



Югозападен Университет “Неофит Рилски”

Природо – математически факултет

Катедра “Математика”

Филип Петров Петров

**ОРГАНИЗАЦИОНЕН МОДЕЛ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ НА
ИНТЕРАКТИВНИ МЕТОДИ В ОБУЧЕНИЕТО ПО
ЛИНЕЙНА АЛГЕБРА**

АВТОРЕФЕРАТ НА ДИСЕРТАЦИЯ

**за присъждане на образователната и научна степен „доктор“
в област на висше образование: 1. Педагогически науки
професионално направление: 1.3. Педагогика на обучението по...,
докторска програма: Методика на обучението по математика**

Научни ръководители:

**проф. д-р. Илия Димитров Гюдженов
доц. д-р Даниела Иванова Дурева-Тупарова**

Благоевград, 2014 г.

Дисертационният труд е обсъден и предложен за защита от разширен съвет на катедра „Математика” към Природо-математически факултет на Югозападен университет „Неофит Рилски” – Благоевград.

Дисертационният труд се състои от увод, пет глави, заключение, списък с използвана литература, списък с публикации, декларация за оригиналност и компакт диск. Библиографската справка съдържа 207 заглавия, от които 72 на български език, 96 на английски език, 2 на други езици и 37 източници от Интернет. Общият обем на дисертационното изследване е 196 страници. Размерът на страницата е във формат А4 с около 40 реда и 75 символа на ред. Използвани са 26 фигури, 3 диаграми и 18 таблици.

Свързаните с дисертацията научни публикации са общо 7 на брой, като 5 са в съавторство, а 2 са самостоятелни. Изследванията в дисертацията са подпомогнати и от проект "Иновативни методи за оценка на компетенции в среди за електронно обучение", договор ДФНИ-И01/10, финансиран от фонд Научни изследвания към МОН.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на от часа в зала на Югозападен университет „Неофит Рилски”.

СЪДЪРЖАНИЕ

АКТУАЛНОСТ НА ТЕМАТА И ПРОБЛЕМИТЕ	3
СТРУКТУРА И СЪДЪРЖАНИЕ.....	6
КРАТКО ИЗЛОЖЕНИЕ НА СЪДЪРЖАНИЕТО НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	9
Глава 1. Методическа основа за обучението по линейна алгебра.....	9
Глава 2. Анализ на средства за технологично-подпомогнато обучение по линейна алгебра	14
Глава 3. Организационен модел за провеждане на семинарни упражнения и самоподготовка по линейна алгебра и линейна алгебра и аналитична геометрия	20
Глава 4. Софтуерни компоненти за технологично подпомагане на процеса на самоподготовка по линейна алгебра за реализиране на организационния модел	27
Глава 5. Планиране, провеждане и анализ на резултатите от педагогически експерименти	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	36
ОСНОВНИ ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	40
ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА	41
ANNOTATION IN ENGLISH	46
ДЕКЛАРАЦИЯ ЗА ОРИГИНАЛНОСТ:	47

АКТУАЛНОСТ НА ТЕМАТА И ПРОБЛЕМИТЕ

В увода на дисертационния труд е открито една тенденция при обучението във висшите училища – намаляването на хорариума на основни учебни предмети от сферата на математиката за сметка на дисциплини, свързани с информатика и информационни технологии. По този начин обучението по математическите дисциплини стана прекалено интензивно, от което пострада и качеството му. Този проблем в последните години засили своето влияние поради изискванията, поставени от пазара на труда. Мнението ни е, че един от ефективните начини за разрешаване на посочения проблем, без да се налага съкращаване на учебния материал или отпадане на предмети от учебния план, е да бъде оптимизиран учебният процес при традиционните „некомпютърни“ учебни предмети чрез внедряване на „електронно обучение“. В дисертационния труд под термина „електронно обучение“ се приема „единство между дейностите на преподаването и ученето чрез различни електронни медии и технологии“.

Друг основен проблем, който несъмнено идва от настъпващата тенденция за масовизация на висшето образование, е влизането на повече по-слабо мотивирани студенти във висшите училища. Все по-често се наблюдава явлението студентите да не предават своите домашни работи навреме, както и да отсъстват системно от учебните часове, което несъмнено води до деградиране на качеството на обучение. Като основен подход за решение на този проблем избрахме използването на интерактивни методи на обучение по време на лабораторни упражнения. Допълнително поставихме фокус и върху нуждата от по-ясно изразена практическа насоченост на обучението по математика, особено в учебни предмети с високо ниво на

абстракция, какъвто е линейната алгебра в частност. В организационния модел поставихме изискване студентите да предават своите домашни работи в електронен вид чрез дискуссионен форум, с което неявно насърчавахме както използването на информационните технологии, така и по-високо равнище на взаимопомощ между самите обучаеми. Очакването ни беше за по-добро ниво на самоподготовка, предполагащо и повече налично време в учебните часове, което да бъде използвано за интерактивни методи на обучение.

При разработката на дисертационния труд взехме под внимание нормативните изисквания и препоръки за педагогическо изследване, описани в (Бижков, и др, 2007), (Бижков, и др., 2009) и (Ганчев 2009). Според тях дефинирахме:

Обект на изследването е учебният процес по време на семинарните упражнения и самоподготовката за учебните предмети „Линейна алгебра“ и „Линейна алгебра и аналитична геометрия“.

Предмет на изследването е учебно-познавателната дейност на студентите в интерактивна образователна среда по време на семинарните упражнения и самоподготовката при изучаване на материала от учебния предмет „Линейна алгебра“ на студенти от първи курс, специалности „Педагогика на обучението по математика и информатика“, „Педагогика на обучението по физика и математика“, „Информатика“ и „Компютърни системи и технологии“ на Природо-математически факултет на Югозападен университет „Неофит Рилски“ и „Комуникационна техника и технологии“ на Технически колеж към Югозападен университет „Неофит Рилски“.

Цел на изследването е, чрез промяна в организационния модел за провеждане на семинарни упражнения по линейна алгебра и на процеса на самоподготовка, да бъде повишена мотивацията на студентите за по-активно участие в учебния процес, вследствие на което да бъде повишен и техният успех.

Задачи, които са формулирани при реализирането на поставената цел, са:

1. Чрез литературен анализ да се направи анализ на предимствата и недостатъците на Бел-Ланкастърската система на обучение във висшите училища;

2. Да се анализират основните компоненти в обучението по линейна алгебра във висшите училища и да се предложат методи за ефективно провеждане на семинарните упражнения;

3. Да се анализират и сравнят софтуерни продукти и технологии, които биха могли да бъдат използвани в процеса на обучение по Линейна алгебра, в резултат от което да се проектира система от компоненти за технологично подпомагане на процеса на самоподготовка на студентите;

4. Да се моделира и приложи организационен модел за провеждане на обучение по Линейна алгебра, в който да бъдат използвани интерактивни методи на обучение по време на семинарни упражнения и специално подбрани софтуерни продукти и технологии за подпомагане на процеса на самоподготовка;

5. Да се проведе експеримент, след който да бъдат анализирани и оценени предимствата и недостатъците на предложения организационен модел.

Работната хипотеза е, че ако в обучението по Линейна алгебра в Югозападен университет „Неофит Рилски“ се реализира разработеният организационен модел, ще бъде

повишена мотивацията за учене от страна на студентите и ще бъде постигнат по-висок среден успех при оценяването чрез текущ контрол.

Научните методи, които са използвани са:

- Проучване на педагогически и методически литературни източници, свързани с предмета на изследване;
- Педагогическо наблюдение и анкетиране на студентите, включени в експерименталното обучение;
- Дидактически експеримент;
- Статистически методи за обработка на получените експериментални данни.

СТРУКТУРА И СЪДЪРЖАНИЕ

Дисертацията включва следните основни глави:

- Глава 1. Методическа основа за обучението по линейна алгебра;
- Глава 2. Анализ на средства за технологично-подпомогнато обучение по линейна алгебра;
- Глава 3. Организационен модел за провеждане на семинарни упражнения и самоподготовка по линейна алгебра и линейна алгебра и аналитична геометрия;
- Глава 4. Софтуерни компоненти за технологично подпомагане на процеса на самоподготовка по линейна алгебра за реализиране на организационния модел;
- Глава 5. Планиране, провеждане и анализ на резултатите от педагогически експерименти;

В **първа глава** на дисертацията осъществихме широк литературен обзор, свързан с методиката на обучение по математика във висшите училища, като наблегнахме основно на изследвания, свързани с интерактивните методи на обучение. Разгледахме и теми, свързани с психологията – типология на личността според Карл Юнг, както и няколко класификации за стиловете на учене (Майерс-Бриггс, Колб и Фелдър-Силверман). Спряхме се и на специфични проблеми, свързани с обучението по Линейна алгебра, като разгледахме различни практики, използвани по света. Накрая извършихме сравнение на тенденциите в няколко български университета.

Втора глава на дисертацията е посветена на преглед на възможностите за внедряване на информационни технологии в обучението по математика. Направихме литературен обзор, посветен на електронното обучение и по-конкретно съвременните му достижения чрез Уеб 2.0 технологиите. Отчетохме един основен проблем за електронното обучение по математика – нуждата от по-добри технологични средства за визуализиране и въвеждане на математически текст в уеб форми. Във втория подраздел на главата разгледахме историята, принципите на действие и съвременното развитие на програмираното обучение чрез диалогово-обучаващи програми по математик. Накрая направихме сравнение на съществуващи софтуерни продукти, които биха подпомогнали обучението по Линейна алгебра.

