

ТОДОРКА ЖИВКОВА ТЕРЗИЕВА

**РАЗВИТИЕ НА АЛГОРИТМИЧНОТО МИСЛЕНЕ
В ОБУЧЕНИЕТО ПО ИНФОРМАТИКА**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационен труд
за присъждане на образователната и научна степен "доктор"
в област на висше образование: 1. Педагогически науки
професионално направление: 1.3. Педагогика на обучението по...
научна специалност: 05.07.03
Методика на обучението по информатика

Научни ръководители: проф. д.п.н. Сава Гроздев
доц. д-р Тони Чехларова

Пловдив, 2012 г.

ТОДОРКА ЖИВКОВА ТЕРЗИЕВА

**РАЗВИТИЕ НА АЛГОРИТМИЧНОТО МИСЛЕНЕ
В ОБУЧЕНИЕТО ПО ИНФОРМАТИКА**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационен труд
за присъждане на образователната и научна степен "доктор"
в област на висше образование: 1. Педагогически науки
професионално направление: 1.3. Педагогика на обучението по...
научна специалност: 05.07.03
Методика на обучението по информатика

Научни ръководители: проф. д.п.н. Сава Гроздев
доц. д-р Тони Чехларова

Рецензенти: проф. д-р Асен Рахнев
доц. д-р Даниела Дурева

Пловдив, 2012 г.

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

Дисертационният труд съдържа 170 страници, от които основна част – 127 и три приложения. Използваната литература включва 182 източника – 79 заглавия на английски език, 85 на кирилица, 18 интернет източника.

Списъкът на авторските публикации се състои от 7 заглавия.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 18.04.2012 г. от 11.30 ч. в Заседателната зала на новата сграда на ПУ „Паисий Хилендарски”, гр. Пловдив.

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

Автор: Тодорка Живкова Терзиева

Заглавие: “Развитие на алгоритмичното мислене в обучението по информатика”

Тираж: 100 бр.

Пловдив, 2012 г.

Съдържание

Обща характеристика на дисертационния труд	4
Актуалност на проблема	4
Цел и задачи на дисертационния труд	5
Структура и обем на дисертационния труд	6
Кратко съдържание на дисертационния труд	8
Глава 1	8
Теоретични основи	8
За необходимостта от развитие на <i>алгоритмично мислене</i> в обучението по информатика	8
Изследване на понятието <i>алгоритмично мислене</i>	8
Глава 2	11
Дидактически инструментариум за развитие на алгоритмичното мислене в обучението по информатика	11
Основни учебни дейности за формиране и развитие на алгоритмично мислене	11
Таксономия на учебните цели в обучението по информатика	13
Моделиране на обучението по информатика	14
Формиране и развитие на умения за разбиране и изпълнение на алгоритъм	16
Формиране и развитие на умения за моделиране	16
Формиране и развитие на умения за анализиране на алгоритми	18
Развитие на умения за вариативно мислене в обучението по програмиране	18
Визуализации на методи за сортиране на масиви	19
Глава 3	20
Организация, резултати и анализ на резултатите от педагогически експеримент	20
Организация на педагогическия експеримент	20
Критерии и показатели за оценяване на резултатите	20
Статистическа обработка на резултатите от експеримента	21
Заклучение	24
Перспективи за развитие	25
Основни приноси на дисертационния труд	25
Апробация	26
Благодарности	28
Публикации по дисертационния труд	28
Библиография	29

Обща характеристика на дисертационния труд

Актуалност на проблема

Съвременните информационни технологии оказват силно влияние в сферата на образованието. Една от дидактическите задачи на образователните институции е формиране мисленето на учащите се и развитие на интелекта. Нивото на развитие на мислене до голяма степен се определя от способността бързо да се обработва информация и на нейна основа да се вземат обосновани решения [5]. Развитието на мисленето трябва да бъде целенасочено към постепенно формиране на умения за разсъждение. При прехода към информационно общество, в условията на постоянно взаимодействие с компютърни системи, алгоритмичният стил на мислене е необходима основа за действията на всеки съвременен човек. Решаването на проблеми е присъщо за всяка научна област и академична дисциплина. При това всяка дисциплина се определя от спецификата на видовете проблеми, които тя отправя, както и от методологията, която тя използва за преодоляването им.

