декомпозиционен подход за изчисляване на обратни симетрични квадратни числови матрици. Приложени са резултати от неитеративната координация с предсказване, където се получени аналитични зависимости за класа задачи от линейно-квадратичното програмиране от блочно-диагонален тип. Тези аналитични зависимости определят връзката между правата и обратна матрици. Това позволява да се намали обема на изчислителните операции и да се ускори намирането на обратната матрица. Доказана е изчислителната ефективност на изведените аналитични зависимости.

В [6] задачата за разпределение на ресурси е решавана чрез йерархичен подход. Приложена е неитеративната координация с предсказване като е правено сравнение с прилагане на неитеративна целева координация. В резултат на анализа е дадено предпочитание на неитеративната координация с предсказване.

В [7] е приложен йерархичен подход при управлението на транспортна система. Интегрирани са оптимизационни задачи за реализиране на някои принципи на autoptic системите при функционирането на градски транспорт. Йерархичният подход позволява разширяване на оптимизационния спектър на сложни взаимосвързани задачи чрез включване на повече параметри за управление

на трафика в сравнение с известните до момента решения. Предимствата на йерархичния подход са оценени за градска транспортна мрежа от свързани кръстовища.

В [8] определянето на опашките от коли пред кръстовище е извършено чрез акустични измервания, включени в затворен контур за управление на светофарни уредби. Процесът на управление е адаптивен в зависимост от нестационарните транспортни условия. По такъв начин се постига както оптимално управление на светофарите, така и се удовлетворяват изискванията за опазване на околната среда – намалява се шума и замърсяванията на въздуха от задръстванията от трафика. Направени са сравнения за шумовите замърсявания с и без прилагане на подхода за управление като е доказана ефективността му.

В [9] е разработен двунивов (bi-level) модел за управление на градска транспортна мрежа от две свързани кръстовища. Този модел позволява аргументите на оптимизационната задача да се увеличат като се отчита както продължителността на светене на зелената светлина на светофарите, така и продължителността на циклите на светофарите. Резултатите са приложени за артериална мрежа, където са изведени аналитични отношения за решаването на оптимизационни задачи с по-малки размерности, илюстрирано с пример. Понастоящем, за да се променят горните два параметъра за управление, се налага последователно решаване на съответни две оптимизационни задачи, което е свързано с определено време и генериране на закъснения. Чрез йерархичния подход се отчитат едновременно и двата фактора в зависимост от състоянието на трафика.

В [10] е развита идеята за *autonomic computing* с основните функционалности: самооптимизиране; самовъзстановяване от извънредни събития; самозащита; адаптиране спрямо ресурсите и взаимодействие с другите системи; съществуване в разнородна среда с прилагане на отворени стандарти; прогнозиране на оптимални ресурси за качествено обслужване. Направен е обзор на реализирани системи, прилагачи някои принципи на *autonomic computing*. Направен е извод за прилагане на теорията на автоматичното управление, която притежава силен количествен формален апарат за управление и адаптация като средство за удовлетворяване на изискванията за *autonomic computing* на системите.

В [11] е приложена двунивова (bi-level) оптимизация за портфолио моделиране. Разработено е оптимално разпределение на ресурсите за набор от ценни книги, налични на финансовия пазар посредством решаване на йерархична оптимизационна задача, целяща максимизиране на печалбата и минимизиране на риска от инвестициите. Прилага се йерархична координация при решаване на bi-level оптимизационна задача, формализираща процеса на инвестиране. На горно йерархично ниво се решава оптимизационна задача за намиране на оптималното отношение на Шарп (риск спрямо печалба). На долното йерархично ниво се определя оптималния портфейл. Илюстрирано е решение на bi-level задачата за 21 вида ценни книги, търгувани на Софийска Фондова Бурса за една година.

Решенията са оценявани за различен диапазон на изменение на граничните условия на търсеното решение.

В [12] са разработени модели с прилагане на теорията на управлението и на йерархични системи като формални апарати за проектиране на autonomic системи. Прилагана е Неитеративна координация, която позволява да се извърши on-line адаптация към промените на поведението на системата.

В [13] са представени архитектурни решения за реализиране на услуги в Интернет. Създаването на информационни услуги със сложна функционалност и интелигентност налага разработване на нова програмна архитектура от страна на сървъра. Разработена е нова архитектура с 4 йерархични нива за реализиране на портфейлната оптимизация като Интернет информационна услуга. Проектирането е в резултат на удовлетворяването на изискванията на няколко предметни области-финансови инвестиции, теория на оптимизацията и информационни технологии.

