

**СПЕЦИАЛИЗИРАН НАУЧЕН СЪВЕТ ПО ТЕОРИЯ
И МЕТОДОЛОГИЯ НА ПРЕПОДАВАНЕТО И ОБУЧЕНИЕТО
ПО ЕСТЕСТВЕНИ НАУКИ И МАТЕМАТИКА ПРИ ВАК**

**ШУМЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ
"ЕПИСКОП КОНСТАНТИН ПРЕСЛАВСКИ"**

Галина Димитрова Момчева-Гърдева

**ЕВРИСТИЧНИ СХЕМИ
ЗА РЕШАВАНЕ НА ЗАДАЧИ ПО ДИСЦИПЛИНАТА
„СТРУКТУРИ ОТ ДАННИ И АЛГОРИТМИ”
В УНИВЕРСИТЕТСКИТЕ КУРСОВЕ**

АВТОРЕФЕРАТ

**на дисертационен труд
за присъждане на образователната и научна степен
„доктор” по научна специалност 05.07.03
„Методика на обучението по информатика и
информационни технологии”**

**София
2010**

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на разширено заседание на катедра "Методика на обучението по математика и информатика" при Факултета по математика и информатика на ШУ „Епископ Константин Преславски“ на 02.03.2010 г.

Дисертационният труд съдържа 190 страници, 6 страници с използвана литература и приложение с обем 25 страници. Използваната литература включва 178 източника, от които 82 на латиница.

Списъкът на авторските публикации се състои от 8 заглавия.

Автор: Галина Димитрова Момчева-Гърдева

Заглавие: Евристични схеми за решаване на задачи по дисциплината „Структури от данни и алгоритми“ в университетските курсове

Тираж: 100 бр.

Защитата на дисертационния ще се състои на 08.06.2010 г. от 15,00 ч. в зала № 2 на СУ "Св. Кл. Охридски" на открито заседание на Специализирания научен съвет по теория и методология на преподаването и обучението по естествени науки и математика при ВАК.

Материалите по защитата са на разположение на интересувашите се в СУ "Св. Кл. Охридски" – Ректорат, Северно крило, ет. 2, каб. 267А, във вторник и четвъртък от 13,00–15,00 ч.

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

АКТУАЛНОСТ НА ПРОБЛЕМА

Решаването на задачи, вземането на решения и разрешаването на проблеми съпътстват целия ни съзнателен живот. При това разрешаването на един проблем е толкова по-ефективно, колкото сме по-запознати с конкретната област на приложението му и конкретните условия, в които се проявява. Адекватното вземане на решение в конкретна ситуация зависи от общата ни подготовка по разрешаване на проблеми, от способността ни да прилагаме общи стратегии, а също и от познаването на специфични ефективни решения.

Нарастващият обем информация изисква от съвременния човек качества като: инициативност, изобретателност, предприемчивост, способност за бързо и безгрешно приемане на решения, а това е невъзможно без умението да се работи творчески и самостоятелно. Затова проблемът за развитието на творческите способности на обучаемите е един от най-актуалните.

Основна характеристика на академичното преподаване е възможността за научноизследователска дейност (НИД). Недоизяснена, според Илиева, е системата преподаване – НИД – учене.[15]

В книгата си "How to Solve It: Modern Heuristics" Збигнев Михалевич и Дейвид Фогел [42] близо 50 години след написването на книгата на Пойа дават нейното естествено продължение, отнесено към актуалните алгоритмични проблеми с техните характеристики и ограничения.

Подходите, които те предлагат за решаването на трудни за решаване проблеми, са два: прилагане на точно решение на приблизителен модел или прилагане на приблизително решение на точен модел. Друга характеристика на съвременните проблеми според Михалевич и Фогел е тяхната динамика, „те се променят преди да ги моделирате, по време на моделирането им и след като изпълните решението си”.

Разглеждането на такива подходи се обосновава от необходимостта им за практиката във връзка с неопределени проблеми, които, както и дискретните, са също реално съществуващи.

Предложените схеми не бива да ограничават свободата на мисленето и в случая обучаемият да бъде принуден да рамкира своите мисли, защото е възможно да състави модел на друга практически приложима обща или специфична схема на действие.

Посочените по-горе и много други, предоставени в разработката наблюдения, факти, успешни и неуспешни експерименти доказват необходимостта от нови разработки по предложената тематика.

II. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Основната цел е да се оптимизира обучението по дисциплината „Структури от данни и алгоритми“ във висшето училище чрез използване на евристични схеми.

Основните задачи са:

Задача 1. Да се проследи и анализира изучаването на структурите от данни и алгоритмите в българските и чуждестранните университети.

Подзадачи:

1.1. Да се анализира научната, учебната и методическата литература, свързана със съдържанието на обучението по „Структури от данни и алгоритми“.

1.2. Да се установят трудностите, които срещат студенти и преподаватели при обучението по тази дисциплина.

1.3. Да се проучат нуждите на практикуващите в софтуерния бизнес по отношение на знанията/уменията и компетентностите по дисциплината.

1.4. Да се направи класификация на задачите по СДА.

Задача 2. Да се изследва опитът от използването на евристични схеми за решаване на задачи по математика и информатика.

Подзадачи:

2.1. Да се анализира научната, учебната и методическата литература по отношение на произхода и приложението на понятията евристика и евристична схема.

2.2. Да се изследват използвани евристични схеми в обучението по математика.

2.3. Да се създадат евристични схеми, приложими в обучението по СДА.

Задача 3. Да се изследва ефективността от обучението по СДА с прилагане на предложените евристични схеми за постигане на целите на обучението и за професионалното развитие на обучаемите.

Обект на изследване в дисертацията е процесът на обучение на студенти в решаването на задачи по дисциплината „Структури от данни и алгоритми“.

Предмет на изследване са използваните методи, техники и схеми при решаването на задачи по време на обучението на студенти по дисциплината „Структури от данни и алгоритми“.

Основната хипотеза на дисертационния труд е, че използването на представените евристични схеми подпомага процеса на професионалното израстване на студентите в областта на програмирането.