Програмирането е специфичен вид човешка дейност, за успешната реализация, на която е необходимо не само практическо прилагане на придобитите при обучението знания и умения, но и наличие на определен стил на мислене. Следователно при системната подготовка на студенти-информатици трябва да се обърне достатъчно внимание на изучаването на фундаменталните общотеоретични основи. Необходима е посока на развитие и усъвършенстване на методическата система при обучение по информатика във висшето училище, насочена към интегриране на парадигмите на програмиране, съществуващи в областта на разработването на алгоритми и програми. Съвременният специалист по информатика трябва да владее съществуващите парадигми за програмиране и да умее да избере нужния подход за разработка на алгоритъм, в зависимост от спецификата на решаваната задача.

В дисертационния труд е разработен дидактически модел за формиране на алгоритмично мислене и осъществяване на развиващо обучение по информатика на студенти-първокурсници.

Цел и задачи на дисертационния труд

Цел: Основната цел на дисертационния труд е повишаване на ефективността на обучението по програмиране чрез разработване и теоретична обосновка на среда и технология на преподаване, осигуряваща развитие на алгоритмично мислене.

Обект на изследване са студентите от специалност „Информатика“ в обучението им по програмиране през първата година на висшето си образование.

Предмет на изследване е образователната среда за развитие на алгоритмично мислене на студентите при обучението им по програмиране.

Въз основа на поставените цели са определени следните **задачи на изследването**:

1. Чрез анализ на научно-приложна литература да се проучи състоянието на проблема за алгоритмичното мислене (АМ), формирането и развитието му.
 - 1.1. Да се проучи и анализира необходимостта от развитие на АМ в обучението по информатика.
 - 1.2. Да се проучи и уточни понятието *алгоритмично мислене*, като изследването се акцентира върху когнитивните аспекти при изучаване на алгоритми, тяхното разработване, изпълнение и анализ.
2. Да се разработи дидактически модел за осъществяване на развиващо обучение по информатика на студенти през първата година от бакалавърската програма.
 - 2.1. Да се определят основните учебни дейности за формиране и развитие на АМ.
 - 2.2. Да се разработи технология и методика на преподаване за развитие на АМ в процеса на обучение по информатика.
 - 2.3. Да се изгради система от задачи за формиране и развитие на АМ в обучението по информатика.
3. Да се реализира експериментална проверка на ефективността на разработената методика и педагогическа среда за развитие на АМ.
 - 3.1. Да се разработят критерии и показатели за оценяване на резултатите.
 - 3.2. Да се разработят и апробират дидактически тестове.
 - 3.3. Да се представят и анализират резултатите от експеримента.

Основната хипотеза на изследването е: Чрез предложената образователна среда може да се повиши ефективността на обучението по информатика и да се осъществи развитие на алгоритмичното мислене на обучаемите.

За реализиране на целта и задачите, и за проверка на хипотезата са използвани следните **методи**:

- Проучване и анализ на психолого-педагогическа, методическа и учебна литература, свързана с предмета на изследване.
- Наблюдение, беседа със студенти и преподаватели, анкетиране на студенти, учители, преподаватели и други специалисти.
- Дидактически експеримент.
- Статистически методи за обработка на експерименталните данни.

Структура и обем на дисертационния труд

Работата се състои от увод, три глави, заключение, три приложения, списък на използваната литература и списък на авторските публикации по темата.

В **Глава 1. „Теоретични основи”** чрез анализ на научно-приложна литература, резултати от експеримент, наблюдение, беседа със студенти и преподаватели, както и анкетиране на студенти, учители и преподаватели, е проучена необходимостта от развитие на АМ в обучението по информатика. Обогатено е съдържанието на понятието *алгоритмично мислене*, проучен е процесът на формиране и развитие на АМ, и са определени основните му компоненти.

В **Глава 2. „Дидактически инструментариум за развитие на алгоритмичното мислене в обучението по информатика”** са анализирани основните учебни дейности в обучението по информатика за формиране и развитие на АМ. Разработен е дидактически модел за формиране на АМ и осъществяване на развиващо обучение по информатика на студенти-първокурсници. Чрез система от учебни задачи е създадена образователна среда и технология на преподаване за формиране на АМ. Акцентира се върху формиране и развитие на умения за разбиране и изпълнение на алгоритъм, умения за моделиране и умения за анализиране на алгоритъм.