В **трета глава** на дисертацията осъществихме по-конкретен преглед на учебната програма по Линейна алгебра в Югозападен Университет „Неофит Рилски“, като предложихме (и впоследствие реализирахме) начин за вписване на идеите от предишните глави в нея. Подбрахме практически ориентирани задачи, свързани с различните теми от конспекта по Линейна

алгебра, които могат да бъдат показвани в час или в дискусияния форум при процеса на самоподготовка. Адаптирахме и някои от разгледаните в първа глава интерактивни методи за обучение към темите на различните семинарни упражнения. Проектирахме конкретен организационен модел за провеждане на семинарни упражнения и самоподготовка по Линейна алгебра.

В **четвърта глава** описахме начина, по който сме проектирали съвкупността от програмни компоненти за технологично подпомагане на процеса на самоподготовка по Линейна алгебра. Мотивирахме избора на дискусияния форум и подбрахме подходящи съществуващи софтуерни продукти, които да подпомогнат процеса на самоподготовка на студентите. Разработихме мултимедийни учебни материали с цел да бъде подпомогнато по-лесното включване на студентите към работата с избраните софтуерни продукти. Разширихме модела за автоматично оценяване при диалогово-обучаващите програми. Накрая разработихме три диалогово-обучаващи програми по различни теми от конспекта.

В **пета глава** представяме резултатите от проведените практически експерименти. Бяха осъществени общо пет експеримента с двойки от контролна и експериментална групи от различни специалности, чрез резултатите от които оценихме както позитивните, така и негативните страни на експерименталния организационен модел. В края на главата представяме резултатите от анкета с пет въпроса, която беше попълнена по желание от 64 студента.

В **заклучението** посочваме, че отхвърляме работната хипотеза на изследването – организационният модел не повлиява положително на експерименталните учебни групи, разгледани

като цяло. На базата на статистическите резултати от пета глава приемаме, че моделът е повлиял положително само върху част от студентите, които имат по-добра предварителна мотивация и подготовка по математика, докато при по-голямата част от експерименталните групи този модел не довежда нито до положителен, нито до отрицателен ефект. Накрая предпалагме промяна на организационния модел на учебната програма като цяло, като се въведе учебен предмет “Увод в специалността”, в който да бъде акцентирано върху междупредметните връзки в учебната програма.

КРАТКО ИЗЛОЖЕНИЕ НА СЪДЪРЖАНИЕТО НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Глава 1. Методическа основа за обучението по линейна алгебра

В началото на първа глава осъществяваме кратък преглед на седем основни дидактически принципи (Андреев, и др., 2000). Изказано е категорично мнение, че спазването на тези принципи е изключително важно за преподаването като цяло, следователно е важно те да бъдат спазвани и в обучението по Линейна алгебра във висши училища в частност. Принципите са: Нагледност; Съзнателност; Активност; Достъпност; Системност и последователност; Трайно усвояване на знанията; и Индивидуален подход.

Основен фокус в дисертацията поставяме върху принципа на активност – той е в основата на интерактивното взаимодействие, а от там е и основен за прилагането на интерактивни методи на

обучение. Именно принципите на активност и на нагледност са посочени в редица източници – например (Jaworski, et al., 2011), (Cowen, 1997), (Klapsinou, et al. 1999), (Dorier, 2002), (Wu, 2004), няколко статии в (Dorier, 2000) и др., като най-проблемни за обучението по предмета Линейна алгебра. Основният проблем се явява високото равнище на абстракция на съдържанието на учебния предмет, което е сериозна пречка за студентите-първокурсници. Същият проблем оказва влияние и върху принципа на съзнателност – той също се явява проблемен за предмета Линейна алгебра, както е отбелязано в (Waliullah, 2007).

Един наивен подход би бил да се предприемат действия за елементаризиране на учебния материал. На няколко места в (Dorier, 2002) обаче се подчертава, че е много важно студентите да успеят да усвоят именно формализма на линейната алгебра, защото тъкмо той е важен за по-нататъшното им обучение по други учебни предмети. Предлага се търсене на рефлексия чрез използване на елементи от предишните знания и компетенции на студентите в релация с новите формални концепции – нещо, което следва от идеята за принципа за системност и последователност и е в унисон с идеята за „стъпаловидно надграждане на знанията“ (Gantchev, et al., 2009). Това, което предлагаме е чрез въвеждането на интерактивни методи на обучение по време на семинарните упражнения, да бъде засилен принципът на активност, а чрез представяне на интересни практически примери да се наблегне върху засилване на принципите на нагледност и съзнателност.

Освен за засилване на принципа на активност, интерактивните методи за обучение са разгледани и в още един аспект – за притъпяване на негативите на Бел-Ланкастърската система на обучение във висшите училища. Предметът Линейна алгебра се води традиционно в първи семестър на първи курс от

университетското образование, тоест при него е наличен проблемът на прехода средно – висше образование (Мирчев, 2006), (Николов, и др., 2007). Именно засилване на „активното учене“ е предложено от редица автори ((Ryan, et al., 1989), (Гюдженов, 2007), (Дичева, 1997), (Паев, 2003) и др.) като възможен подход за притъпяване на тези проблеми.

По-нататък правим по-обстоен преглед на конкретни интерактивни методи на обучение, които могат да се приложат както за обучение по време на лекции, така и за упражнения. Тук трябва да отбележим, че обстоятелството, че в експерименталния модел се набляга на използването на интерактивни методи на обучение, не означава, че при контролните групи на експеримента (където се провежда традиционно обучение) интерактивните методи отсъстват напълно. Напротив – някои основни методи като задаване на въпрос от преподавателя към цялата група или персонално към конкретен студент, даване на възможност студентите да задават въпроси по тяхна собствена инициатива, дискусия върху представен проблем и т.н. са достатъчно естествени и дори бихме казали – необходими за провеждане на каквото и да е нормално обучение.

Разликата между експерименталния и традиционния модел идва от използването на по-сложни интерактивни методи, които отнемат значително повече учебно време – такива например са дейностите, при които студентите решават задачите самостоятелно, разделени на групи, а после обединяват и дискутират своите решения; влизането на студент в ролята на лектор, замествайки за кратко преподавателя, и т.н. Същото впрочем се отнася и за практическите примери за приложение на предмета Линейна алгебра – доколкото на преподавателя не му се отнема сериозно количество учебно време, за да спомене полезността на току що изучено знание в практиката, това не би

следвало да се спестява и при контролните групи в традиционното обучение. При експерименталните групи използваме по-засилен процес на математическо моделиране.

В глава 1 също така правим преглед на някои от психологическите особености на студентите, влияещи на субект-субектната комуникация. Знанията за типологията на личността от страна на преподавателя най-малкото биха улеснили значително провеждането на интерактивни методи, а в някои случаи дори биха предотвратили негативни ситуации. Накратко е разгледана типологията на личността според Карл Густав Юнг, като по-специално внимание е отделено на първата размерност – интровертност и екстровертност. Като основен източник на информация за този преглед е използван (Николов, и др., 2007).

Разглеждаме и няколко различни класификации на стилове на учене – според типологията на Майерс-Бригс, процесуалния модел на Колб, теорията на множествената интелигентност на Гарднър и модела на Фелдър-Силверман. В разгледаните литературни източници (Soles, et al., 1999), (Graf, et al., 2007), (Richmond, et al., 2005), (Дурева, 2007), и (Hong, 2007) се препоръчва при създаването на обучителни курсове в Интернет преподавателите да адаптират своите учебни материали на равнище, което е адекватно спрямо стила на учене на обучаемите.

В края на първа глава достигахме до разглеждане на някои конкретни особености на обучението по Линейна алгебра – например предложенията в (Uhlig, 2002) и (Uhlig, 2003), опита от литературни източници като (Klapsinou, et al., 1999), (Dorier, 2000), (Dorier, 2002), (Jaworski, et al., 2011) и др. Предлагаме да бъде спазен принципът на стъпаловидно натрупване на знанията, като се стъпи на опита на студентите, който те са натрупали от

гимназиалното си образование. Този подход в обучението по линейна алгебра е по-скоро сходен с утвърдения традиционен.

Приетият по-консервативен стил на преподаване по Линейна алгебра съвпада и с учебните програми на по-голямата част от университетите в България. В крайна сметка изказваме мнение, че на този етап няма доказана необходимост от промяна на основната структура на курса по Линейна алгебра в Югозападен университет „Неофит Рилски“ – Благоевград, защото учебната програма напълно покрива световните практики за традиционен курс по този учебен предмет.