III. СТРУКТУРА И ОБЕМ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертацията е структурирана в увод, три глави, заключение, списък на авторските публикации по темата, списък с използвана литература и приложения.

Обемът на дисертацията е 190 страници, от които на използваната литература са отделени 6 страници, а на приложенията – 25. Използваната литература включва 178 заглавия, от които 96 са на български език, а 14 са източници в интернет. Списъкът на публикации на докторанта по темата се състои от 8 заглавия.

Глава I е разделена на три параграфа: обучението по СДА, проблеми и задачи, евристика и евристични схеми. В главата е направен преглед на учебното съдържание по дисциплини, изследван е опитът в обучението по дисциплината у нас и в чужбина, анализирани са масово използваните учебни пособия. Проследено е развитието на понятието „задача“ и отношението му към понятието

„проблем” в обучението по математика и по СДА. Изучени са евристики и евристични схеми за решаване на задачи по планиметрия. Разгледани са съвременни евристики за решаване на NP трудни задачи.

В глава II са описани предложените от автора на дисертацията евристични схеми за подобряване на обучението по СДА.

Глава III е посветена на описание на изследването и запознаване с резултатите от него.

В **Заключението** се посочени приносните моменти и се разглеждат перспективите за бъдещо развитие на методическите проблеми разгледани в дисертацията.

В **Приложенията** са предоставени някои документи, съпътстващи изследването.

IV. КРАТКО СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Глава I. Обучението по СДА и теорията на разработването на евристични схеми за решаване на задачи

В първа глава от настоящата дисертация е направен преглед на компютърните специалности в различни университети у нас и в чужбина, проследени и анализирани в светлината на препоръчаното учебно съдържание на работните групи от АСМ. [53] Разгледани са в детайли видовете специалности, и изискванията към завършващите в тях студенти. Проучени са учебните програми по СДА на 10 известни университета по света и са направени необходимите изводи за използване на подходи и методи на обучение по СДА, езици за програмиране и учебна и специализирана литература. (Skiena [49], Cormen [30], Goodrich, Tamassia [33]) Отбелязана е ролята на практическите задания в подготовката на студентите.

В главата още са описани резултатите от срезови изследвания върху целите и резултатите от обучението по СДА – мнения от преподавателската практика, съотнесени към нуждите на практиката. Направен е анализ и на използваните структури от данни и алгоритми в учебните програми на университетите в страната. Класифицирани са най-необходимите според представителите на бизнеса структури от данни и алгоритми, наложили се в личния им професионален опит.

За нуждите на обучението на студентите в университетите такъв вид проучвания са необходимост, целяща повишаване на ефективността не само от преподаването на дисциплината СДА, но и на академичното образование изобщо.

Издаваме становище, че национални организации и сдружения в страната (като BYTE, BASSCOM, ICT Cluster и др.) могат да бъдат постоянен двигател на това сближаване (между бизнеса и академията) в областта на компютърните науки и във връзка с професионалната реализация на студентите чрез провеждане на периодични изследвания по модела на вече направеното от нас.

Във втория параграф на първа глава са разгледани в дълбочина понятията „проблем” и „задача” и са цитирани множество автори, допринесли за развитието и систематизирането на тези знания. (Ганчев [10], Дурева [14]) Разгледани са още и съпътстващите ги теории, свързани с процеса на решаване на задачи. В най-скорошните изследвания в областта на състезателната информатика се открояват заслугите на Гъров [12] и Йовчева [16]. В заключение е синтезирано разбирането за задача по СДА, което е едно от ключовите понятия в тази дисертация.

Задачата по СДА има проблемен характер (Портев, Окон). Всяка такава има още: описание, отговарящо на предметна област (или сюжет) и ограничения (време, памет).

Задачата по СДА според нас е понятие, чието описание може да се изведе чрез синтезиране на свързаните с него понятия: задача по математика, задача по ИТ, задача по информатика и състезателна задача по информатика (виж схема 1).



Схема 1

Направена е класификация на задачите по СДА и е описано отношението на автора към обучението чрез задачи. Проучени са различни типологии и класифициации на СДА (например Hansen [34]).

Изучени са публикувани общи евристики и евристични схеми за решаване на задачи по математика. (Пойа [27], [28], Армутлийска [1], Дункер [13], Николов [25], Скафа [29], Петров [26]) Разгледани са съвременни евристики за решаване на NP трудни задачи. [42], [39] Анализирани са използваните евристики по отношение на предназначението им, използването на техники на програмиране в тях и стратегии за търсенето на решение (пълно и частично търсене).

ИЗВОДИ ОТ ГЛАВА I

1. Общоприетият стил на преподаване по дисциплината създава условия придобитите знания и умения да имат фрагментарен характер по отношение на формиращата се професионална компетентност на студентите.

2. При обучението по СДА липсва или е слабо развит акцентът върху проектирането.

3. Още по време на обучението си студентът трябва непрекъснато да бъде обучаван да мисли.

4. Още по време на обучението си студентът трябва да бъде обучаван и как да се самообучава.

Глава II. Оптимизиране на обучението по структури от данни и алгоритми с използване на евристични схеми

Във втора глава са описани използваните в процеса на изследване за оптимизирането на обучението по дисциплината евристични схеми заедно с условията им за прилагане.

Предлаганите схеми са в подкрепа на развитие на творчеството продуктивното мислене. [8], [11], [35], [37]

Настоящата дисертация предлага комплексно изследване, съставено от отделни зависими компоненти. На различни етапи в него се извършва SWOT анализ за обучението по СДА, целта на който е да покаже състоянието на проблема след последователно или паралелно прилагане на определени мерки (евристични схеми, базови евристики и др.). Така се установяват причините, силните и слабите страни, последиците. Проследяват се настъпилите промени в знанията, уменията и отношението към дисциплината.

Описаните евристични схеми не са използвани самоцелно, а са подчинени на общата идея за подобряване на процеса на обучение.