На основата на дидактическите принципи в обучението е представен подход за обучение и анализиране на алгоритми чрез използване на статична и динамична визуализация.

Новото и бързо променящо се съдържание на обучението по информатика изисква разработване на методики, които да осигуряват не само възпроизвеждане на голям обем от знания, но преди всичко формиране и развитие у обучаемите на компетенции, позволяващи им активно да овладяват тези знания, изграждане на умения за самостоятелно придобиване на нови знания и критическото им осмисляне. В глава 2, т. 2.7.1. е представен един методичен подход за изграждане на умение за вариативно мислене в обучението по програмиране чрез реализиране на различни начини и подходи при решаване на конкретна задача. Вариативното мислене се разглежда като качество на критичното мислене. Вариативността и обобщаващата функция на мисленето се намират в тясна взаимовръзка, а взаимодействието между тях до голяма степен определя динамиката на познавателната дейност на обучаемия.

Разработената система от задачи е в Приложение 2.

В Глава 3 „**Организация, резултати и анализ на резултатите от педагогически експеримент**” са разработени критерии и показатели за диагностика на резултатите от педагогическия експеримент. Разработени са и са апробирани дидактически тестове за оценяване на формирането на АМ. Направен е анализ на достъпността на предложеното в изследването учебно съдържание и ефективността на разработената методика на обучение чрез проведен педагогически експеримент със студенти от специалност „Информатика” в бакалавърска програма във ФМИ на ПУ „П. Хилендарски”. Резултатите от експеримента са обработени статистически и са анализирани. Поради спецификата на обучението по програмиране само резултати от тестовете не са достатъчни за точното оценяване на нивото на знания и умения, изисква се повече време за наблюдение на практическите умения за работа с интегрираната среда за разработка, откриване и отстраняване на грешки по програмите и др. Затова в експеримента са използвани и други диагностични инструменти.

В **Заклучението** се представят постигнатите резултати и основните приноси, посочва се къде са представени и публикувани резултатите от дисертационния труд и се разглеждат перспективи за бъдещо развитие на представената работа.

Списъкът с използваната литература включва общо 182 заглавия, от които: 79 заглавия на английски език, 85-на кирилица, 18 интернет източника.

Списъкът на авторските публикации по дисертацията се състои от 7 заглавия.

Кратко съдържание на дисертационния труд

Глава 1

Теоретични основи

За необходимостта от развитие на *алгоритмично мислене* в обучението по информатика

Представата за алгоритми и начини за тяхното описание се формират у обучаемите при изучаването още на различни училищни дисциплини преди появяването на информатика и компютър [2, 9]. С развитието на новите ИКТ и компютърната наука този елемент на математическата култура придобива самостоятелно значение. Закономерно следва въпросът: „Доколко алгоритмичното мислене може да се развива под въздействие на външни фактори в процеса на обучение, възможно ли е чрез допълнително въздействие да се повиши нивото на неговото развитие?“

Проучване на научна литература, дългогодишен опит при работа със студенти от специалност „Информатика“ по програмиране, както и резултатите от експеримент, проведен със студенти от специалност „Информатика“, потвърди наблюденията ни относно проблеми при формирането на алгоритмично мислене и ни насочи към педагогическо изследване [18].

Изследване на понятието *алгоритмично мислене*

Проследявайки различните начини за разбиране и определяне на понятието *алгоритмично мислене*, естествено следва, че основните концепции са свързани с понятието *алгоритъм*. Но обемът и съдържанието му се променят в резултат на изменение на знанията за действителността и постепенното проникване на новите компютърни технологии във всяка сфера на човешкия живот.

Понятието *алгоритмичното мислене* се използва широко в съвременната методическа литература на обучението по информатика [1, 3, 10, 11, 43, 49].

Изследваме АМ, като акцентираме проучването върху когнитивните аспекти при изучаване на алгоритми, тяхното изпълнение и анализ, което включва анкетиране и проучване на научна литература по психология, педагогика и методика на обучението [6, 24, 49, 54].

