

ТРИСТРАННО ПАРТНЬОРСТВО В ОБУЧЕНИЕТО ПО СОФТУЕРНИ ТЕХНОЛОГИИ – ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА И РЕЗУЛТАТИ

Нели Манева¹, Красимир Манев²

¹ ИМИ – БАН, neman@math.bas.bg

² ФМИ – СУ, manev@fmi-uni.sofia.bg

Резюме: Статията представя един подход за подобряване на качеството на обучението по софтуерни технологии, интегриращ усилията на представители от три области – образование, наука и бизнес. Дадени са същността и основните принципи на подхода, базиран на систематична методология. Вграденият в нея формален метод – сравнителният анализ – е описан накратко и използването му е илюстрирано с примери за разглежданите проблеми и получените резултати. Коментирани са предизвикателствата и ползите за всеки партньор и някои възможни насоки за по-нататъшно развитие на идеята за такова тристранно сътрудничество.

Ключови думи: софтуерни технологии, университетско обучение по СТ, сравнителен анализ, тристранно сътрудничество

1. Въведение

С повишаване на социалната роля на софтуера в наши дни се засилва и интересът към нивото на подготовка на създателите му. Качеството на обучението по Софтуерни технологии (СТ) често е предмет на обсъждане на специално организирани дискусии и/или неформални сбирки. В случаите, в които са участвали представители и на трите сфери – наука, образование и бизнес, установихме, че се наблюдава т.нар. казуална атрибуция (приписване на причинност). Според тази теория на социалната психология [3] общуващите търсят причините за поведението на останалите, като обикновено приписват на себе си заслугите за успехи, а при неуспех са склонни да посочват само външни причини и други виновници. Ясно е, че преобладаващите оплаквания, негативни констатации и отправяне на взаимни обвинения по същество не водят до подобряване на положението и трябва да се потърсят по-ефикасни подходи.

Проучвайки някои добри европейски и национални практики и интегрирайки усилията на подбрани и добронамерени участници, се опитахме да разработим и осъществим конструктивен, „3 в 1“ подход към обучението по СТ. В част 2 на настоящата статия са представени основните принципи на подхода и реализацията им. В част 3 са описани резултатите от експерименталното му

прилагане в рамките на консорциум, създаден за изпълнение на конкретен договор. В Заключението се обобщават ползите от реализираното взаимно-изгодно партньорство и се споменават някои нерешени засега проблеми, които се нуждаят от по-нататъшно изследване.

2. Същност и основни принципи на подхода

През декември 2010г. във връзка с изпълнението на договор с ФНИ на тема „Автоматизирано извличане на бизнес-правила от програмен код“ беше създаден консорциум с участието на преподаватели от ФМИ – СУ, учени от ИМИ – БАН и разработчици от софтуерната фирма Мусала Софт. Още в началото на проекта възникна идеята да използваме потенциала на тристранното партньорство и в обучението по софтуерни технологии.

2.1. Стартиране на експеримента

Сформирахме екип с добронамерени представители от трите институции, мотивирани да отделят време и да съдействат в съответствие с компетенциите си за повишаване на качеството на обучението по СТ.

Проучването ни показва, че има много примери за успешно **двустранно** сътрудничество. Такова сътрудничество имаше между научни и образователни институции в създадените през 70-те години на миналия век Единни центрове за наука и подготовка на кадри, разформироваани най-вече поради лошо мениджиране и неправилно целеполагане. Понастоящем съществуват множество рамкови споразумения между институти на БАН и университети. Например, само ИМИ на БАН има такива споразумения с НБУ, ЮЗУ, ВТУ, БСУ, РУ, Стопанска академия – Свищов и ТУ. От години ИМИ си сътрудничи и с различни софтуерни фирми и въпреки че няма официално подписани договори, резултатите са обнадеждаващи. Вероятно има и други успешни двустранни партньорства между научни институции, софтуерни фирми и университети, но не успяхме да открием обобщени публични данни за организационните, финансовите и концептуални принципи и резултати от такива партньорства.