Холистичен подход при изучаване на „Техники на програмиране“

При обучението по „Техники на програмиране“ (организирано във ВСУ като самостоятелна дисциплина) е приложен холистичен подход, чрез който техниките на програмиране – динамично оптимизиране, гриди и разделяй и владей, се усвояват паралелно, чрез сравнителен анализ между тях.

Целта на такъв подход е да намали негативите от масово използвания за изучаването им в последователност, когато за обучаемия остава неизвестно как се определя коя техника трябва да се използва.

Друга полезност от този подход е, че може да се оптимизира общото време на провеждане на лекционния курс, да се представят техниките схематично и да се установят условията за прилагането им.

В резултат на това обучение се променя отношението на студентите към дисциплината и изучаваното в нея съдържание, описано в таблица 1.

Таблица 1

	Процент активни към проблеми, свързани с дисциплината, студенти		
	III курс Задочно обучение	III курс Редовно обучение	IV курс Редовно обучение
ТП – нов стил	–	85 %	–
ТП – стар стил	20 %	–	5 %

Студентите не заучават само въпросите от конспекта, а изграждат отношение към прилагане на техниките в практиката. В този смисъл изложението може да се допълни и с изпитните материали, използвани при оценяване на знанията им. В тях присъстват въпроси, в които по даден анализ на решение на задачи студентите разпознават използвана техника. Включени са и задания, в които се изисква създаването на модел на решаване на задачата.

Евристични схеми с използване на шаблони

В дисертационния труд е представена разработената и публикувана методика за обучение по алгоритми и структури от данни с използване на шаблоните от библиотеката STL в C++.[18]

Използването на шаблони в софтуерното производство не е мода, а е ежедневна практика. [9], [40]

В дисертацията са разгледани примери за използване на стек/опашка и др., придружени с конкретни задачи, и са обсъдени варианти на техни решения.

По време на такова обучение студентите разполагат с информация по фактологията на съдържанието на темите, организирана във вид на помощни файлове.

Например:

Стекът е абстрактен тип данни, който съхранява елементи от произволен тип. Вмъкването и изтриването на елементи в него се извършва по схемата "Last In First Out". Директен достъп се осъществява само до елемента във върха на стека.

Стековете от стандартната библиотека на C++ поддържат следните функции:

Таблица 2

#include <stack>	
stack <typename> s	s-стек от елементи от тип typename
s.push(x)	Включване на елемент x в стека
s.pop()	Премахване на елемента от върха на стека
s.top()	Достъп до елемента във върха на стека
s.empty()	Проверка дали стекът е празен
s.size()	Връща броя на елементите в стека

В публикуваната разработка на Капралов и Момчева [18] се използва паралелно усвояване на структури от данни (стек/опашка/приоритетна опашка) чрез сравнителното им изучаване с отчитане на приликите и разликите между тях.

Задачите в описаната методика са разделени функционално на три групи: за осмисляне на структури, за програмиране на известен алгоритъм с използване на структури от данни и задачи за решаване на проблемни ситуации.

Задачи за осмисляне на операциите със структури и изучаване на функциите.

Цел: Усвояване на общите за трите структури операции.

Цел: Усвояване на специфичните за трите структури операции.

Цел: Комбиниране на операции с цел промяна на съдържанието на структурата.

Примерни задачи за използване на структури по дадено описание на алгоритъма.

Цел: По описан алгоритъм да се напише решение.

Примерни задачи, в които обучаемият моделира използването на съответните структури.

Приликата на описаните в тази категория задачи с някои от предходните е в наличието на проблемна ситуация, която трябва да се моделира. Разликата е в липсата на модел. Студентите трябва да се научат да моделират. Преподавателите по дисциплината трябва да минат през трите етапа задачи. Задълбочаването във всяка категория обаче зависи от конкретните дадености за съответните обучаеми (и преподаващи).

През последните години разширяването на дейността по подготовка на ученици (и студенти) – състезатели по информатика, даде възможност и за достъп до много нови ресурси (виж <http://infoman.musala.com> и <http://campion.edu.ro>), които може да се използват в курсовете по структури от данни и алгоритми и да освежат общия имидж на дисциплината. Цитираните задачи се характеризират с това, че имат сюжет и ограничения, те дават възможност на обучаемия да направи модел на задачата (да си състави алгоритъм), който впоследствие да програмира на избран език за програмиране. Ползността от тези задачи е и в това, че на повечето места, където са публикувани, има и решения, както и примерни тестове. Подборът на такива задачи дава възможност и за съставяне на изпитни материали, което ще бъде предмет на наша бъдеща работа.

Някои задачи, подходящи за тази група, са :

Задача. Кръг 4, 2005/2006 г. от <http://campion.edu.ro>.

Задача. Кръг 3, 2005/2006 г. Елегантно решение с използване на четири опашки от <http://campion.edu.ro>.

Задача. ВЕГАС, (Г. Момчева. Осма национална лагер-школа по информатика).

Добър пример в подкрепа на тази идея е алгоритъмът за Ойлеров път/цикъл, в едно от описанията на който в Липски се използват два стека. Интересна реализация на посочения алгоритъм – с използване на едномерен масив – има в статия на Капралов. [17]

Този вид задача може да бъде преформулирана в стила на изложеното тук разбиране за задача, т.е. да се „облече“ в ситуация, предметна област, да ѝ се даде сюжет, но би могла да бъде и проста последователност от стъпки за кодиране чрез програмен код в едно занятие по дисциплините по програмиране. Такива задачи използ-

ваме при обучението по програмиране и при кодирането на някои алгоритми по комбинаторика.

Разнообразието от видове задачи, решавани по време на обучението, предполага изграждане на устойчивост на придобитите знания и умения, но преди всичко повишаване на мотивацията за изучаване на дисциплината, поради което смятаме, че търсенето на нови подходи в учебния процес е не само полезно, но и задължително.

ЕВРИСТИЧНА СХЕМА 1

За решаване на задачи по СДА с използване на операции, типични за СДА стек и опашка

1. Разберете условието на задачата:

- Създайте чертеж.
- Подберете обекти.
- Определете отношенията между тях.

2. Съставете план.