На базата на проведения литературен обзор в първа глава формулирахме следните основни изводи:

- Спазването на основните дидактически принципи е задължително, независимо от формата на обучение, която се прилага в експеримента;
- Особено внимание за обучението по линейна алгебра трябва да бъде обърнато на съблюдаването на дидактическите принципи на активност, съзнателност и достъпност, защото очакванията са, че именно те ще бъдат проблемни за този конкретен учебен предмет;
- Няма неотложна причина да бъде експериментирано с промяна на стандартната структура на провеждане на обучението чрез поредица от лекции и упражнения или да бъде търсена алтернативна основна форма на обучение;
- Добре е да бъде засилена практическата насоченост в обучението по линейна алгебра, като бъдат подбрани подходящи задачи с практически примери;
- Интерактивни методи за обучение по време на семинарни упражнения би трябвало да повишат мотивацията на студентите;

- При провеждане на експеримента трябва да бъдат отчитани психологическите особености на студентите;
- Учебната програма по линейна алгебра в Югозападен Университет „Неофит Рилски“ напълно покрива добрите практики за традиционен курс по този учебен предмет.

Относно Бел-Ланкастърската система на обучение отчитаме следните основни предимства спрямо други алтернативи:

- Обучението на големи групи от студенти по време на лекции нести хабилитиран труд спрямо обучението на по-малки групи поотделно, което прави системата икономически ефективна;
- Големите аудиторни зали имат позитивен психологически ефект при обучаемите;
- Предлага по-лесен достъп на повече студенти до по-добрите преподаватели;
- Помага се активно на хората, които са способни да учат чрез слушане.

Основните недостатъци на Бел-Ланкастърската система на обучение са:

- Ученето по време на лекции е предимно пасивно;
- Лекциите не предполагат прилагане на дидактическия принцип за индивидуален подход.

Глава 2. Анализ на средства за технологично-подпомогнато обучение по линейна алгебра

Втора глава е разделена на три основни части. *В първата част* правим литературен преглед, свързан със съвременен начин

за осъществяване на дистанционно обучение в Интернет – Уеб 2.0 обучението. Основната гледна точка, естествено, е тази, свързана с целите на дисертационния труд, а именно използването на Уеб 2.0 обучението като компонент, който подпомага, допълва и обогатява традиционния обучителен процес. Още в зората си компютърната техника е била използвана за целите на обучението. Уеб базираното обучение (March, 1996) обаче води до първата голяма стъпка за качествен преход към един съвсем нов тип преподаване – дистанционното обучение с помощта на компютърна техника, което допълва или дори в известни граници успява да замени традиционното. В (Moore, 2003) се дава следната дефиниция за това обучение: *“всички форми на обучение, при които всички или повечето преподавателски дейности се провеждат в различно пространство от дейностите за учене, като резултатът от това е, че цялата или по-голямата част от комуникацията между преподаватели и учаци се извършва чрез комуникационни технологии”*. Най-често обаче компютърните технологии получават употреба в т.нар. „смесена форма на обучение“ (blended learning), където електронното обучение (и Уеб базираното обучение в частност) допълва и обогатява традиционната форма (Дурева, 2010).

Може спокойно да се твърди, че Уеб базираното обучение си поставя за цел да създава електронен модел на традиционните форми на обучение, а именно – фронтална, групов и индивидуална, чието описание може да бъде намерено в (Тодорина, 2011). Това моделиране се постига основно чрез два вида интерактивно взаимодействие – комуникация от типа „субект-компютър“ и комуникация от типа „субект-субект“, като тя може да е с директна (peer to peer) или с компютър като посредник. Често срещан недостатък в практиката при

разработката на интерактивни софтуерни продукти за обучение е, че споменатите видове комуникация рядко се интегрират помежду си в общ обучителен ресурс. Така постепенно се дефинира термина „Уеб 2.0“ (Musser, et al., 2006), (Governor, et al., 2009). Чрез него се цели да се постави фокус именно върху интегрирането на двата типа комуникация в едно цяло. В (Петров, 2010) казваме, че Уеб 2.0 обучението се осъществява чрез *“електронен ресурс в Интернет, който е интерактивен носител на учебна информация, поднесена във вид на текст, графики, видео и друга мултимедия, в който учениците обменят опит помежду си и допълват учебните материали, водейки дискусии под различна форма с учителя и/или помежду си”*. Разликата между Уеб и Уеб 2.0 обучението не е наличието или отсъствието на комуникация с преподавател или между обучаеми, а е интегрирането на тази субект-субектна комуникация като неделима част от учебния материал.

Предлагаме и класификация на субект-субектната комуникация в Уеб 2.0 от гледна точка на обучението. Като първи критерий определяме „тип на комуникацията“ според броя на участниците в нея: 1:1, 1:М и М:М. За втори критерий предлагаме да се използват двата класа на комуникация, описани в (Тупаров, и др., 2008): синхронна и асинхронна. Трети независим критерий за определяне на типовете комуникация предлагаме да бъде обстоятелството дали информацията служи пряко за бъдещо обогатяване на учебните материали или не: с преизползване на информация и без преизползване на информация. Чрез тази трикомпонентна класификация могат да се извадят общо 12 различни вида субект-субектна комуникация в Уеб 2.0. Подборът на един или друг вид комуникация следва да се прави обосновано от авторите на учебно съдържание спрямо всяка конкретна ситуация и всеки конкретен учебен ресурс.

Един друг чисто практически аспект на Уеб 2.0 обучението са технологиите за входно-изходни операции за предаване на информация между клиент и сървър. В (Петров, 2011) разглеждаме 13 различни технологични средства за въвеждане и изобразяване на математически формули в Уеб 2.0 приложения. Въпреки че технологиите се развиват непрекъснато, все още има един нерешен проблем – как обучаемите да могат да се научат да използват тези технологии, без това да изисква специализирано допълнително обучение. В частност, за математиката, това е предизвикателството да се създаде технология за въвеждане на математически текст в комуникационни канали, която да не изисква сериозен ресурс в обучение за самата нея (например умения за писане на формули на Latex). Целта ще бъде постигната именно тогава, когато Уеб 2.0 обучението по математика покаже по-висока ефективност от гледна точка на „необходимо време за усвояване на даден учебен материал от страна на всеки един ученик“. В изследването правим заключение, че към настоящия момент технологиите са все още далеч от постигането на тази цел. Все пак на базата на проведени наблюдения в (Петров, и др., 2013) представяме два практически примера за технологични средства, които считаме за подходящи за провеждане на Уеб 2.0 обучение на университетско ниво.

Втората част от главата е посветена на теорията на диалогово-обучаващите програми (ДОП) – правим историческа ретроспекция, разглеждаме съвременните достижения и съответно правим критичен анализ на техните предимства и недостатъци. В исторически аспект разглеждаме развитието на ДОП от формирането им през 1984 г. от проф. Иван Ганчев и теоретичния му модел от 1987 г., през разработките на Ридван Исуфов (Исуфов, 2003) и (Исуфов, 2004), до подобрения теоретичен модел в (Petrov, et al., 2009) и някои практически

реализации (Петров, 2008) и (Петров, и др., 2009). Авторът на дисертацията има съществен принос в обогатяването на логико-дидактическият модел на ДОП чрез дефинирането на понятията „предвидена грешка“ и „непредвидена грешка“, както и съставяне на модел за автоматично оценяване. Последната (преди разработването на дисертационния труд) научна разработка за диалогово-обучаващите програми е (Isufov, et al., 2009), където привличаме вниманието върху систематизирана информация относно теорията на диалогово-обучаващите програми и даваме практически насоки към разработчиците на обучителен софтуер.

В дисертационният труд се отчита един сериозен недостатък на досегашната схема на ДОП, който пречи те да бъдат прилагани за целите на дистанционно обучение – в теорията не е предвидена възможност за провеждане на субект-субектна комуникация. Едно основно място, където е редно да има такава, са помощите, които обучаемите изискват, когато не могат да се справят с решението на дадена задача. В досегашната практика прототипите на програмите са използвани в класната стая и когато даден обучаем е изпитвал затруднения, той се е обръщал към своя преподавател директно. Именно тази връзка следва да се компенсира чрез канал за синхронна субект-субектна комуникация в ДОП.

На основата на обзора на Уеб 2.0 технологиите и на диалогово-обучаващите програми в глава 2 са направени следните изводи:

- Уеб 2.0 обучението, в сравнение с вече утвърденото уеб обучение, подпомага по-ефективно присъственото обучение;
- Уеб 2.0 обучението по математика все още се нуждае от развитие на технологиите за въвеждане и изобразяване на математически текст;

- Диалогово-обучаващите програми се нуждаят от развитие в посока на по-тясна интеграция със съществуващи LCMS;
- Теорията на диалогово-обучаващите програми покрива съвременните стандарти за програмирано обучение, но, за да бъде приложена при дистанционно обучение, се нуждае от сериозна преработка чрез разширение в посока към интеграция в уеб 2.0.

В третата част на главата правим преглед на 23 различни софтуерни продукти, които могат да подпомогнат обучението по Линейна алгебра. Предварително дефинираме 6 различни критерия, по които ги оценяваме. От направеното сравнение могат да се приемат за изводи следните тенденции:

- Най-добре развити са софтуерните продукти за решаване на задачи. Обучителните програми са малко, а по-добрите от тях обикновено са платени. Софтуерните продукти за програмирано обучение са много малко и са предимно прототипи;
- Повечето от по-популярните софтуерни продукти за решаване на задачи са предимно инсталационни програми, докато тенденцията при обучителните продукти е да бъдат уеб-базирани;
- Всички разгледани изцяло уеб-базирани продукти са налични със затворен лиценз, т.е. могат да се използват само и единствено чрез уебсайта на разработчиците им и не е допустимо копирането на продуктите в чужди домейни. Това изключително много затруднява интеграцията на продуктите с оглед на провеждане на Уеб 2.0 обучение. От софтуерните продукти за решаване на задачи, по-известните от които предоставят частични възможности за интеграция на техни

модули в уеб страници, не бяха намерени разработени готови за внедряване решения за обучение по Линейна алгебра;

- Английският език е доминиращ при почти всички софтуерни продукти, а възможностите за интеграция на друг език в повечето случаи липсват или са ограничени. В нито един от разгледаните софтуерни продукти нямаше реализиран интерфейс на български език, като само за три софтуерни продукта разработчиците специално са създали система, която прави възможен превода на продукта.