В [14] са изведени математическите основи на двете основни координиращи стратегии в йерархични системи: целева координация и координация с предсказване. Анализирани са особеностите на неитеративната целева координация и координация с предсказване в йерархични системи. Анализирани са особеностите им и е направен сравнителен анализ по отношение на приложимостта им в реално време. От сравнението се дава предпочитание на Неитеративната координация с предсказване, тъй като ускорява процеса на разпределение на ресурси вследствие на по-малък обем изчисления от прилагана декомпозиция.

В [15] Неитеративната координация с предсказване е представена като инструмент, ускоряващ процеса на управление и разпределянето на ресурси заради прилагането на декомпозиционен подход. Тази стратегия осигурява намаляване на информационния обмен между йерархичните нива, което е предпоставка за on-line приложения на йерархичното управление. Направен е сравнителен анализ между неитеративната координация с предсказване и алгоритъма на квадратично програмиране, вграден в MATLAB. Резултатите илюстрират преимущества на неитеративната координация с предсказване, което определя приложимост за управление в реално време.

В [16] е направен анализ на основните функции на ERP (Enterprise Resource Planning) системи. В ERP системите се интегрират функциите на всички фирмени подразделения и отдели в единна информационна система. Представен е обзор за развитието на тези системи, развитието на техните функционалности и технологични компоненти, които ги съставят.

В [17] процесът за вземане на решения за оптимизиране на инвестиции от финансови активи е представен като двунивова оптимизационна система. Приложен е двунивов (bi-level) подход за решаване на задачата за портфолио оптимизация. Дефинирана е задачата за портфейлна оптимизация и е направен аналитичен анализ за намиране на ефективната граница на портфолиото. Оценени

са изчислителните усилия за намиране на ефективната граница на портфолиото посредством класическата постановка и прилагането на неитеративна координация. Намерени са явни аналитични зависимости за отношението между риска и печалбата при инвестирането. Оценени са изчислителните усилия при различни начини за определяне на основните параметри при портфолио оптимизацията. Резултатите показват, че портфолио оптимизацията може да се реализира като двунивова (bi-level) йерархична оптимизационна задача.

В [18] е разработена идеята за неитеративна координация на базата на рекурсивен числен алгоритъм. Определени са изискванията за сходимост на алгоритъма. В статията се доказва ефективността на неитеративната координация посредством решаването на оптимизационна задача от линейно-квадратичното програмиране като е оценявано влиянието на размерността на задачата, броя на ограниченията и броя на подсистемите на йерархичната система. Илюстрирано е предимството на неитеративната координация с предсказване в сравнение с вградените в MATLAB алгоритми за решаване на подобни задачи, което с нарастване на броя на подсистемите има по-силен ефект.

В [19] и съответния превод на статията на английски [19a] се разработва неитеративната координация с двете основни координиращи стратегии – целева и координация с предсказване. Приложени са апроксимации на съществуващите неявни функции, което позволява определяне на явни аналитични решения на задачите за оптимизация, решавани на отделните йерархични нива. Това позволява координацията да се извърши без итерации, което ускорява намирането на решения в йерархичната система и има възможност да се реагира оперативно на изменението на околната среда и смущенията.

В [20] е направено сравнение на програмни продукти за работни потоци (workflow software products). Работата е свързана с проекта VISP, за който трябваше да се оценят предлаганите на пазара програмни продукти за автоматизация на бизнес процеси. Налице е множество от такива програмни средства с различни характеристики, което затруднява тяхната оценка. Допълнително затруднение произтича от вземането на решение за оценки, направени от различни експерти с различна квалификация. В статията е разработен подход с аналитичен модел за оценка на програмни продукти, целящ минимизиране на грешката при оценяването. Критериите за оценка на програмните продукти са базирани на утвърден в света стандарт за качество на програмните продукти. Моделът за вземане на решение е илюстриран за 134 програмни продукта на базата на 6 критерия. Взетото решение е приложено при разработване на международния проект (удачността му е доказана впоследствие при изпълнение на проекта).

В [21] се разглеждат проблеми мотивирани от от оптималното разпределение на хетерогенни (векторни) ресурси в задача за оптимизация в двунивова йерархична система. Дефинирана е минимаксна координираща задача, за която са разработени условията за оптималност. Разработен е алгоритъм за разпределение на ресурси като е намален обмена на информация между нивата на

Йерархичната система посредством прилагане на стратегия за неитеративна координация с предсказване. Тя се основава на линейна апроксимация на задачите на подсистемите и квадратична апроксимация на координиращата задача. Направено е сравнение между неитеративната координация и MATLAB алгоритмите за решаване на този клас задачи и е получено намаляване на изчислителните усилия при прилагания йерархичен подход.