3. Проведете своя план:

- Изпълнете/разпишете примера на лист.
- Сметнете и проверете стойностите с компютър (Calculator, Excel, помощна програма).
- Проверете дали програмата дава верни резултати.
 - Как да я проверим, ако предполагаме, че работи.
 - Как да я проверим, ако предполагаме, че не работи.

4. Поглед назад:

- Проверка на верността на плана.
- Рефлексия – какво се искаше, какво направихме, къде се затруднихме, как го преодоляхме, какво научихме.
 - Направил ли го е някой по различен начин.
 - Има ли начин, по-добър от нашия.

По дадения първоначално модел на описаната по-горе Евристична схема 1 можем да направим видоизменения, отговарящи на конкретната задача. Схемата обаче може да бъде използвана и директно с цел да бъде първоначално отправно решение, с което да получим търсените възможности и което след това да сравняваме с друго, вероятно по-ефективно от първото. Очевидно така получаваме нова схема, която подсказва пътя на оптимизация на решението, и това е една от първите стратегии за оптимизиране, на която ще научим обучаемите.

В дисертацията са описани практиката на автора при обучението по „Практикум” по същата дисциплина и влиянието на използваните евристични схеми за оптимизиране на обучението.

Оптимизирането на обучението по СДА е в синхрон с информираността за съвременното приложение на структурите от данни, с което преподавателите трябва да са добре запознати. Те трябва да въвличат студентите в изследователския процес, който, от една страна, да бъде свързан със сравняване на вече изучени СДА с още неизучавани, а от друга, – с изграждане на новите знания по конструктивистки начин и със следене на тенденциите с цел максимално съответствие на обучението в университета с развитието на науката и практиката. Един добър пример за това е публикуваното от нас по отношение на преподаването на темата за дърветата [44].

В статията се посочват областите на практическо приложение на АТД дърво:

- файлови системи;
- бази данни;
- XML;
- компресиране на данни;
- изчислителна биология;
- компютърна графика за компютърните игри.

Представени са и вариантите на реализация на различните видове дървета и са синтезирани методически бележки за преподаването на темата.

В друга статия авторът разглежда приложимостта на регулярните изрази. [22] Актуалността на употребата им налага студентите да бъдат запознати с тях, което може да се изпълни елегантно при обучението по обектно програмиране или при изучаването на скриптов език за програмиране. За нуждите на обучението по СДА обаче темата за регулярните изрази е изключително актуална от гледна точка на алгоритмите, които са кодирани в самите регулярни изрази. Специално по тази тема знанието за същността на реализациите е от изключителна полза, защото ще спомогне за по-оптималната им употреба.

По отношение на конкретната тема на тази разработка информираността на студентите, а също и на преподавателите подпомага уменията за проектиране, студентът по-лесно разпознава алгоритми и структури, защото е виждал реални примери къде и как основните СДА, които е изучавал, се ситуират, как се прилагат и как гъвкаво се вграждат/приспособяват към средата, в която се използват. Допълнителният ефект е, че студентите повишават и общата си култура.

Полезна при съставянето на задачи за графи и при моделирането на задачи до такива за графи е статията ни за трансформации в графи, в която сме направили описание както на видовете трансформации в графи, така и на причините, които биха породили необходимост от използването им за евристични ориентири. [21]

Евристични схеми за решаване на оптимизационни задачи

Друга група задачи от програмистката практика са свързани с намирането на оптимални решения (екстремални пътища, оптимизиране на разходи, оптимизиране на мрежови трафици и много други).

По време на изследване за решаване на задачи от този тип на обучаемите бяха предложени няколко схеми за решаване на проблема. Преди запознаването им със същината на схемите за някои от обучаемите схемата на решаване на задача по СДА съвпаднаше със схемата на писане на програмата. Забелязвайки този факт, по време на нашето качествено изследване запознахме обучаемите с различни схеми и тяхната употреба.

Това са:



Схема 2 (по Анани Левитин)



Схема 3 (основана на Декарт)



Схема 4



Схема 5

На обучаемите се даде възможност да предложат и модифицирани варианти на дадените схеми или да предложат свои, с което постигнахме предизвикване на интерес към по-сложни задачи и от по-слаби студенти, повишаване на мотивацията им за самообучение с цел развитие на професионалната им компетентост.

Направено е изследване за удостоверяване на комбинаторните умения на студентите, пряко свързано с използваните схеми за решаване на оптимизационни задачи.

Изводите от това изследване, проведено със студенти от ВСУ, РУ и няколко студенти от ВТУ (за осъществяването на което изказваме благодарност на колегите Пламенка Христова и Валентин Бакоев) са описани и са взети предвид при изграждането на методиката на обучение по дисциплината чрез евристични схеми.

В статия на Момчева и Капралов [43] се разглеждат примери за употребата им и са определени условия за прилагането им. Публикувани са първоначалните анализи от това изследване, а впоследствие същото изследване беше проведено и с други изследвани лица. Направените изводи от първото изследване се потвърдиха и във второто.

Посоченото изследване даде зелена светлина и за разглеждането на други въпроси, свързани с обучението по СДА: например за ролята на комбинаторните знания при изграждане на комбинаторни умения.

При използване на схемата, в която първоначално се изпълняват различни дейности, свързани с изследване, препоръчваме използването на:

- средствата на ИТ (Excel, Mathematica) за пресмятане на определени стойности, въз основа на които да изграждаме хипотези;

- създаване на програми, с които да получаваме изчерпващи решения.

Тези препоръки изискват обучаемите да бъдат запознати с възможностите на електронните таблици или друг специализиран софтуер (примерно система Mathematica и разширението ѝ – пакета Combinatorics).

От гледна точка на работата на преподавателя и създаването на такива задачи за нуждите на процеса на обучение препоръчваме използването на сайтове със събрани рекурентни редици (Sloane Sequences), по които могат да бъдат създадени задачи по СДА.

Посочени са варианти на изграждане на такива задачи, които биха могли да бъдат използвани при обучението по динамично програмиране, а също и при рекурсия.