От всички разгледани софтуерни продукти бяха подбрани два за практическа употреба в експеримента – MatrixCalc и Microsoft Mathematics. Те покриват максимално предварително поставените изисквания – лесен и удобен интерфейс, който не би затруднил студентите дори без да им бъде предоставена предварителна подготовка, много лесно вмъкване и копиране на формули от и в други текстови редактори, както и елементи на обучителни продукти, а не просто „решавачи на задачи“. Специално за MatrixCalc се свързахме с разработчиците на софтуера и допринесохме за неговия превод на български език.

Публикациите с участие на автора, които са свързани с втора глава, са: (Петров, и др. 2009), (Petrov, et al., 2009), (Isufov, et al., 2009) и (Петров, 2010).

Глава 3. Организационен модел за провеждане на семинарни упражнения и самоподготовка по линейна алгебра и линейна алгебра и аналитична геометрия

Трета глава описва подробно експерименталния организационен модел за провеждане на интерактивно обучение

по Линейна алгебра и неговата адаптация за учебната програма в Югозападен университет „Неофит Рилски“. В наложената практика по учебната дисциплина домашните задания са три на брой, всяко от което с по няколко задачи по поредни теми от конспекта. Стандартно за предаването на всяка домашна работа има определен срок, който е до получаването на следващото задание. Практиката показва, че почти винаги има немалка част от студентите, които не успяват да спазят сроковете за предаване, а дори и контролът да бъде засилен – почти всички предават своите домашни работи в „последния момент“ (т.е. в края на установения срок за предаване). Това не е сериозен проблем стига поставената цел (студентите да усвоят достатъчно добре знанията от учебния предмет) да бъде постигната. В настоящото изследване обаче се поставя едно допълнително изискване към домашните задания – те, освен всичко казано дотук, трябва да подпомогнат въвеждането на интерактивни методи за обучение по време на семинарните упражнения. Това налага реорганизация и преструктуриране на модела на задаване и предаване на домашни работи:

- Вместо три домашни работи с по няколко задачи от различни теми всяка, да бъдат давани множество от малки (1-2 задачи) домашни задания, непосредствено след края на всяко семинарно упражнение. Очакването е, че ако студентите предават домашните си работи навреме, те ще бъдат по-добре подготвени по време на семинарните упражнения. В този подход може да се видят сходства с модела от (Каракашева, 2011) и (Каракашева, 2012);
- Предаването на домашните работи (и изобщо целият процес на самоподготовка) да се извършва чрез Уеб 2.0 обучение, в което студентите да могат да комуникират свободно помежду

си и с преподавателя, да си помагат взаимно и да използват помощен софтуер. Целите на тази мярка са две:

- Да бъде улеснен достъпът до помощ;
- Да мотивира екипната работа и интерактивното взаимодействие между.

При въвеждането на подобна реорганизация естествено би следвало да се очакват и негативни ефекти. На първо място може да се предположи, че времето, което преподавателят отделя за консултации, ще се увеличи значително. Друг основен предполагаем проблем е свързан със запознаването на студентите с новата за тях учебна среда – съвсем нормално е да се очаква част от студентите да изпитат затруднения с боравенето със софтуерните продукти и съответно това отново би довело до допълнително отделено време от страна на преподавателя за оказване на помощ.

По-нататък осъществяваме подбор на практически ориентирани задачи, които се решават чрез апарата на Линеината алгебра. Правим литературен преглед на няколко учебника на български и английски език, от които подбираме такива задачи, използващи математическо моделиране. Като цяло смятаме, че поне в разгледаните учебници по Линейна алгебра подобни примери се намират прекалено рядко. Все пак част от събраните примери демонстрираме или в учебния час (когато има налично свободно време в неговия край), или в дискуссионния форум.

Също така предлагаме дванадесет прототипни задачи от операции с матрици, обратни матрици и матрични уравнения, в които се показват сравнително лесни за усвояване примери с извършване на обработка на информация – икономически задачи с изготвяне на отчети и извършване на изчисления върху таблици с числа. На базата на тях съставяме различни конкретни частни

примери, които веднъж демонстрираме като техника пред студентите, а втори път им даваме като домашни задания. Подбрахме и по-сложни задачи, свързани с математическо моделиране, но такива не даваме на студентите във вид на домашна работа, защото, по наше мнение, това би затруднило голяма част от тях и може да окаже негативен ефект.

По-нататък моделираме и конкретните интерактивни методи на обучение – по един за всяка тема от курса. Като основни и задължителни методи, които използваме често както при експерименталната, така и при контролните групи, открояваме методите “задаване на кратки въпроси към цялата група”, „задаване на персонален въпрос към конкретен студент” и (по-рядко) “извеждане на студент пред групата”. Другите разработени методи са:

- В темата матрици и операции с матрици при умножение на две матрици с размерност 5×5 разделяме групата на подгрупи от 3-4 студента и им възлагаме задача да намерят числата в различните редове (и евентуално втори път – стълбове) на резултатната таблица (всяка подгрупа различен ред/стълб). Накрая решенията се обединяват в едно общо;
- При намиране на детерминанта чрез развиване по ред/стълб подбираме детерминанта 4×4 и възлагаме персонална задача на всеки студент да започне развитието на детерминанта по различен ред/стълб. Евентуално – още в процеса на работа, самите студенти преоткриват някои евристични правила за това с кой ред/стълб е удачно да се започне. Накрая обобщаваме тези правила чрез дискусия;
- Същият метод прилагаме при намиране на обратна матрица по метода на адюнгираните количества – подбираме матрица с размерност 4×4 и разделяме задачата на 16 задачи-компоненти, като всеки студент трябва да реши една от тях.

Преподавателят помага на студентите, които изпитват затруднение, а накрая обобщава задачата;

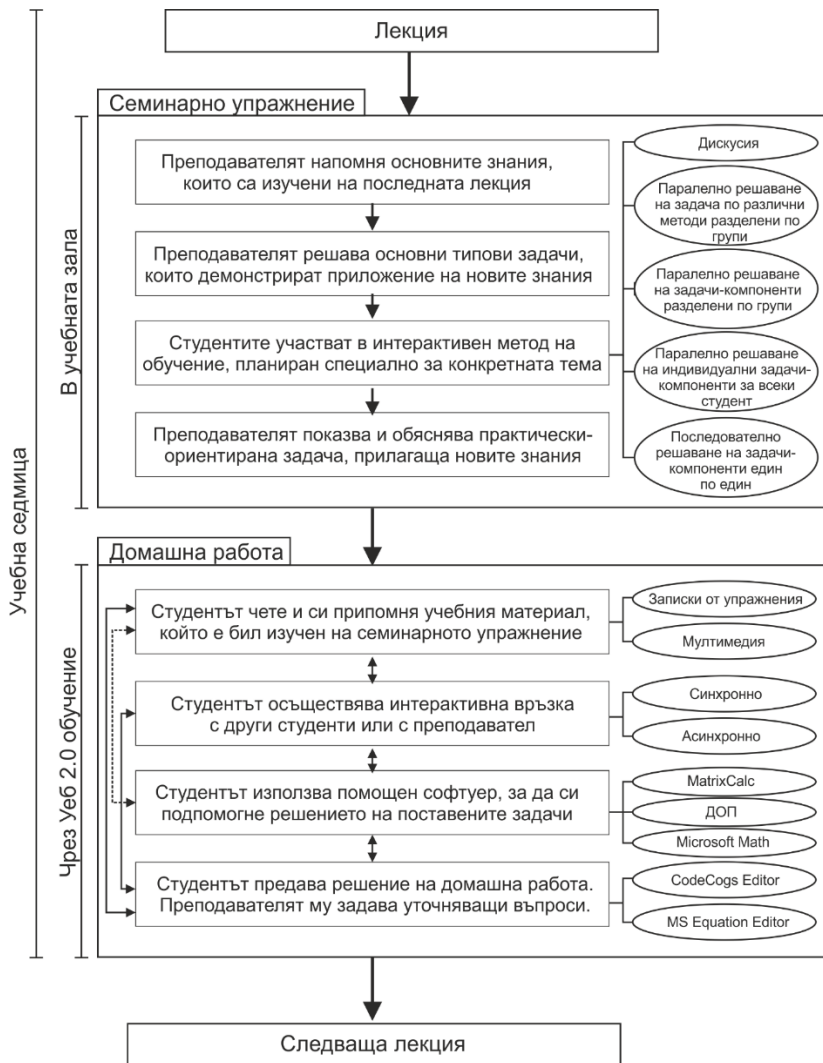
- При демонстриране на метода на Гаус-Жордан за намиране на обратна матрица разделяме групата на две подгрупи. На по-малката група (с 3-4 студента) даваме задача да намерят матрицата по новия за тях метод, а на по-голямата група предлагаме да намерят обратната матрица по вече добре познатия метод на адюнгираните количества.
- Разделяне на групата на подгрупи за решение на задача по различни начини прилагаме и при намиране на детерминанти – чрез привеждане в триъгълен вид, от една страна, и чрез развитие по ред/стълб, от друга. Приложение на метода може да се намери и при решаване на системи от линейни уравнения по метода на „Гаус“, „Гаус-Жордан“ и чрез „формули на Крамер“;
- При изучаване на линейни пространства и линейни оператори пропуснахме въвеждането на специфичен интерактивен метод и поставихме фокуса по-скоро към провеждане на по-широка дискусия. Често задаваме подвеждащи въпроси към студентите с цел да изострим тяхното внимание;
- При ортогонализиране на базис по метода на „Грам-Шмидт“ в темата за „Евклидови и унитарни пространства“ извикваме последователно няколко студента пред аудиторията, за да започнат и развият една по-голяма задача един след друг. В края на задачата разделяме учебната дъска на три/четири колони (зависи колкото са векторите от базиса) и на трима/четирима студенти им поставяме задача да нормират по един от намерените вектори;
- В темата за квадратични форми отново се фокусираме по-скоро върху по-широка дискусия, като след края на тази тема отделяме известно време и за ретроспекция на всичко, изучено до този момент.