Предлаганият от нас подход е за **тристранно** партньорство, основано на:

- приемане и споделяне на общи цели и доброволно участие със специфичните за всяка страна компетенции;
- взаимно-изгодно сътрудничество с ясно регламентиране на задачите и отговорностите на всеки участник;
- прилагане на систематична, научно-обоснована и валидирана методология.

2.2. Реализация

След обсъждане в работната група се прие, че обучението по СТ трябва да се планира и осъществява с отчитане на следните **фактори**:

- Повсеместното използване на компютрите в съвременното общество поставя нови, по-високи изискванията към квалификацията на специалистите, създаващи софтуер за тях. Базовото обучение в университетите трябва да е солидна основа за неизбежното учене през целия живот (Long Life Learning) [1], съпътстващо целия професионален живот на софтуеристите.
- Присъщата на СТ интердисциплинарност все повече се разширява, като в екипите се включват специалисти с различно образование, квалификация и опит. Сегашните сложни софтуерни проекти се реализират вече не само с активното участие на експерти от приложната област, но и с привличане на учени, без които не могат да се решат някои трудни алгоритмични, методологически или технологични проблеми. У студентите трябва да се изградят устойчиви нагласи за мощта на научното знание и полезността от трансферирането му в практиката.
- Съвременният софтуерен бизнес се интензифицира и глобализира, като за оцеляването му в условията на финансова криза започват да се прилагат нови управленски и технологични подходи. Споделянето на добри практики, представянето на особеностите на „горещи“ приложни области и формулирането на изисквания за очаквани знания и умения при завършване, могат да определят съдържанието на специализирани курсове, практикуми и дипломни работи и да мотивират допълнително студентите за участие в стажове и съвместни проекти.

В съответствие със споменатите по-горе принципи, започнахме с определяне на задълженията на всеки член на екипа. Преподавателят по софтуерни технологии формулира някои (изглеждащи решими) проблеми и конкретни предложения за подпомагане на учебния процес. Така другите участници от научния институт и ФМИ се включиха в избора на теми за реферати, свързани с иновационни софтуерни технологии. Партньорите ни от бизнеса се ангажираха с изнасяне на лекции за съвременните тенденции в софтуерната индустрия, с ръководене на студентски екипи в Практикума по СТ и задаване на теми за курсови и дипломни работи.

За систематична методология, която да бъде следвана, избрахме описаната в [5] методология INSPIRE, интегрираща един формален метод за сравнителен анализ с доказани добри практики в областта. Основните характеристики на методологията са кодирани в името ѝ, което е абrevиатура от **I**ncremental, **N**eat, **S**calable, **P**ermanent, **I**ntegrated, **R**ight и **E**stimable.

Считаме, че методологията е подходяща за случая, защото е валидирана и теоретично, и експериментално. Тя беше успешно приложена за няколко различни по обхват и сложност дейности в СТ – подобряване на качеството на софтуера, осигуряване на ползваемостта, моделиране на обекти в СТ и обучението по информатика за начинаещи.

Подробно описание на характеристиките на методологията може да се намери в [5]. Тук само ще споменем конкретния смисъл на тези характеристики за настоящото ѝ използване. Същността на постепенно нарастващото (**Incremental**) прилагане е в началото да се изберат само няколко дейности, които да са обект на изследване, а след оценяването на ефективността им, да се добавят нови. В този случай като цели дейности избрахме осъвременяване на лекционния курс по СТ, организация на Практикума към курса и възлагане на курсови и дипломни работи. Изискването за простота (**Neat**) тук се удовлетворява с избор на осъществима цел, която да може да се постигне с настроеваеми по обхват и постепенно усложняващи се (**Scalable**), постоянни във времето (**Permanent**) планирани действия. Те бяха подбрани така, че да се допълват взаимно – т.е. да се реализира интегриран (**Integrated**) подход. Подходът се реализира от квалифицирани специалисти (**Right**) и успешността му може да се проследява с прилагане на сравнителния анализ за подходящо избрани измерими индикатори, като се удовлетворява изискването за обективно оценяване (**Estimable**).