Направеният сравнителен анализ на резултатите на различните групи анкетирани - студенти, преподаватели и други специалисти, показва липсата на единно разбиране относно съдържанието на това понятие и необходимостта от педагогическо изследване, свързано с търсене на ефективни методи за развитие на алгоритмичното мислене [15].

За изясняване на понятието алгоритмично мислене изследваме последователно понятията *мислене*, *алгоритъм*, *алгоритмично мислене*.

В много случаи процесът на мислене се определя от характера на обектите и начините за тяхното преобразуване. На базата на основните концепции на психологията на мисленето, разработени от Виготски, Рубинщайн, Мерлин, Леонтиев, Давидов, и др [21, 33], се счита, че *стил на мислене* е система от действия, техники, методи и съответните им когнитивни стратегии, които са насочени към решаване на задачи от определен клас и които са детерминирани от тези задачи.

Най-общо и схематично интелектуалното развитие на обучаемия може да бъде описано и разбрано чрез категориите: знания – мислене – способност и мотивация на умствено саморазвитие. Наличието на знания позволява на човека да мисли. Именно обемът на знанията определя, кръгозора, параметрите, границите, върху които се разпростира мисълта и фантазията на човека. Знанията са необходимо условие за правилно и пълноценно протичане на мисловните процеси – сравнение, анализ и синтез, обобщение и конкретизация. А правилното ръководене на тези процеси допринася за усъвършенстване и обогатяване на знанията [12]. Следователно мисленето може да се развива при наличието на определен обем от усвоените знания.

Възникват въпросите: Какво учебно съдържание на даден предмет или в дадена област е оптимално и развиващо по отношение на способностите? Възможно ли е непосредствено при усвояване на дадени знания да се развиват способностите? Налага ли се обучаемият да усвоява наготово методи за мислене и действие или те трябва да се формират по определена методика?

Понятието *алгоритъм* се определя по различни начини в литературата [2, 9, 10, 34, 36, 56]. Разбирането на понятието *алгоритъм* е твърде широко в информатиката: алгоритмите обхващат целият кръг от понятия, използващи детерминирани процеси, включващи структури от данни, както и съвкупност от последователно изпълнявани операции.

Сиймор Пейперт през 1980г. за първи път прави изследване за формиране на алгоритмично мислене на деца.

Разбирането за понятието *АМ* се променя във времето, с изменение и развитие на компютърните технологии съдържанието му се допълва и актуализира. Разнообразни са дефинициите на понятието *алгоритмично мислене*. Още през 1985г. Доналд Кнут [49] изследва проблемите за специфичния начин на мислене за информатици.

Алгоритмичното мислене е смятано за една от ключовите компетенции за информационните технологии, които позволяват на хората да ги овладеят по-добре. Членовете на Националния съвет за научни изследвания на Америка (National Research Council), комисията по Компютърни науки и Телекомуникации (Computer Science and Telecommunications Board) определят *основни концепции на алгоритмичното мислене*.

Специалисти от Технологичен университет Виена определят *алгоритмичното мислене* като обща съвкупност от способности.

През 2006 г. Jeannette Wing, професор по компютърни науки в университета Карнеги Мелън (CARNEGIE MELLON UNIVERSITY), красноречиво аргументира и налага понятието *Computational thinking* (компютърно мислене).

Сред дисертационните изследвания в Русия в областта на теорията и методиката на преподаване по информатика, развитието на алгоритмичното мислене се разглежда в работите на А. Газейкина, С. Русаков [11], Ю. Воронцова, Л. Лучко, С. Ильиченко, И. Левченко, И. Слинкина, и др.

В България няма единно мнение относно същността на понятието *алгоритмично мислене*. Някои преподаватели го свързват с логическо мислене, други с процедурно мислене, а трети го отъждествяват и с компютърно мислене [54].

Можем да определим *алгоритмичното мислене* като *начин на мислене, осигуряващ решение на дадена задача чрез последователност от елементарни действия*.

След направеното проучване и анализиране на литературни източници по психология, дидактика и методика на обучението, както и след наблюдения и експеримент със студенти, е уточнено

съдържанието на понятието *алгоритмично мислене* и са формулирани основните му компоненти.