Накрая правим предложение за адаптиране на вече предложения модел частично и при учебния предмет Линейна алгебра и аналитична геометрия. В края на главата правим изводи, че представеният организационен модел би следвало да въведе следните основни промени спрямо традиционния при обучението по Линейна алгебра:

- Въвеждат се домашни задания непосредствено след всяко семинарно упражнение би довело до по-добре подготвени студенти на следващото, като по този начин да бъде освободено учебно време;
- По-лесната връзка за получаване на помощ от преподавател и взаимопомощта между самите студенти би трябвало да улеснят студентите в процеса на самоподготовка;
- Интерактивните методи на обучение би следвало да повишат мотивацията на студентите;
- Изтъкването на практическата приложимост на линейната алгебра би трябвало да доведе до допълнително мотивиране на студентите.

Очакванията ни при въвеждане на този организационен модел е чрез него да бъде постигната поставената цел в дисертационния труд.

Свързана с трета глава е публикацията (Petrov, et al., 2014). Схемата на организационния модел е представена на диаграма 1.



Диаграма 1. Разширена схема на организационния модел

Глава 4. Софтуерни компоненти за технологично подпомагане на процеса на самоподготовка по линейна алгебра за реализиране на организационния модел

Четвърта глава е фокусирана изцяло върху информационните технологии, използвани за практическата реализация на Уеб 2.0 обучението за процеса на самоподготовка. В началото на главата правим по-конкретен преглед на технологии за асинхронно Уеб 2.0 обучение – основно трите типа определяме като форуми, блогове и wikis, които разглеждаме и в самостоятелна публикация (Петров, 2010). Подробно сравнение на технологиите е направено и в (Miyazoe, et al., 2010).

Като основна платформа за развитие на Уеб 2.0 обучителния процес мотивираме избора на „дискусионен форум“. В своя най-стандартен вид той напълно покрива две от основните изисквания, които поставяме, а именно – засилване на интерактивното взаимодействие между студентите чрез провеждане на дискусии, от една страна, и по-лесния достъп до помощ от преподавател, от друга. По-късно обясняваме как част от компонентите на системата – основно представянето на записките от упражнения, мултимедийни и софтуерни продукти – са представени чрез допълнително разширение във вид, наподобяващ блог платформите. Основно внимание е отделено на системите за управление на учебно съдържание. Изказваме мнение, че правилното дългосрочно развитие на подобен проект би следвало да е фокусирано към интегрирането на планираните учебни ресурси в система за управление на учебно съдържание на университета, в който ще бъдат използвани. Причината да предпочетем самостоятелен SimpleMachines форум беше продиктувана от чисто практически фактори – използването на Moodle щеше да бъде съпроводено със значителни модификации

на системата, защото, според изследването ни в (Петров, 2011), използваните технологии за въвеждане и изобразяване на математически текст в Moodle не са ефективни за обучение по Линейна алгебра. Въпреки това е редно да се отбележи, че при бъдеща реализация на организационния модел, тези технически проблеми са решими.

Изборът на технологично средство за изобразяване на математически текст се оказва сравнително лесно – що се отнася до уеб форми има един категоричен лидер в областта: MathJax. Технологията позволява визуализиране на формулите чрез динамично подбиране на шрифт и големина спрямо заобикалящия ги текст, възможност за копиране на изобразените формули в MathML или LaTeX формат (което прави възможно за студентите да копират формули от сайта и да ги вмъкват в текстови редактори), както и за изобразяване на самите формули като обикновен текст (а не изображение) и така те могат да бъдат индексирани от търсачката на форума.

В (Петров, 2011) правим преглед на най-популярните технологични средства за вмъкване на математически текст в уеб форми. Заключение е, че към този момент няма технологично средство, което да покрива напълно поставените от нас критерии: максимално широка поддръжка на различни уеб браузъри без изискване от инсталация на допълнителен софтуер, лесен и удобен за работа интерфейс, който е достатъчно интуитивен (да не изисква допълнително обучение с цел изучаване от страна на студентите), както и възможност за вмъкване на код, който е копиран от други редактори. Изборът на технологично средство се оказва труден, но все пак, в крайна сметка, обосновахме избора на CodeCogs Equation Editor. При него вмъкването на формули от други софтуерни продукти е много лесно, защото работи със синтаксиса на LaTeX и освен това

предлага много удобни контроли за работа, като същевременно се поддържа от всички популярни уеб браузъри без изискване на допълнителни разширения. Основният му недостатък е, че редакторът не е изцяло визуален (с какъвто например са свикнали студентите в своето училищно образование с Equation Editor в Microsoft Word). Това обстоятелство е известен недостатък, защото би изисквало отделянето на определено време от страна на преподавателя за допълнително обучение на част от студентите.

От друга страна приехме горното като предизвикателство, понеже това би било едно допълнително и много полезно знание за обучаемите – особено за тези в педагогическите специалности. Един бъдещ учител по физика или математика е добре да бъде подготвен за работа с езика LaTeX и един такъв „преходен“ редактор, който е междинно звено между изцяло визуалните редактори и писането на код, би бил много подходящ старт за усвояване на тези знания. Допълнително се свързахме с разработчиците на редактора и допринесохме за неговото превеждане на български език. Двете технологични средства – MathJax и CodeCogs Equation editor – разглеждаме в публикацията (Петров, и др., 2013).

По повод научен проект № ДФНИ-И01/10 на Национален конкурс „Финансиране на научни и научноприложни изследвания в приоритетните области“ към Фонд *Научни изследвания* на Министерство на образованието, младежта и науката, доразвихме модела за автоматично оценяване при диалогово-обучаващите програми. Паралелно с тези изследвания започнахме да работим и с дипломанти от Технически университет – София, с които положихме усилия в разработката на прототипи на диалогово-обучаващи програми по различни теми от дисциплината Линейна алгебра. В (Дончев, 2012) разработихме “софтуер за самоподготовка по темата „Матрици и

операции с матрици”, в (Стоичков, 2012) – за “Квадратични форми”, а в (Стефанов, 2013) – за “Евклидови и унитарни пространства”. Особено втората и третата програми считаме за уникални понеже, поне ние, не успяхме да открием подобни чрез търсене в Интернет.

Като извод към четвърта глава твърдим, че подобрите софтуерни компоненти за технологично подпомагане на процеса на самоподготовка по Линейна алгебра покриват изискванията на предложения организационен модел:

- Като подходящи средства за подпомагане на самоподготовката на студентите са избрани:
 - Дискусионният форум SimpleMachines;
 - MathJax – за визуализиране на математически текст в уеб;
 - CodeCogs Equation Editor - за въвеждане на LaTeX код в уеб форми;
- Разработени са мултимедийни материали за улеснение на включването на студентите в процеса на електронно обучение с помощта на проект „Технологии и методика за разработване на мултимедийни симулационно базирани учебни обекти“, 2011 г., SRP група А, Проект № 6 към Югозападен университет „Неофит Рилски“;
- Теорията на автоматичното оценяване при диалогово-обучаващите програми е обогатено чрез адаптивна функционалност, насочена към разработчиците на учебно съдържание;
- Разработени са три софтуерни продукта за програмирано обучение, базирани на обновената теория на диалогово-обучаващите програми;
- Подбран е допълнителен софтуер за подпомагане на решаването на задачи по Линейна алгебра;

- Всички програмни компоненти са локализирани на български език.

Свързаните с четвърта глава публикации са (Петров, 2011) и (Петров, и др., 2013).

Глава 5. Планиране, провеждане и анализ на резултатите от педагогически експерименти

В пета глава описваме конкретните научни експерименти. В две последователни учебни години – 2011/2012 и 2012/2013 – проведохме общо 5 експеримента. В три от тях изпробвахме проектирания организационен модел, а в другите два проверихме влиянието само на някои фактори, т.е. при тях моделът беше приложен само частично.