Методологията е проектирана като гъвкава и целенасочена и всяко нейно използване е свързано с определяне на конкретни задачи, така че да се постигне поставената цел. Следвайки дадените в [5] препоръчителните стъпки от процедурата за прилагането ѝ, в това начинание започнахме с определяне на целта: **повишаване на качеството на обучение по СТ** с участие на софтуерни специалисти от различни институции, с различни гледни точки към обучението и различни по съдържание и начин на формиране знания и опит. Направихме план за действие, описващ задачите, отговорниците и срокове за изпълнението им. Детайлното описание на конкретните задачи е извън обхвата на тази статия. Тук само ще споменем онези от тях, за които използвахме една формална техника, доколкото прилагането ѝ може да е полезно за подобряване на обучението и по други компютърни специалности.

2.2.1. СА в процеса за подобряване на обучението по СТ

Ще припомним накратко същността на метода на Сравнителния анализ (СА) [5]. Най-общо казано, той подпомага вземането на решение в определени, идентифицирани като важни ситуации. В зависимост от поръчващия анализа (наричан Потребител) и от дефинирания му проблем, се определя контекстът на провеждания СА, чрез описване на **ситуация** със следните елементи:

Ситуация = {гледна точка, цел, обект, конкуренти, задача, ниво},

където **гледната точка** представя ролята на Потребителя; **целта** може да е характеризирание, оценяване, прогнозиране или всяка друга, зададена от Потребителя; **обектът** е изследваният продукт, процес или ресурс; **конкурентите** описват сравняваните обекти; **задачата** може да е определяне на обекта с най-висока стойност на измереното качество, подреждане на конкурентите по качество или класифицирането им в зададени класове; **нивото** определя сложността на провеждания анализ в зависимост от значимостта на решавания проблем и отделните за това ресурси.

В проведените експерименти използвахме СА за следните задачи:

- Сравняване на темите от базовата част от курса (т.нар. body of knowledge), за да се определи значението и обхвата на представянето им с отчитане на различни гледни точки за полезността им;
- Определяне на темите, с които да бъде разширен тематичният обхват на курса по СТ в частта му Съвременни тенденции;
- Сравняване на формите за текущо оценяване с цел избиране на две от тях, най-подходящи за постигане на поставените дидактични цели;
- Ранжиране на предложените от представители на бизнеса задания за учебни проекти, които да бъдат реализирани от студентски екипи в рамките на Практикум по СТ.
- Подреждане на членовете на всеки екип за учебен проект въз основа на три групи характеристики – професионални знания, специфични умения (soft skills) и практически опит. Така за ръководител на проекта се избира студентът, получил най-висока комплексна оценка, а разпределението на задълженията се прави с отчитане на оценките на отделните характеристики.

Подготвихме провеждането на Сравнителния анализ за описаните по-горе задачи. При моделирането на оценяваните обекти “тема” и “форма на оценяване” се спряхме на прост линеен модел с избрани характеристики на качеството, оценявани по скала от 1 до 10 (най-висока). В задачата за избор на ръководител на екип използвахме йерархичен модел на обекта “студент”. Провеждането на СА стана с различни варианти на стандартната ситуация, като стойностите на следните елементи, определящи ситуацията, бяха едни и същи, а именно:

<цел> – оценяване

<обект> – в зависимост от задачата – лекционна тема, форма на текущ контрол, задание за учебен софтуерен проект, студент

<задача> – ранжиране

<ниво> – просто

Останалите два елемента, задължителни за определяне на ситуация, бяха с променливи стойности. За елемента <гледна точка> бяха разглеждани варианти с четири стойности: на провеждащия обучението, на представители на софтуерния бизнес, на научни работници от областта и на обучаемите студенти. За <конкуренти> беше избрано множество от обекти, идентифицирани по време на дискусии в работната група като подходящи за сравняване. В процедурата за оценяване на всеки обект се използваха различни теглови коефициенти за избраните характеристики на качеството, чрез което се постигаше настройване на провеждания анализ към контекста, определен от конкретно разглежданата ситуация.

2.2.2. Резултати от проучванията

Ще се спрем накратко на получените резултати за всяка от поставените задачи.