Резултати от Първа глава:

- Чрез анализ на научно-приложна литература, резултати от експеримент, наблюдение, беседа със студенти и преподаватели, както и анкетиране на студенти, учители и преподаватели, е проучена необходимостта от развитие на АМ в обучението по информатика.
- Проучена е същността на понятието *алгоритмично мислене*, като изследването се акцентира върху когнитивните аспекти при изучаване на алгоритми, тяхното изпълнение и анализ.
- Обогатено е съдържанието на понятието алгоритмично мислене.
- Определени са основни компоненти на АМ и е проучен и анализиран процесът на формирането и развитието му.
- В резултат на това са дефинирани целта на настоящата дисертация и задачите, които трябва да се реализират за нейното постигане.

Глава 2

Дидактически инструментариум за развитие на алгоритмичното мислене в обучението по информатика

Основни учебни дейности за формиране и развитие на алгоритмично мислене

Алгоритмичното мислене се състои от широк диапазон от умения и се влияе от много други фактори: абстрактно и логическо мислене, структурно мислене, способност за решаване на проблеми и креативност. Тази сложност прави алгоритмичното мислене трудно за изучаване и обяснява необходимостта от добър дидактически подход, особено за начинаещи информатици.

На базата на основните компоненти на АМ са формулирани *основни учебни дейности* за изпълнение на поставените цели:

**Таблица 1. Основни учебни дейности за формиране на АМ
АЛГОРИТМИЧНО МИСЛЕНЕ**

КОМПОНЕНТИ	УЧЕБНИ ДЕЙНОСТИ
Анализиране	<ul style="list-style-type: none"> • Анализира цели (търсеният резултат); • Определя начално състояние (входни данни), цел, хипотеза и ограничения (гранични условия) за решение на проблема; • Анализ на входни данни на проблем и сравнението им с входни данни на зададен алгоритъм.
Декомпозиция	<ul style="list-style-type: none"> • Прилага структурна (функционална) декомпозиция за разделяне проблема на части; • Определя основните операции (действия) за решението; • Избор на изпълнител.
Създаване на модел (алгоритъм)	<ul style="list-style-type: none"> • Определя реда на изпълнение на действията; • Определя връзката между подзадачите; • Формализация - преформулира проблема с термините на информатиката; • Построява алгоритъм за реализиране на решението.
Разбиране и прилагане на формални начини за запис на алгоритми	<ul style="list-style-type: none"> • Разбира и обяснява алгоритми; • Използва стандартни алгоритми; • Анализира коректност на синтаксис на алгоритми; • Модифицира алгоритъм според контекст.
Изпълнение на зададен алгоритъм	<ul style="list-style-type: none"> • Реализация на процеса на решение чрез формално и точно изпълнение на действията.
Анализиране на алгоритми	<ul style="list-style-type: none"> • Оценка на времето за изпълнение (бързодействие) и използваната памет; • Оценка на алтернативни решения (различни решения);

	<ul style="list-style-type: none"> • Анализира готови програми – открива синтактични и семантични грешки; • Анализира получените резултати и коригира входните данни, ако има несъответствие на тези резултати с очакваните.
Адаптиране на известни алгоритми, за прилагането им в нови ситуации	<ul style="list-style-type: none"> • Идентифицира прилики с аналогични проблеми; • Извлича прототип на аналогични проблеми в различен контекст; • Идентифицира типа на прототипа на проблема (аналогичен проблем в друга ситуация); • Категоризира проблема; • Определя нов (неизвестен) или приложим в нова ситуация проблем.
Разработване на нов (неизвестен) алгоритъм	<ul style="list-style-type: none"> • Създава нов (неизвестен) алгоритъм; • Реализира решението програмно и прави сравнение на очакваните и получени резултати; • Обсъжда решението и формулира изводи; • Формулира идеи и хипотези.

Таксономия на учебните цели в обучението по информатика

Таксономиите играят важна роля в теорията на обучението. Те позволяват правилно да се определят и степенуват целите и задачите на обучението, да се формулират проблеми и да се поставят задачи пред обучаемите, да се подбират оценъчни инструменти, адекватни на поставяните цели, по резултатите от обучението и изпитаните от обучаемите трудности да се коригира процесът на обучение.