Визуализации в обучението по СДА

Запознаването на преподаватели с визуализацията за представяне на научни знания [31] и визуализацията на информацията [41] е изключително съществено в процеса на обучение, включително и по дисциплината СДА. Известни са множество проекти (LEDA и др.) за визуализиране в областта на СДА [32]. В интернет има много примери за параметризирани аплети, демонстриращи действието на различни алгоритми.

Смятаме, че по дисциплината може да се визуализират:

- операции/действия;
- състояние на паметта;
- изменението на действията с течение на времето;
- процесът на мислене.

В този параграф от дисертацията се описва използването на визуализации, особено при обучението по рекурсия. Различните видове рекурсия се усвояват чрез графика, за да вълечат студен-

тите в решаването на задачи, в които се изисква изчисляване, и в подкрепа на развитие на рекурсивното им мислене [47]

Описани са същността и значението на езика за моделиране UML [19], необходим при съвременното обектно ориентирано проектиране, и възможността да се използва и по дисциплината СДА.

Желанието ни да направим пълен сравнителен анализ по отношение на проектирането в дисциплините, свързани с обучението на професионалисти в софтуерния бизнес, архитектурата, изкуствата и инженерните науки, все още не е напълно удовлетворено, но сме поставили стабилна основа за последващи изследвания. За целта сме проучили литература по анализ и синтез на логически схеми и по изграждане на дизайн в компютърната графика. [51]

Първоначалните изследвания върху използването на визуална аналогия, визуална последователност и визуална класификация [20], направени по темата графично обучение по СДА свидетелстват за предизвикан особен интерес у студентите и показват, че решаването на такива задачи по време на занятие изисква отделянето на значително време (например по дадени 10 изображения за извличане на примери за визуални класификации, визуални последователности и визуални аналогии на изследваните лица бяха необходими около 100 минути).

Интелектуални карти

Интелектуалните карти са средство, което подпомага създаването и структурирането на идеи. Особено актуално и приложимо е за бизнес решения, например за планиране на срещи или други дейности.



Схема 6

Ще покажем, че в действителност интелектуалните карти могат да се използват и по време на обучение по дисциплината СДА.

Според Мюлер чрез интелектуалната карта всъщност се регистрат мислите ни в момента по поставения проблем. Тогава се използват и двете полукълба на мозъка, а те позволяват:

- обединяване на информацията;
- изобразяване на взаимовръзки;
- визуализиране на мисли. [23]

Този начин на водене на бележки е доказал своето предимство при провеждане на делови срещи, семинари и лекции пред воденото на бележки във вид на списък, тъй като позволява всяка част от информацията по някакъв начин да бъде свързана с всяка друга.

Интересното е, че интелектуалните карти може да се използват както самостоятелно, така и в група, когато имаме техническа възможност за това.

Интелектуалните карти, пише Мюлер, може да се използват независимо от типа на възприятие на човека (слухов, зрителен, кинестетичен).

Интелектуалните карти са приложими в следните случаи:

- творческо мислене;
- управление на организация;
- генериране на идея за задание или проект;
- записване на лекция/подготовка за изпит;
- подготовка за телефонен разговор;
- планиране на предстоящите задачи по приоритет;
- презентирание (подготовка за презентирание);
- визуализация на отношения между обекти;
- за проверка – какво знам по някоя тема;
- четене на книги и конспектиране на съдържанието им;
- за самите нас – да опишем целите си; визуализираните цели се достигат по-бързо.

Според автора на този метод (Бюзен) предимствата му са следните:

- Внася динамика и разнообразие в записките с помощта на цвят и разклонения.
- Изобразява мислите и паметта ни заедно с връзките между тях.
- Подобрява асоциативното мислене.
- Оптимизира използването на собствения ни мозък.

– Създава умение за бързо разпознаване и обработване на рисунки.

Конкретно в предметната област на нашата дисциплина такава карта можем да използваме при оценка на вече получено решение, за да проведем рефлексия върху своята дейност (респективно върху дейността на обучаемия).

Употребата на интелектуалните карти по дисциплината има за цел да подпомогне процеса на достигане до решение. След създаване на такава карта на мисълта можем и препоръчваме на обучаемите да преминат през процеса на оптимизирането ѝ, до получаване на по-ефективно решение на задачата.

Методът на шестте мислещи шапки

При мисленето често се опитваме да правим прекалено много неща едновременно. [4] Разглеждаме фактите, свързани с даден въпрос. Опитваме се да построим логична аргументация. По някакъв начин се намесват емоциите ни. Можем да се опитаме да внесем нова идея. Опитваме се да разберем дали нашата нова идея ще проработи. Правим това повече или по-малко по едно и също време. Не е чудно, че понякога се объркваме.

Шестте шапки на мислене представляват метод, при който отделните видове мислене следват един след друг. Вместо да се опитваме да правим всичко едновременно, ние „слагаме шапките“ една по една. Има шест „шапки“ и всеки цвят представлява тип мислене. Цветовете се третират самостоятелно, така че да можем да свършим полезна работа с всеки цвят поотделно. След това цветовете се съчетават, за да ни дадат разноцветното мислене.

Конкретно в дисциплината използваме две последователности от шапки, с които решаваме два вида задачи:

- едната – за достигане до решение;
- втората – за анализ на ефективността на вече създадено решение.

Търсене на идея [3]

Последователността на цветовете на шапките може да бъде:

Бяла: Да се събере необходимата информация.

Зелена: За по-нататъшно изследване и за откриване на алтернативи.

Жълта: Да се оценят слабостите и опасностите на всяка алтернатива.

Зелена: Да се доразвият най-обещаващите алтернативи и да се направи избор.

Синя: Да се обобщи и оцени вече постигнатото.

Черна: Да се направи окончателната преценка по избраната алтернатива.

Червена: Да се разкрият чувствата по повод на резултата.

Реакция спрямо представена идея

Тук последователността е различна, тъй като идеята е позната и обикновено фоновата информация също е известна.

Червена: Да се проявят чувствата, които предизвиква идеята.

Жълта: Да се направи усилие да се открие ползата от идеята.