А. Сравняване на теми от базовата част от курса и от частта Съвременни тенденции в СТ

В този случай за оценяване на всяка тема избрахме три равностойни характеристики: **ползност**, **валидираност** и **приложимост**, които бяха оценявани чрез въпросник от четири различни гледни точки – на преподавател, на изследовател в областта на СТ, на действащ софтуерен инженер и на вече работещ студент-магистър, обучаван по такава учебна програма. Въз основа на направените оценки за всяка характеристика и за темите като цяло, с прилагане на метода на Андерсън, бяха получени два сортирани списъка, които ще се анализират с цел осъвременяване на курса.

За първата съвкупност от теми за базовата част на курса, за класираната на предпоследно място тема “Софтуерни метрики”, се обмисля преработване, а последната тема “Модел СОСОМО на Боем”, най-вероятно ще отпадне.

След обсъждане в работната група и съобразяване със съдържанието на [7], съставихме втората съвкупност от теми, от които да се изберат няколко за разширяване на тематичния обхват на курса по СТ в частта му Съвременни тенденции. В резултат на проведения СА най-висок рейтинг получиха темите “Иновации в софтуерния бизнес”, “Правни аспекти на разработването и разпространението на софтуер” и “Гъвкави методологии в СТ”. Предстои разработването на лекции по тези теми и включването им в курса по СТ.

Б. Сравняване на форми за текущо оценяване, така че да се изберат най-подходящите за постигане на поставените дидактични цели.

За обекта «форма за текущо оценяване» избрахме две равностойни характеристики: **успешност** (effectiveness) т.е. дали се получават исканите резултати в съответствие с поставените цели и **икономичност** (efficiency) – с отчитане на вложените ресурси като време, усилия и материали. Оценяването

се извърши от две гледни точки – на преподавателя и на студент-магистър, преминал през такова оценяване. Бяха проведени три експеримента с различни съвкупности от сравнявани форми, дефинирани в зависимост от броя на обучаваните студенти (25 в единия случай и 200 в другия) и вида на курса – лекционен или практически. В случая от 25 обучавани студенти избраните форми за текущ контрол за лекционния курс бяха Контролно и Реферат, а за практикума – екипно разработване на учебен софтуерен проект. В случая на 200 обучавани студенти за форма на текущ контрол в лекционния курс беше избран Тест (с 2 въпроса за избор измежду посочени отговори и 8 въпроса с отворени отговори), провеждан двукратно в средата и в края на семестъра. По регламент, при средна оценка от тестовете поне 4.5 и желание на студента той се освобождава от изпит, което се оказа добър мотивиращ фактор, осигурил преглеждане и учене на преподавания материал в рамките на семестъра..

В. Сравняване на предложени от представители на бизнеса задания за учебни проекти за Практикум по СТ.

За обекта «задание за учебен проект» избрахме три равностойни характеристики: **актуалност, технологична сложност и полезност**, които бяха оценявани чрез въпросник от четири различни гледни точки – на преподавател, на учен в областта на СТ, на действащ софтуерен инженер и на вече работещ студент-магистър, участвал като бакалавър в такъв практикум.

От предложените 4 задания бяха избрани следните две: “Интернет-базиран Органайзер” и “Мобилно приложение за работа със социални мрежи”.

Г. Избор на ръководител на екипа за учебен проект

За обекта «участник в екип за учебен проект» въз основа на създадения от нас базов модел за обучаем информатик и предишни наши изследвания за т.нар. soft skills за софтуерния персонал [6], построихме йерархичен модел с три фактора: **психологически качества, базови знания и умения и практически опит**. Те бяха допълнително декомпозирани на свързани с тях критерии, както следва:

За фактор психологически качества:

- K11 – да са когнитивно адаптивни;*
- K12 – да имат конструктивно мислене;*
- K13 – да могат да се самоорганизират;*
- K14 – да имат устойчива психика;*
- K15 – да могат бързо да се съсредоточават.*

За фактор базови знания

- K21 – да имат добра информатична подготовка;*
- K22 – да имат добра математическа подготовка;*
- K23 – да владеят английски език (поне за четене и разбиране).*

За фактор умения за софтуерни специалисти и опит

K31 – да имат добри комуникативни умения;

K32 – да могат да работят в екип;

K33 – да могат да убеждават и преговарят;

K34 – да имат практически опит от работа в софтуерна фирма..