В [22] се разглеждат технологии за интегриране на съдържание за електронно обучение, което е в основата на съвременната тенденция за изграждане на електронни услуги. Представени са основните характеристики съвременни стандарти и използването им в съвкупност за реализиране на услуги в интернет. Като средство за автоматизиране на информационни процеси е избрана workflow технологията.

В [23] е дискутиран проблема за Web услуги. Анализирани са технологии за търсения и интегриране на данни в Интернет. Web услугите са идентифицирани като технологии за обединяване на разпределени функционалности и данни.

В [24] са представени технологии за разработване и автоматизиране на бизнес информационни процеси. Технологичните решения се определят от архитектурата и системните решения за проектиране на информационните услуги. Представена е SOA (System Object Architecture) архитектура и реализиране на Web услуга. Предложени са съответните програмна среда и програмни решения. Анализирани са функционалностите на програмните средства.

В [25] са анализирани виртуални платформи за обучение, съществуващи стандарти за създаване на Web услуги, концепции за интегриране на услуги, съвременни технологии за интегриране на функционалности и добри известни практики за електронно обучение.

В [26] са представени технологични решения за интегриране на обучително съдържание. Разгледани са концепции за интегриране на ресурси и средства за обучение в Интернет пространството. Представена е програмна реализация на РНР от страна на сървъра за реализиране на Web услуга. Дефинирани са отделените технологии, които се прилагат за реализиране на Web услуга като са отчетени взаимодействията клиент-сървър, организирането на заявка, обработка на данни, протоколи за комуникация и връщането на обработената информация към клиента.

В [27] workflow технологията е представена като инструмент за автоматизация на бизнес процеси. Последните се характеризират с това, че не съдържат само технически компоненти, а интегрират човеко-машинни отношения и взаимодействия, които не се автоматизират. Приложен е един от начините за автоматизиране на информационни процеси - хореографски подход за автоматизиране на заявки на примера на цитиране на научни публикации. Архитектурата на услугата „Научно цитиране” е създадена с прилагане на workflow технологията Enhydra Java Workflow Editor (JaWE) чрез три йерархични слоя и е

представено тяхното съдържание. Моделирана е услугата „научно цитиране“ посредством Epubda платформа като са илюстрирани основния модел от ниво „процес“, под-процес „търсене“ и изпълнението на услугата. Така е автоматизиран процеса за цитиране като са интегрирани две услуги – представяне на доклади по Интернет и откриването на цитати. Интегрирането е реализирано чрез workflow автоматизирана система.

В [28] е направен обзор на workflow технологии за автоматизация на бизнес процеси. Направени са класификации на програмни продукти, поддържащи моделиращи и изпълнителски функционалности на workflow автоматизирани информационни системи по различни критерии.

В [29] е представена автоматизация на бизнес процеси на примера на i-Flow Interstage Business Platform. Разгледани са различни аспекти на workflow автоматизираната информационна система.

В [30] са изследвания условия за сходимост при нелинейна оптимизация с прилагане на неитеративна координация с предсказване. В резултат на апроксимациите са получени аналитични решения на взаимосвързаните оптимизационни задачи от йерархичните нива на системата. Това допринася за по-бързото намиране на търсените решения с намалени изчислителни усилия.

Насоки за бъдеща работа

- Развитие на метода на неитеративната координация и прилагането му при зависимости с неравенства, повече йерархични нива и извеждане на алгоритми за бързо решаване на такъв клас задачи.
- Приложение на дву-йерархични (bi-level) и с повече нива (multilevel) оптимизации в различни области - комуникации, транспортни, енергийни и др. системи.
- Моделиране на транспортни потоци с използване на очакваната в близко бъдеще техника и програмно осигуряване, предоставено по проект АСОМІN, разработван в ИИКТ-БАН.
- Търсене на решения за реализиране на концепцията за Autonomic функциониране на сложни системи. Текуща работа по тези цели се изпълнява в проектите на Европейската комисия по програма COST:
 - TUD 1102 „Towards Autonomic Road Transport Support Systems”, 2011-2015
 - TUD 1302 „Satellite Positioning Performance Assessment for Road Transport (SaPPART)”, 2013-2017.

20 март 2014