Черна: Да се покажат слабостите, проблемите и опасностите, свързани с идеята.

Зелена: Да се види дали идеята може да се промени, така че да се увеличи ползата от жълтата шапка и да се преодолеят проблемите от черната шапка.

Бяла: Да се види дали наличната информация може да помогне идеята да се промени, така че да я направи по-приемлива (ако чувствата, констатирани от червената шапка, са против идеята).

Зелена: Развитие на крайното предположение.

Черна: Оценка на окончателното предположение.

Червена: Да се даде изява на чувствата във връзка с резултата.

Този метод на обучение подпомага изграждането на критичното мислене на студентите.

Направен е следният експеримент с група от десет ученици – състезатели по информатика: възложено им е да опишат начина си на мислене при решаване на състезателна задача с използване на схемата от шапки за търсене на идея. На втория етап предложените от тях решения, отговарящи на шаблона, са анализирани и са избрани лесни задачи, които са предоставени на десет студенти за решаване с използване на схемата за търсене на идеи. Друга част от втория етап е даването на едно от решенията на учениците за критична оценка по втората последователност от шапки и за евентуалното му подобряване.

По-долу е представено обобщение на мненията на изследваните лица под формата на качествено изследване.

Таблица 3

Изследователски въпроси	Отговори в %
Доволни от участието си в експеримента	100
Мнение за приложимост в реални условия: – Схемата изисква много време – не е приложима в реални условия.	30
– Използването на шаблона „шапки“ дава възможност за по-добра организация на времето за достигане до решение, намалява времето за колебание при търсене на решение.	40
Приложимост за мен на схемата за откриване на решение на проблем	40
Приложимост за мен на подобни схеми (вариации) при решаването на проблем с цел откриване на решение	60
Използване на втората последователност от шапки за оценка на решението	90

Последният резултат не е изненадващ, защото в действителност единствените публикувани изследвания с използване на метода на Боно в областта на информатиката, са свързани с работата на тестери.

В по-малко известната в България книга на де Боно „Водна логика“ е представена интересна схема на визуално представяне на мисленето по време на решаването на проблем.

Групови занятия. Семинарни занятия. Дистанционни форми на обучение

Умението да работи в екип е важно за всеки човек, независимо с какво се занимава. При обучението на студентите в тази специалност има натрупване на два вида такива умения: първият по-скоро е свързан с комуникативните им умения, независимо дали е при среща на живо, или във виртуална среда, а вторият – с организацията на изпълнение на проект в група. Оптималното управление на екипа зависи от много фактори, но един от значимите е всеки да познава добре първо себе си. Затова под различни форми (чрез диагностични тестове или включване в групови дейности) постоянно осигуряваме на студентите възможност да се самопознаят. Груповите дейности са:

– организирани извънаудиторни занятия – семинари;

- стажове във фирми – по проект;
- участие в студентски състезания по програмиране.

Семинарите позволяват в тях да участват всички желаещи независимо от курса си.

Сформирането и поддържането на активно ядро сред студентите от специалността индуцира активност и у останалите студенти. Приложен е опитът на автора в изграждане на групи за обучение по състезателна информатика, създаден и изграден във варненската школа за състезатели по информатика. [52]

По време на семинарните занятия двете общности (ученици и студенти) се сближават.

Най-ефективното ангажиране на студентите в семинарните форми засега остава комбинацията от присъствени и виртуални форми, или т.нар. blended (смесено обучение). В това обучение студентите не са пасивни слушатели, а активни участници с роля според заданието на конкретния семинар. Моделът на такива форми на обучение е публикуван през 2009 г. [46]

ИЗВОДИ ОТ ГЛАВА II

1. Обучението чрез задачи позволява провеждането на обучение, базирано на личностно ориентирано обучение.

2. При обучението по СДА могат успешно да се внедрят в практиката следните евристични схеми:

- с използване на шаблони;
- с използване на визуализации;
- за решаване на оптимизационни задачи;
- с използване на интелектуални карти;
- с използване на метода на шестте шапки.

3. Използването на евристичните схеми има препоръчителен характер за студента и тяхната основна цел е да се насърчи обучаемият както в процеса на търсене на решение, така и при търсене на оптималното решение впоследствие.

4. Предоставянето на инструменти за мислене е предпоставка за по-голяма успешност в процеса на мислене и решаването на проблеми.

5. Развитието на тези компетентности по дисциплината са и ключови компетенции в личностен и професионален аспект за обучаемия.

Глава III. Организация на експерименталната работа и анализ на резултатите

В главата са описани причините за избор на модела на това изследване, което е комплексно, съставено от множество по-малки изследвания. [2], [24]

Разгледани са в детайли подходите при провеждането на качествените и количествените изследвания.

Качественият подход има за цел описанието и разбирането на образователните явления в техния цялостен контекст. В методологията на качествените изследвания се включват такива методи, които дават възможност на изследователя да разбере по-добре изучаваните от него явления и процеси, да тълкува и анализира отделни прояви не с оглед на това, доколко те са обективни и надеждни, а какви основни изводи относно интересувашите ни аспекти допускат. За тази цел в книгата си Бижков [2] ги обобщава в три групи:

- методи за събиране и обобщаване на качествени данни;
- методи, техники и процедури, основаващи се на получаване и анализ на документални изследователски данни;
- други методи.

В параграф 2 на главата са описани целевите групи и критериите за подбора на изследваните лица.

Приложен е опитът в изследването и структурирането на учебното съдържание при работа с изявиени ученици към обучението на студенти. [45]

Двигател на изследването са два SWOT анализа, проведени съответно през 2005-та и 2009 г., с които се удостоверява състоянието на обучението по дисциплината. Те са причина за взетите мерки и прилаганите методи на обучение.

За удостоверяване на нивото на преподаване на дисциплината от гледна точка на целеполагането и постигнатите резултати са направени срезови проучвания с различните групи, взаимодействия си в процеса на изследване.

За документиране на изследването са използвани протоколи от дискусии, анкети и тестове.

Направена е Оценка на удовлетвореност на методологическите изисквания към методите на изследването.