Всички характеристики бяха оценявани чрез въпросници от четири различни гледни точки – на преподавател, на изследовател в областта на СТ, на действащ софтуерен инженер и на вече работещ студент-магистър, участвал в такъв практикум. Всеки оценяващ избираше подходящите според него теглови коефициенти както за факторите, така и за съответните критерии. В този случай, чрез оценяване на всеки член на екипа и задача на СА за избор на комплексно най-добър студент, бяха избрани ръководителите на учебните проекти, разработвани в практическите части на курса по СТ.

3. Предизвикателства на подхода и ползи от прилагането му

Една година след възникване на идеята за тристранно партньорство за целите на подобряване на обучението по СТ, можем да оценим направеното, за да решим дали и как продължаваме.

Стремейки се към систематичен подход и следвайки добри мениджърски практики, в началото се опитахме да изясним какви са:

- потенциалните ползи за всяка от страните и как целенасочено да бъдат постигнати;
- възможните рискове и как могат да бъдат управляемо избегнати.

Мотивирането на участниците започна с убеждаване и създаване на положителна нагласа, че при определяне на значима за всички участници цел, чрез обмен на мнения, знания и професионално „know-how“, може да се осъществи взаимно-изгодно сътрудничество – доказан фактор за успех на всяка инициатива.

Като очаквани проблеми още в началото бяха идентифицирани някои чисто организационни (намиране на удобно за всички време за срещи и поддържане на ефективна връзка) и психологично-комуникационни: в екипи от участници с изяви лидерски качества и висока самооценка за интелектуално и професионално ниво, обикновено трудно се постига консенсус при обсъжданията и ефикасност на работа. За справяне с първия проблем решихме да се минимизира броя на срещите, изискващи лично присъствие, като преобладаващо комуникацията да е през Интернет (чрез имейли и Скайп), с регламентиране на допустимото забавяне на отговори. За втория проблем, следвайки препоръките за екипна работа, определяхме на ротационен принцип

водещ изпълнител за всяка задача или модератор за всяко обсъждане – участник, притежаващ в най-висока степен нужните компетенции.

Какви са установените в края на това начинание ползи за участниците?

За студентите: осъвременяване на курса по СТ, разнообразяване на стила на изнасяне на лекциите с включване на представители на успешни софтуерни фирми като лектори и водещи на дискусии; определяне на формите за текущ контрол с отчитане на мнението и на обучаемите; подобряване на организацията и практическата полза от Практикума по СТ чрез възлагане на теми и съветване от практикуващи софтуерни инженери; възлагане и ръководство на дипломни работи по актуални изследователски или приложни теми.

За преподавателите: актуализиране на курса по СТ въз основа на оценяване от две други гледни точки – изследователска и приложна; повишаване на интереса на студентите и посещаемостта на лекции и упражнения чрез включване на външни лектори и консултанти; намаляване на натовареността и повишаване на качеството на курсови и дипломни работи, възлагани и/или ръководени от подбрани представители на партньорите от бизнеса или науката.

За научните работници: „сверяване“ на съответствието на избраните насоки за изследване с реалните нужди на практиката; оценяване на организационната и технологична осъществимост на някои от изследваните и разработвани методи. Така например, идентифицираните чрез проучване подходи за автоматизирано извличане на бизнес правила от програмен текст, бяха обсъждани и експериментално проверявани с участието на софтуерни разработчици на Мусала Софт така, че да се избере най-подходящият подход, който по-нататък да бъде прототипиран и валидиран. От полза беше и запознаването с ефекта от прилагане на някои добри мениджърски, бизнес-ориентирани практики. Например, такава е споменатата в [2] практика: *Invest a little, learn a lot* (инвестирай малко, научавайки много), изискваща предпазливост при финансирането на проекти, с натрупване на знания и ефективното им използване в процеса на вземане на решения за водене на проекта в печелившата посока.