Първият експеримент проведохме през 2011/2012 г. със специалности „Педагогика на обучение по математика и информатика“ (ПОМИ) като контролна група и „Педагогика на обучение по физика и математика“ (ПОФМ) като експериментална група. От самото начало на експеримента се знаеше, че има един сериозен проблем, който поставя под въпрос неговата обективност – експерименталната група имаше значително по-малко на брой студенти (12) спрямо контролната (20). Още по-сериозен обаче се оказа проблемът с нежеланието на студентите от експерименталната група да участват в процеса на самоподготовка. При контролната група имаше интерес към предаване на домашните работи, но студентите масово се отказаха, когато разбраха, че освен да предадат писмените си работи, те трябва и да ги защитят. При експерименталната група положението беше дори по-лошо – много малко студенти въобще

опитаха да предават домашни работи чрез дискуссионния форум. Това до голяма степен провали опитите за провеждане на интерактивни методи на обучение по време на семинарните упражнения. Студентите идваха неподготвени за семинарните упражнения и това доведе до невъзможност за прилагане на организационния модел в неговата пълнота. Като добавим и системните отсъствия на голяма част от студентите (и в двете групи), всичко това в крайна сметка доведе до резултат, че няма статистически значима разлика между контролната и експерименталната групи.

Учебна група	Брой студенти	Среден брой точки от ТК	Стандартно отклонение	U-тест на Ман-Уитни
Експеримент 1 входно ниво от дипломите $U = 99,5$ при $U_{crit} = 69$				
К. ПОМИ 2011/12	20	14,25	9,33	$U = 116$ $U_{crit} = 69$
Е. ПОФМ 2011/12	12	15,50	11,42	
Експеримент 2 входно ниво от дипломите $U = 213$ при $U_{crit} = 182$				
К. ПОМИ 2011/12	20	14,25	9,33	$U = 204$ $U_{crit} = 182$
Е. ПОМИ/ФМ 2012/13	25	25,36	25,72	
Експеримент 3 входно ниво от дипломите $U = 178$ при $U_{crit} = 112$				
К. Инф. 2+3 2012/13	18	22,61	16,92	$U = 149$ $U_{crit} = 112$
Е. Инф. 1 2012/13	25	30,48	23,61	

Таблица 1. Обобщени резултати от експерименти 1, 2 и 3

Неуспехът при експеримент 1 наложи известни корекции в експерименталния организационен модел. Като основна причина за липсата на позитивни резултати отчетохме негативното отношение на студентите към извършване на извънаудиторните дейности. Заплахата от получаване на ниски оценки явно не работеше като коригиращ тяхното поведение фактор – по наше мнение учебният предмет се струваше прекалено сложен за студентите, което ги караше да фокусират вниманието си предимно към други учебни предмети. Затова решихме в следващите два експеримента да приложим малко по-различен подход, който да мотивира допълнително студентите за участие в процеса на самоподготовка – участието в дискуссионния форум вече не беше представяно като тяхно задължение, а като възможност за улесняване на решаването на задачи от домашните им работи. Тази промяна в подхода от негативно задължение към позитивно отношение оказа строго положителен резултат.

В експеримент 2 използвахме контролната група от експеримент 1 – ПОМИ 2011/2012. За експериментална група използвахме сборната група ПОМИ/ПОФМ 2012/2013. Експерименталната група се състоеше от 25 студенти, което е повече спрямо контролната (20). Както се вижда от таблица 1, резултатите бяха окуражаващи. Средния брой точки от текущ контрол при експерименталната групата беше почти със 78% по-висок от този на контролната група. Данните за експерименталната обаче показват и много голяма дисперсия. Това естествено подкрепи наблюдението ни, че не цялата група, а само малка част от студентите в нея бяха повлияни значително от експерименталния модел. Останалата (по-голямата) част от студентите в експерименталната група имаха много отсъствия, не предаваха домашни работи и не проявяваха сериозен интерес към учебния предмет – точно както беше положението и в

контролната група. Прилагането на U-тест на Ман-Уитни потвърди това наблюдение като показва, че няма статистически значима разлика в медианите на контролната и експерименталната групи.

Експеримент 3 беше проведен паралелно с експеримент 2 през учебната 2012/2013 година при студенти от специалност “Информатика”. За разлика от другия експеримент, тук учебният предмет е „Линейна алгебра и аналитична геометрия“. За експериментална беше избрана първа административна учебна група (25 студенти), а контролната група (18 студенти) беше сформирана, като за статистиката бяха отсети само по-добрите студенти от другите две учебни групи – втора и трета. Резултатите (таблица 1) от проведения експеримент повтарят резултата от експеримент 2 – отново има сериозна разлика в средния успех между контролната и експерименталната групи, но отново има голямо стандартно отклонение в резултата на експерименталната група, а U-тест на Ман-Уитни показва, че липсва статистически значима разлика в медианите.

В експеримент 4 си поставихме цел да проверим каква част от студентите биха се включили в дискусияния форум доброволно. Избрахме една учебна група от специалност „Компютърни системи и технологии“ и представихме форума като допълнителна възможност към тяхното обучение. Студентите имаха право да избират сами дали да предават домашните си работи през дискусияния форум или да ги предават по традиционния начин – на хартиен носител. Статистиката показва, че около половината от студентите в групата се включиха в дискусияния форум с активност. Едва трима от тях обаче използваха форума, за да предават домашните си работи. Двама от тези трима студенти бяха с открито най-добри резултати в своята учебна група, а третият беше събрал

точки от текущ контрол над средното ниво. Останалите студенти, които се включиха в дискусияния форум, го използваха главно, за да свалят ресурси – основно записките от задачи, както и софтуерни продукти за подпомагане на решаването на задачи. Като цяло тук се потвърждава наблюдението ни, че технологиите за въвеждане на математически текст в компютър са това, което възпира студентите от пълноценно включване в обучението.

При експеримент 5 си поставихме за цел да направим проверка доколко дискусияният форум влияе на обучението като цяло при липса на разлика при семинарните упражнения. За контролна група използвахме специалност „Електроника“, а за експериментална „Комуникационна техника и технологии“ в Технически колеж към Югозападен университет „Неофит Рилски“. При контролната група домашните работи се предаваха на хартия, докато при експерименталната група беше въведено изискване те да бъдат предавани в електронен вид. Резултатите от експеримента са представени в таблица 2.

Група	U-тест на Ман-Уитни за входно ниво	Среден брой точки от контролни работи	Среден брой точки от текущ контрол	U-тест на Ман-Уитни за ТК
К. Електроника	U=159	3,75	31,56	U=113.5
Е. КТТ	U _{crit} =126	7,52	23,96	U _{crit} =126

Таблица 2. Обобщени резултати от експеримент 5

Прави впечатление, че студентите от контролната група получават по-малко точки на контролните работи, но имат по-висок среден брой точки от текущ контрол. Разликата идва от по-малкото предадени домашни работи при експерименталната група. U-тестът на Ман-Уитни показва, че има статистически значима разлика между двете групи, т.е. медианата на

експерименталната група е статистически по-малка от тази на контролната група. Този резултат потвърждава наблюдението ни от експеримент 4, че студентите изпитват затруднения при въвеждане на математически текст на компютър.

В края на пета глава описахме и резултатите от проведена анкета, попълнена по желание от 64 студенти от всички експериментални групи. Резултатите показаха, че задачите с практическа насоченост по-скоро са оставили убеждение при студентите, че Линейна алгебра е полезен предмет в практиката. Друг резултат от анкетата показва, че междупредметните връзки не се акцентират достатъчно изразено, както и че би било добре преподавателите да работят по-активно в тази посока. Двата въпроса, свързани с електронното обучение от експерименталния модел получават резултати предимно в двата полюса – малко под половината от студентите одобряват Уеб 2.0 обучението.

Резултатите от пета глава са докладвани в (Petrov, et al., 2014).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основата на проведените пет експеримента направихме *следните заключения*:

- Отхвърля се работната хипотеза;
- Приема се, че експерименталният организационен модел е повлиял значително само върху малка част от експерименталната учебна група;
- По-високият успех на студентите, които са повлияни от организационния модел в експерименталните групи, е следствие от интерактивните методи на обучение по време на семинарни упражнения;

- Избраните технологични средства в предложения организационен модел подпомагат предимно студентите с по-висока предварителна мотивация за учене;
- Системните отсъствия от семинарни упражнения са основен проблем при обучението на студентите;
- Във всички разгледани групи общата мотивация за участие в процеса на самоподготовка не е на достатъчно добро равнище. Заплахата от ниски оценки и въвеждането на по-строги срокове не довежда до подобрене. Позитивното отношение и предоставянето на нови възможности водят до значително по-добри резултати;
- Разработените диалогово-обучаващи програми за програмирано обучение не успяват да предизвикат достатъчен интерес дори при мотивираните студенти. Интегрираните уеб-базирани ресурси получават по-голямо внимание от страна на студентите спрямо софтуерните продукти, които изискват изтегляне и инсталиране.