Описана е и процедурата на цялостното изследване.

ИЗВОДИ ОТ ГЛАВА III

Качествените анализи показват, че използваните на евристични схеми в обучението по СДА подпомага процеса на професионалното израстване на студентите в областта на програмирането.

Предложеният инструментариум за провеждане на комплексно качествено изследване е подходящ за анализ на обучението по дисциплини, свързани с информатиката.

ПРОДЪЛЖАВАЩИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Досега установихме следните роли на предложените от нас евристични схеми:

- за достигане до решение;
- за оптимизиране на решението.

В настоящия момент се забелязва сближаване на тенденциите на развитие в три научни области:

- при обработката на информация;
- при обучението;
- при мисленето.

Най-съществените според нас новости са свързани с използването на паралелната вместо на последователната обработка, на случайността, вместо на определеността, както и с повишаването на ролята на социалните мрежи.

Рандомизацията е вече стандартен подход в алгоритмичния дизайн. Ефикасността и простотата са основните предимства на случайните алгоритми, които се използват в области като комуникацията, криптографията, дискретните оптимизации и други. [36]

Паралелността и паралелните изчисления се изискват в гридове и облаци, квантовите алгоритми също трябва да обезпечават паралелност, отговаряща на определени изисквания. [48], [50].

Боровска и Лазарова разглеждат паралелни процеси, паралелни архитектури и паралелни алгоритми [7], а Де Боно препоръчва паралелното мислене [6].

В заключение може да се отбележи, че основно направление на продължаващите изследвания е разработването на евристични схеми и стратегии, които подпомагат обучаемите при разрешаването на проблеми, свързани с паралелизацията (паралелните изчисления, паралелните архитектури), а също и с доизясняването на връзките на визуализациите между отделните науки, с цел създаването на иновативно обучение по компютърни науки.

V. ОСНОВНИ ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННОТО ИЗСЛЕДВАНЕ

1. Направени са стъпки за сближаване на академичното образование и бизнеса в регионален и национален мащаб чрез организиране на проучвания в анкетни форми за обучението по дисциплината. Проведени са в семинарна форма срещи на обучаеми, преподаватели и специалисти от практиката.

2. Разработена е методика за обучението чрез шаблони за структури от данни и алгоритми.

3. Създаден е модел за теоретично обучение по „Техники на програмиране“ с използването на холистичен подход в обучението.

4. Експериментирано е провеждане на обучение чрез задачи, базирано на личностно ориентираното обучение.

5. Разработен е методически инструментариум за евристични схеми, приложими в обучението по СДА (с шаблони, за оптимизационни задачи, с интелектуални карти, с метода на шестте шапки).

6. Разработена е методика за обучение по рекурсия с акцент върху визуализациите при обучението по СДА, а също и върху използването на визуални аналогии, визуални последователности и визуални класификации, свързани с понятията по дисциплината.

7. Създаден е модел на качествено изследване, комбиниращо различни методи на изследване, разгледани в една цялост.

8. Разработен е оптималният възможен (за момента и според автора) модел за семинарни занятия за смесена форма на обучение.

Изваквам сърдечна благодарност на научните си ръководители проф. д-мн Стоян Капралов и доц. д-р Йордан Николов за съветите, препоръките и съдействието.

ПУБЛИКАЦИИ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. **Момчева, Г.** За нарастващата роля на регулярните изрази. Научен алманах на ВСУ „Ч. Храбър”, серия „Информатика и математика”, 2005, с. 46–52, ISSN 1311-9222
2. **Момчева, Г., В. Богданова.** Прибавяне и изваждане в теория на графите. Сборник СМБ–Варна, „Математика и информатика – реалности и перспективи”, Унив. изд. на ВСУ „Ч. Храбър”, 2007, с. 279–281, ISBN 978-954-715-376-9
3. **Капралов, Ст., Г. Момчева.** Стекове, опашки и приоритетни опашки в университетските курсове по структури от данни. Научно-приложна конференция „Математика, информатика и компютърни науки”, ВТУ, 2006, с. 428–434
4. **Momcheva, G.** Trees – from Application to Education. Сборник с доклади от Конференция ISK, VFU, Varna, 2006, p. 203–217, ISBN 978-954-715-303-5
5. **Momcheva G., V. Bogdanova.** Varna Learning Centre for Competitors in Informatics, 2nd International Conference ISSEP, Vilnius, 2006, p. 520–528, ISBN 9955-680-47-4
6. **Momcheva, G., S. Kapralov.** Development of Combinatorial Skills for University Students in Computer Science. Proceedings of the 6th Mediterranean Conference on Mathematics Education, Plovdiv, 2009, p. 293–304, ISBN 978-9963-9277-9-1
7. **Momcheva, G., V. Spasova.** The Utilization of the Extra-Curricular Classes for Computer Science Students in Varna Free University by Combining Collaborative and Blended Approaches. The 7th International Conference Information Technologies and Management, Riga, Latvia, 2009, p. 80–81, ISSN 1691-2489
8. **Yovcheva, B., G. Momcheva, P. Petrov.** jBOI – One More Possibility for Increasing the Number of Competitors in Informatics. Olympiads in Informatics, 2009, p. 167–173, ISSN 1822-7732