За бизнес – партньорите: запознаване с реалните проблеми в другите две области – наука и образование, което доведе до смекчаване на агресивния тон в публичните обсъждания, увеличаване на съпричастността и диалогичността за търсене на решения; придобиване на теоретични знания в областта на съвместно-разработваните теми; повишаване на готовността за сътрудничество при ясно поставена цел – например, подготовка на по-добри софтуерни специалисти. Като резултат от установените персонални контакти по време на съвместната работа (курсони и дипломни работи, проекти в

Практикума), най-успешно представилите се студенти бяха поканени да кандидатстват за работа в съответните софтуерни фирми.

Заклучение

Настоящият експеримент започна с основателните съмнения за крайните резултати – дали ще осъществим „3 в 1“ подход, доказващ преимуществата на обединените усилия на съмишленици за постигане на значима цел или пък ще потвърдим неработоспособността на екип от типа „орел, рак и щука“, включващ хора с разнопосочни интереси и нужди.

Анализирайки получените резултати, считаме, че експериментът завърши успешно и показва, че такова тристранно партньорство може да даде положителни резултати. Сред факторите за успех можем да споменем определянето на цел, представляваща интерес за всеки от партньорите, умелият подбор на мотивирани и отворени към предизвикателства участници и организация на съвместната работа, съобразена с индивидуалните им особености.

Като труден и засега нерешен проблем можем да отбележим съществените различия в определяните от трите партньора тактически и стратегически цели и сроковете за постигането им, формално представяни с т.нар. индекс на Бъкстон, който, най-общо казано, измерва периода на планиране. За науката и образованието този индекс е голям (5-10г), докато за бизнеса е 1-2 години. Счита се за доказано, че ефективно сътрудничество може да има само между партньори с близки стойности на този индекс. Затова трябва да се търси съчетаване на дългосрочните цели на науката и образованието с краткосрочните бизнес-ориентирани цели чрез подходящо формулиране на конкретни задачи на съвместните начинания.

Експериментите с използване на СА за подобряване на обучението по СТ могат да се разширят със съдействието и на преподаватели по СТ в други университети. Могат да се разработят ситуации с по-високо ниво на сложност на прилагане на СА, например използване на класификационния метод за преоценка на групирането на посочените в [4] добри практики.

В съответствие с принципите на използваната методологията INSPIRE, този подход може да се приложи за тристранно сътрудничество и в други съвместни дейности, като трансфер на теоретично валидирани методи в практиката, пилотни иновационни проекти, специализирано обучение на софтуерни разработчици от фирмите и др.

Благодарности

Тази работа е частично финансирана от Проект ДТК 02-69/2009 с ФНИ.

Литература

1. Европейска квалификационна рамка за учене през целия живот (ЕКР). ЕК, Брюксел, 2009г.
2. Anthony, Sc. at el. Mapping Your Innovation Strategy. In Harvard Business review on Business Model Innovation, Harvard Business School Publishing Corporation, 2010.
3. Harmon-Jones, E. & Mills, J. (Eds.)(1999). Cognitive Dissonance: Progress on a Pivotal Theory in Social Psychology. *American Psychological Association: Washington, DC*.
4. Jones C, Software Engineering Best Practices, Mc Grow Hill, 2010
5. Maneva N. INSPIRE: A Software Engineering Methodology. *Journal of Information Technologies and Control*, № 1, 2005, pp.31-37.
6. Maneva N., N. Nikolova. Soft Skills Training for Software People. Proc. of the 7-th Int. conference on Computer Science and Education, Dobrinishte, July 6-10, 2011, pp. 117-129.
7. Pressman R. Software engineering – A Practitioner’s Approach, Seventh edition, McGraw Hill, 2009.

A THREE-PARTITE COLLABORATION IN SOFTWARE ENGINEERING EDUCATION: CHALLENGES AND RESULTS

Neli Maneva, Krassimir Manev

Abstract: *The paper presents our approach to quality improvement of software engineering education, integrating the efforts of partners from three different areas – education, science and business. The essence and the basic principles of the approach have been presented, together with the systematic methodology and the formal method, built in it. Some examples of method’s application are briefly described. Finally, the challenges and results obtained are discussed and some ideas for further extensions of the approach are shared.*