Като *основни изводи за бъдещи научни изследвания в същата сфера* следва да се приемат:

- Интерактивните методи на обучение по време на семинарни упражнения водят до значителен положителен ефект при добре мотивираните студенти, но имат слабо въздействие върху тези с прекалено ниска мотивация;
- Уеб-базираните софтуерни продукти са по-популярни сред студентите и следва разработчиците на софтуер да се фокусират върху производството на такива;
- Уеб 2.0 обучението е ефективно само при добре мотивирани студенти. При слабо мотивирани студенти то се изразжда в стандартно уеб-базирано обучение;

- Технологиите за въвеждане на математически текст в уеб форми имат нужда от още по-активно развитие, защото на този етап са далеч от задоволяване на нуждите на електронното обучение по математика;
- Изследователите, които използват технологии за електронно обучение в своите експерименти, би следвало да предвидят интеграция на учебните си ресурси със система за електронно обучение (LCMS).

Основните причини за липсата на цялостен позитивен резултат от организационния модел в дисертацията бяха главно множеството отсъствия и липсата на интерес към учебния предмет от по-голямата част от обучаемите. Видно беше, че студентите изпитват затруднения не само при решаване на задачи по Линейна алгебра, но понякога дори и при извършване на по-прости аритметични действия. Друго съществено наблюдение е, че студентите засилваха своя интерес, когато им бяха демонстрирани междупредметните връзки на Линеината алгебра с предмети като Аналитична геометрия и Увод в програмирането, както и когато им бяха показвани практически ориентирани задачи от други сфери. Въпреки това мнението ни е, че мнозинството от студентите не успяха да изградят цялостна визия за важността на учебния предмет и мястото му в учебната програма.

Смятаме, че организационният модел не успя да въвлече студентите с по-слаба предварителна мотивация в активно участие по време на семинарните упражнения и в процеса на самоподготовка поради две основни причини: ниското равнище на знания и умения по математика от средното образование, от една страна, и липсата на достатъчна информираност за важността на това да бъде изучаван всеки един учебен предмет от учебната им програма, от друга. Предполагаме, че

организационният модел би имал значително по-добър успех, ако студентите имат по-ясна предварителна представа за полезността на знанията, които ще получат – не само от конкретния учебен предмет (Линейна алгебра), но и от обучението във висшето училище като цяло. Това би следвало да изостри вниманието на студентите към междупредметните връзки и би предотвратило негативната тенденция за това „по-трудните“ учебни предмети да бъдат пренебрегвани. Предлагаме подобен ефект да бъде потърсен чрез провеждане на курс от типа „Въведение в специалността“, в който опитни преподаватели да демонстрират по атрактивен начин цялостната визия на учебната програма и да изтъкват важността на всеки един учебен предмет от нея. Предложената промяна на общия организационен модел е представена на диаграма 2.



Диаграма 2. Промяна в общия организационен модел

ОСНОВНИ ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

- *Научно-приложни* –
 - Теорията за програмирано обучение чрез диалогово-обучаващи програми е прецизирана и обогатена. Поставени са основите за нейното ефективно свързване с Уеб 2.0 обучението;
 - Разработен е модел за автоматично оценяване в диалогово-обучаващи програми;
 - Разработен е организационен модел за провеждане на семинарни упражнения и самоподготовка по линейна алгебра, технологично подпомогнати чрез средства за уеб 2.0 обучение;
- *Приложни* –
 - Разработена е система от задачи от областта на математическото моделиране, които се решават с апарата на линейната алгебра;
 - Разработени са първи прототипи на диалогово-обучаващи програми за целите на обучението по линейна алгебра;
 - Направен е анализ на различни технологии за въвеждане и изобразяване на математически текст в уеб форми;
 - Адаптирани и практически изпробвани са интерактивни методи за обучение по линейна алгебра.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] **Андреев М., Цветанова-Чурукова Л., Тодорина Д.,** „Дидактика“, Университетско издателство „Неофит Рилски“, **2000 г.**
- [2] **Бижков Г., Краевски В.,** „Методология и методи на педагогическите изследвания“, Университетско издателство „Св.Климент Охридски“, София, **2007 г.**
- [3] **Бижков Г., Краевски В.,** „Основни методологически изисквания към дисертационните изследвания и типични грешки при тяхната реализация“, сборник „Теория и методология на обучението по естествени науки и математика“, Университетско издателство „Неофит Рилски“, Благоевград, **2009 г.**
- [4] **Ганчев И.,** „Препоръчителни идеи за разработване и за рецензиране на дисертации, хабилитационни трудове, доцентури и професури по научната специалност 05.07.03“, сборник „Теория и методология на обучението по естествени науки и математика“, Университетско издателство „Неофит Рилски“, Благоевград, **2009 г.**
- [5] **Гюдженев И.,** „Методиките на обучението във висшите училища – необходимост и възможност“, университетско издателство „Неофит Рилски“, Благоевград, **2007 г.**
- [6] **Дичева Д.,** „Интелигентни системи за обучение“, Tempus Jen 1497, Софтех, София, ISBN 954-8495-07-4, **1997 г.**
- [7] **Дончев Д.,** „Интерактивен обучителен софтуер по избрани теми от Линейна алгебра“, дипломна работа за бакалавър за специалност КСТ, ФКСУ към Технически университет – София, дипломен ръководител ас. Филип Петров, **2012 г.**
- [8] **Дурева Д.,** „Теориите за стиловете на учене и електронното обучение“, Национален семинар за електронно обучение, проект ВУ МИ-111/2006, НФ „Научни изследвания“, МОН, **2007 г.**
- [9] **Дурева Д.,** „Интерактивните методи и технологии на електронното обучение – една реализация в смесен (blended) модел на обучение“, Интерактивните методи в съвременното образование, стр. 96-100, „Санин - Н и Н“ ООД, Благоевград, **2010 г.**
- [10] **Исуфов Р.,** „Компютърни диалогово-обучаващи програми“, дипломна работа, ВТУ, **1999.**
- [11] **Исуфов Р.,** „Обучаваща програма по темата ‘форматиране на клетка в електронна таблица’ ”, стр. 502-507, Международна научно-практическа конференция "Предизвикателствата на информационното общество пред статистиката и математиката - XXI век ", Свищов, 16-18 октомври, **2003.**

- [12] **Исуфов Р.**, “Един начин за рационално използване на компютър в обучението по математика”, доклади от XXXIII Пролетна конференция на СМБ, стр. 343-348, Боровец, 1-4 април, **2004**.
- [13] **Каракашева Л.**, „Съвременен модел на семинарни упражнения, осигуряващ повишаване ефективността на обучението по математически анализ“, автореферат на дисертация, Благоевград, **2011 г.**
- [14] **Каракашева Л.**, „Съвременен модел на семинарни упражнения, осигуряващ повишаване ефективността на обучението по математически анализ“, Четиридесет и първа пролетна конференция на Съюз на математиците в България, Боровец, 9-12 април, **2012 г.**
- [15] **Мирчев И.**, „Технологичен модел в обучението по математика“, Университетско издателство „Неофит Рилски“, Благоевград, **2006 г.**
- [16] **Николов П., Георгиев Л., Мадолев В.**, „Психология на университетското обучение“, Университетско издателство „Неофит Рилски“, Благоевград, **2007 г.**
- [17] **Паев К.**, „Активни методи и форми на обучение при работата със студентите по история“, Известия на катедра „Българска история и археология“ и катедра „Обща история“ – ЮЗУ „Неофит Рилски“, Благоевград, 1, **2003 г.**
- [18] **Петров Ф.**, “Среда за разработване на диалогово-обучаващ софтуер”, дипломна работа, СУ „Св. Климент Охридски”, Факултет по Математика и Информатика, **2008**.
- [19] **Петров Ф.** – „Уеб 2.0 обучение по математика“, Синергетика и рефлексия в обучението по математика, Университетско издателство “Паисий Хилендарски”, стр. 445-452, ISBN 978-954-423-621-2, Пловдив, **2010 г.**
- [20] **Петров Ф.** – “Технологии за въвеждане и изобразяване на математически формули в Уеб 2.0 приложения”, Образованието в информационното общество, Асоциация “Развитие на информационното общество” и “Институт по математика и информатика” към БАН, стр. 200-209, ISSN 13140752, Пловдив, **2011 г.**
- [21] **Петров Ф., Исуфов Р.** – „Интернет базирана среда за разработка на диалогово-обучаващи програми по математика“. Математика и математическо образование СМБ, София, Издателство на БАН, стр. 312-319, ISSN 1313-3330, **2009 г.**
- [22] **Петров Ф., Дурева-Тупарова Д.** – “Практически пример на технологични средства за реализиране на Уеб 2.0 обучение по математика”, Математика и информатика – научно-методическо списание, година LVI, кн. 3, стр. 258-266, ISSN 1310-2230, **2013 г.**