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. **Армутлийска, Д.** Евристичните подходи в обучението. В: ДПКУ, 1986
2. **Бижков, Г., В. Краевски.** Методология и методи на педагогическите изследвания. С.: УИ „Св. Климент Охридски”, 2007
3. **Боно, Е.** Научете детето си да мисли. С.: Кибеа, 2001
4. **Боно, Е.** Шест мислещи шапки. С.: Princeps, 2000
5. **Боно, Э.** Водная логика. Минск: ПОПУРРИ, 2007
6. **Боно, Э.** Параллельное мышление. Минск: ПОПУРРИ, 2007
7. **Боровска, П., М. Лазарова.** Паралелна обработка на информацията. С.: Ciela, 2007
8. **Вестхаймер, М.** Продуктивное мышление. М.: Прогрес, 1987
9. **Гама, Е. и др.** Шаблоны за дизайн. С.: СофтПрес, 2006
10. **Ганчев, Ив.** За математическите задачи. С.: Народна просвета, 1976
11. **Гроздев, С., Т. Чехларова.** Кубчета и конструкции. С., 2007
12. **Гъров, К.** Теория и практика на подготовката на изявени и талантили ученици за участие в олимпиади и състезания по информатика и информационни технологии. Автореферат на дисертация за присъждане на образователната и научна степен „доктор” по научна специалност: 05.07.03, С., 2008
13. **Дункер, К.** Психология продуктивного мышления. – М.: сб. Психология мышления, 1965
14. **Дурева-Тупарова, Д.** Проблеми на методиката на обучението по информатика и информационни технологии. Благоевград: УИ Югозападен университет „Н. Бозвели”, 2003
15. **Илиева, М.** Университетското преподаване и научноизследователската дейност. С.: сп. Стратегии на образователната и научната политика, 2002
16. **Йовчева, Б.** Спираловиден подход в обучението по програмиране на 10–11-годишни деца. Автореферат на дисертация за присъждане на образователната и научна специалност „доктор” по научна специалност 05.07.03. София, 2009

17. **Капралов, С.** Ойлерови пътища в графи. П.: Конференция „Образование в информационното общество“, 2006
18. **Капралов, Ст., Г. Момчева.** Стекове, опашки и приоритетни опашки в университетските курсове по структури от данни. Велико Търново: Научно-приложна конференция „Математика, информатика и компютърни науки“, 2006
19. **Каррано, Ф., Дж. Причард.** Абстракция данных и решение задач на C++. Санкт Петербург: Вильямс, 2003
20. **Картър, Ф., К. Ръсел.** Как да балансираме дейностите на мозъка. С.: Книгомания, 2009
21. **Момчева, Г., В. Богданова.** Прибавяне и изваждане в теория на графите. В.: Унив. изд. на ВСУ „Ч. Храбър“, сборник СМБ-Варна, „Математика и информатика – реалности и перспективи“, 2007
22. **Момчева, Г.** За нарастващата роля на регулярните изрази, Научен алманах на ВСУ „Ч. Храбър“, серия „Информатика и математика“, 2005, с. 46–52, ISSN 1311-9222
23. **Мюллер, Х.** Составление ментальных карт. Метод генерации и структурирования идей. М.: ОМЕГА-Л, 2007
24. **Найденкова, В.** Качествени методи в социалните науки. С.: УИ „Св. Климент Охридски“, 2008
25. **Николов, Й.** Развитие продуктивного мышления учащихся при обучении геометрии в 6–7 классах. Автореферат за присъждане на научната степен „кандидат на педагогическите науки“, КГПИ, Киев, 1990
26. **Петров, П.** Формиране на умения за решаване на задачи от училищния курс по математика. Ст. Загора: КОТА, 2003
27. **Пойа, Д.** Как се решава задача. С.: Народна просвета, 1972
28. **Пойа, Д.** Математиката и правдоподобните разсъждения. Т. 2. Схеми на правдоподобни заключения. С.: Народна просвета, 1976
29. **Скафа, Е.** Эвристическое обучение математике: теория, методика, технология. Донецк: ДонНУ, 2004
30. **Cormen, T. etc.** Introduction to Algorithms. MIT Press, 2001
31. **Epler, M., R. Burkhard.** Knowledge visualization. Towards a New Discipline and its Fields of Application. 2004

32. **Erkan, A., D. Gochev.** An Image Background Detection Project For a Visual Exploration of DFS and BFS // Inroads 40/2008
33. **Goodrich, M, R. Tamassia.** Data Structures and Algorithms in Java. John Wiley&Sons, Inc., 2006
34. **Hansen, A.** The Structure of “Data Structure”. ACM, 1981
35. **Hansen, S.** Analyzing Programming Projects. Inroads, 2009
36. **Hromkovic, J.** Design and Analysis of Randomized Algorithms. Springer, 2005
37. **Larsen, L. C.** Problem- Solving Through Problems. Springer, 1983
38. **Levitin, A.** Analyze that: Puzzles and Analysis of Algorithms. SIGSCE, 2005
39. **Levitin, A.** The Design and Analysis of Algorithms. Addison Wesley, 2007
40. **Lister, Raymond.** The Dimensions of Variation in the Teaching of Data Structures. Leeds: ITiCSE, 2004
41. **Mazza, R.** Introduction to information visualization. Springer, 2009
42. **Michalewicz, Z., D. Fogel.** How to Solve it: Modern Heuristics. Springer, 2004
43. **Momcheva, G. S. Kapralov.** Development of Combinatorial Skills for University Students in Computer Science. Plovdiv: Proceedings of the 6th Mediterranean Conference on Mathematics Education, 2009
44. **Momcheva, G.** Trees – from Application to Education. Varna: ISK, 2006
45. **Momcheva, G., V. Bogdanova.** Varna Learning Centre for Competitors in Informatics. Vilnius: 2nd International Conference ISSEP, 2006
46. **Momcheva, G., V. Spasova.** The Utilization of the Extra-Curricular Classes for Computer Science Students in Varna Free University by Combining Collaborative and Blended Approaches. Riga :The 7th International Conference Information Technologies and Management, 2009
47. **Roberts, E.** Thinking Recursively. John Wiley & Sons, Inc, 1986
48. **Sanjoy, D. etc.** Algorithms. McGraw- Hill Higher education, 2008
49. **Skiena, S.** The Algorithm Design Manual. Springer, 2008

50. **Stenholm, S., K. Suominen.** Quantum Approach To Informatics. John Wiley & Sons, 2005
51. **Wong, W.** Principles of Form and Design. John Wiley&Sons, Inc, 1993
52. **Yovcheva, B., G. Momcheva, P. Petrov.** jBOI – One More Possibility for Increasing the Number of Competitors in Informatics. // Olympiads in Informatics, 3/2009, 167–173
53. http://www.acm.org/education/curric_vols/CC2005-March06Final.pdf Computing Curricula 2005 (посетен на 12.05.2009), ACM