- [23] **Стефанов М.**, „Софтуер за електронно обучение на тема ‘Евклидови и унитарни пространства’ от Линейна Алгебра“, дипломна работа за бакалавър за специалност КСТ, ФКСУ към Технически университет – София, дипломен ръководител ас. Филип Петров, **2013 г.**
- [24] **Стоичков В.**, „Интерактивен софтуер за обучение по тема „Квадратични форми“ от Линейната алгебра“, дипломна работа за бакалавър за специалност КСТ, ФКСУ към Технически университет – София, дипломен ръководител ас. Филип Петров, **2012 г.**
- [25] **Тодорина Д.** „Форми на обучение“, издателство “Санин – Н и Н“ ООД Благоевград, **2011г.**
- [26] **Тупаров Г., Дурева Д.** „Електронно обучение, Технологии и модели“, университетско издателство „Неофит Рилски“, **2008.**
- [27] **Cowen C.**, “On the Centrality of Linear Algebra in the Curriculum”, The Deborah and Franklin Teper Haimo Award for Distinguished College or University Teaching at the Joint Meetings, Jan. 10, San Diego, California, **1997.**
- [28] **Dorier J.**, “On the Teaching of Linear Algebra”, Mathematics Education Library, Vol. 23 ISBN: 978-0-7923-6539-6, **2000.**
- [29] **Dorier J.**, “Teaching Linear Algebra at University”, ICM 2002, Vol. III, 1–3, **2002.**
- [30] **Gantchev I., Grozdev S.**, “On Two Fundamental Approaches to the Development of Scientific Knowledge and Their Implementation in Didactics of Mathematics”, Proceedings of the 6th Mediterranean Conference on Mathematics Education, Plovdiv, **2009.**
- [31] **Governor J., Hinchcliffe D., Nickull D.** “Web 2.0 Architectures”, O’Reilly **2009.**
- [32] **Graf S., Rita S., Leo T., Kinshuk**, “In-Depth Analysis of the Felder-Silverman Learning Style Dimensions”, Journal of Research on Technology of Education, 40(1), **2007.**
- [33] **Hong Lu, Lei Jia, Shu-hong Gong, Bruce Clark**, “The Relationship of Kolb Learning Styles, Online Learning Behaviors and Learning Outcomes”, Educational Technology & Society, 10 (4), 187-196, **2007.**
- [34] **Iusfov R.; Petrov Ph.**– „First Steps in Constructing a Theory of Educational Dialogue Computer Programs“, MASSEE International Congress on Mathematics MICOM, Proceedings Education, pages from 115 to 122, ISBN 978-9989-646-40-9, Ohrid, **2009.**
- [35] **Jaworski B., Treffert-Thomas S., Bartsch T.**, “Linear Algebra with a Didactical Focus”, NAW 5/12 nr. 4 December, **2011.**
- [36] **Klapsinou A., Gray E.**, “The Intricate Balance Between Abstract and Concrete in Linear Algebra”, Proceedings of the 23rd Conference of the

- International Group for the Psychology of Mathematics Education (Vol. 3, pp. 153-160), Haifa, Israel, **1999**.
- [37] **March T.**, “Working for the Web Education”, Classroom Connect Conference, Anaheim, November 20th **1996**.
- [38] **Miyazoe T., Anderson T.**, “Learning Outcomes and Students’ Perceptions of Online Writing: Simultaneous Implementation of a Forum, Blog and Wiki in an EFL Blended Learning Setting”, System – an International Journal of Education Technology and Applied Linguistics, ISSN 0346-251X, Volume 38, Issue 2, June, **2010**.
- [39] **Moore M.**, “Handbook of distance education”, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., **2003**
- [40] **Musser J., O’Reilly T.**, “Web 2.0 Principles and Best Practices (O’Reilly Radar)”, O’Reilly Media, ISBN 978-0596527693, **2006**
- [41] **Petrov Ph.; Popov A.; Isufov R.** – “Standardization of the Development of Educational Dialogue Computer Programs”, Proceedings of the 6th Mediterranean Conference on Mathematics Education, pages from 99 to 111, ISBN 978-9963-9277-9-1, Plovdiv, **2009**.
- [42] **Petrov Ph.; Gyudzhenov I.; Tuparova D.** – „Adapting Interactive Methods in the Teaching of Linear Algebra – Results from Pilot Studies“, Procedia-Social and Behavioural Sciences Journal, ISSN: 1877-0428, **2014**.
- [43] **Richmond A., Cummings Rh.**, “Implementing Kolb’s Learning Styles Into Online Distance Education”, International Journal of Technology in Teaching and Learning, 1(1), 45-54, **2005**.
- [44] **Ryan M., Martens G.**, “Planning a College Course: A Guidebook for the Graduate Teaching Assistant”, Ann Arbor: University of Michigan, National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning, **1989**.
- [45] **Soles C., Moller L.**, “Myers Briggs Type Preferences in Distance Learning Education”, IJET - International Journal of Educational Technology, **1999**.
- [46] **Uhlig F.**, “The Role of Proof in Comprehending and Teaching Linear Algebra”, Educational Studies in Mathematics 50.3, 335–346p, **2002**.
- [47] **Uhlig F.**, “A New Unified, Balanced and Conceptual Approach to Teaching Linear Algebra”, Linear Algebra and Its Applications, Vol. 36(1), 147-159, **2003**.
- [48] **Waliullah S.**, “Didactical Problems Related to Linear Algebra”, статия, публикувана на уеб сайта на департамента по математика на Университета в Стокхолм на адрес <http://kurser.math.su.se/>, **2007**.
- [49] **Wu H.**, “Computer Aided Teaching in Linear Algebra”, The China Papers, Issue 3, July **2004**.

ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. **Петров Ф., Исуфов Р.** – „Интернет базирана среда за разработка на диалогово-обучаващи програми по математика“. Математика и математическо образование СМБ, София, Издателство на БАН, стр. 312-319, ISSN 1313-3330, **2009 г.** Доклад на XXXVIII пролетна конференция на СМБ, Боровец, **1-5 април 2009 г.**
2. **Petrov Ph., Popov A., Isufov R.** – “Standardization of the Development of Educational Dialogue Computer Programs”, Proceedings of the 6th Mediterranean Conference on Mathematics Education, p. 99-111, ISBN 978-9963-9277-9-1, Plovdiv, **2009**. Reported on the 6th Mediterranean Conference on Mathematics Education, Plovdiv, 22-26 **April 2009**.
3. **Isufov R., Petrov Ph.** – „First Steps in Constructing a Theory of Educational Dialogue Computer Programs“, MASSEE International Congress on Mathematics MICOM, Proceedings Education, pages from 115 to 122, ISBN 978-9989-646-40-9, Ohrid, **2009**. Reported on MASSEE International Congress on Mathematics MICOM 2009, Ohrid, Republic of Macedonia, **16 – 20 September, 2009**.
4. **Петров Ф.** – „Уеб 2.0 обучение по математика“, Синергетика и рефлексия в обучението по математика, Университетско издателство “Паисий Хилендарски”, стр. 445-452, ISBN 978-954-423-621-2, Пловдив, **2010 г.** Доклад на юбилейната международна конференция Бачиново, посветена на 60 г. на проф. Сава Гроздев, Благоевград, **10-12 септември 2010 г.**
5. **Петров Ф.** – “Технологии за въвеждане и изобразяване на математически формули в Уеб 2.0 приложения”, Образованието в информационното общество, Асоциация “Развитие на информационното общество” и “Институт по математика и информатика” към БАН, стр. 200-209, ISSN 13140752, Пловдив, **2011 г.** Доклад на Четвъртата национална конференция “Образованието в информационното общество”, Пловдив, Дом на учениците, **26-27 май 2011 г.**
6. **Петров Ф., Дурева-Тупарова Д.** – “Практически пример на технологични средства за реализиране на Уеб 2.0 обучение по математика”, Математика и информатика – научно-методическо списание, година LVI, кн. 3, стр. 258-266, ISSN 1310-2230, **2013 г.**
7. **Petrov Ph., Gyudzhenov I., Tuparova D.** – „Adapting Interactive Methods in the Teaching of Linear Algebra – Results from Pilot Studies“, Procedia-Social and Behavioral Sciences Journal, ISSN: 1877-0428, **2014**. Reported on 6th World Conference on Educational Sciences, Malta, **February 06-09, 2014**.

ANNOTATION IN ENGLISH

The dissertation presents an organizational model for effective teaching of Linear Algebra. Interactive methods of education are presented in the seminar exams with a high emphasis on the practical-oriented problems and the interdisciplinary relationships with other subjects from the curriculum. The homework activities are leaded through Web 2.0 education via discussion forum where students read and share materials, use multimedia and software, discuss different topics and provide solutions to their homework assignments.

At the end, the study presents the results of five experiments which test the organizational model. In the pedagogic specialties the results show that the use of the organizational model leads to a higher average score in the evaluations; however it only affects the better motivated students but not the whole group. The students with less drive and motivation tended to repeat previous performances regardless of the available interactive methods, software products and discussion forum. The same results repeated in the specialty Informatics; however with less dispersion in the results. The results from the last two experiments show that the use of the Web 2.0 technologies for submitting homework assignments was more a drawback than a positive – this concludes that the increase in the average scores of the main experiments was mainly due to the interactive methods of education and the practical problems discussed in class.

As a conclusion of the experiment we propose that the university should introduce a new subject “Specialty Introduction” which should be presented to new students before the start of the first course. That subject should emphasize on the interdisciplinary relationships – that way it will point to the new students that every subject in the curriculum is important and should motivate them better to study even subjects that are not much attractive to them.

ДЕКЛАРАЦИЯ ЗА ОРИГИНАЛНОСТ:

Декларирам, че настоящата дисертация съдържа оригинални резултати, получени при проведени от мен научни изследвания (с подкрепата и съдействието на научните ми ръководители). Резултатите, които са получени, описани и/или публикувани от други учени, са надлежно и подробно цитирани в раздел „използвана литература“.

Настоящата дисертация не е прилагана за придобиване на научна степен в друго висше училище, университет или научен институт.

Подпис:

/Филип Петров Петров/