За първи път задачата за изграждане на схема за структуриране на педагогическите цели е поставена в САЩ. През 1956 г. Б. Блум публикува таксономия на образователните цели за познавателната дейност, която се оказва изключително ценна за характеристиката и резултатите от учебната работа [41]. В

българското образование специално място заема таксономията на Блум, свързана с *познавателната област*, която става основа на създаване на стандарти, заложен в учебната програма. В т. 2.3.2. са представени слабости на таксономията на Блум от гледна точка на обучението по информатика. Например редица полезни видове учебна дейност като решение на реални проблеми, практически задачи, проектна дейност, не могат или трудно се съотнасят към тази таксономия [27, 45].

Много когнитивни психолози се занимават с разработването на по-точна и адекватна таксономия за базовите познавателни концепции и нивата на мислене. През 2001 г. Андерсон и Кратуол [38] уточняват и развиват таксономията, предложена от Блум. В новата таксономия се прави разлика между знание за това *какво* „съдържа познавателната дейност“ и знание за това *как*, *т.е. процедурите, които се използват при решаване на проблеми*.

Според разширената таксономия при измерване на знания – има четири равнища: фактическо, концептуално, процедурно и метакогнитивно.

Когнитивните цели на разширената таксономия имат универсален характер и могат да се приложат и при обучението по програмиране. Като се използва двумерната рамка по Разширената таксономия на Блум всяка учебна дейност може да бъде представена като комбинация от тип на знание и съответно ниво от познавателния процес. Версията на таксономия за образователните цели на Андерсън и Кратуол, е ориентирана повече към *творческата парадигма, в която интелектуалното развитие се разглежда като изменение на модела на мисленето на обучаемите*.

Моделиране на обучението по информатика

Понятието обучение е изключително сложно и не може да се разглежда едностранно. В специалната дидактическа литература интерпретацията на обучението не е еднозначна. Това затруднява точното му дефиниране – такава дефиниция трябва да включва всички негови съществени признаци. За целта на изследването приемаме следната дефиниция, отразяваща точно същността му: “Обучението е организационно-функционално единство между преподаването (ръководството на учителя) и ученето (дейността на ученика), чрез което се постига управляване на външната и вътрешната активност на ученика и се формират у него определени знания, умения, навици и начини на познание” [5].

Теоретични аспекти на връзката обучение - умствено развитие на учащите се

Отношението между развитието и обучението е значителен повод за постоянни дискусии. Съществуват много школи, които изучават закономерностите на умственото развитие. Такива са школите на Ж. Пиаже, В. Скинер, Дж. Брунер, Л. Виготски, А. Леонтиев, П. Галперин, В. Давидов др. Всяка от тези школи построява модел, в който акцентира на различни страни на мисленето, но често тези модели не се изключват взаимно.

В периода 1960-1980 г. се полагат основите на т. нар. развиващо обучение с участието на голям брой учители под ръководството на Д. Елконин и В. Давидов [21].

Ядрото на научната школа на Давидов е теорията на съдържателното обобщение и образуването на понятия. Съдържателното обобщение е търсене на зависимости и отношения в изходния материал, както и такива дейности, които пораждаят многообразието на проявлението му. Под съдържателно обобщение се разбира способността на мисълта да извежда главното, което характеризира даден предмет или явление. Разликата между теоретичното и емпиричното мислене в научната теория на Давидов е фундаментална. В основата на теорията за развиващото обучение е хипотезата за водещата роля на теоретичното знание и в частност на съдържателното обобщение в развитието на интелекта [13].

Моделът на обучение по програмиране е продължение и конкретизация на общата теория на обучението, която се основава на определена общо дидактическа система. В качеството на общо дидактическа основа за модела на обучение приемаме системата на проблемно-базирано обучение, съгласно, която дидактическият процес е последователност от проблемни ситуации [5, 51]. Обучението по програмиране по своята същност е проблемно-базирано обучение, осъществява се чрез задачи [2, 4, 5, 6, 14, 19, 23].

В т. 2.4.3. като се използва двумерната рамка по разширената таксономия на Блум всяка учебна дейност за формиране и развитие на АМ се представя като комбинация от тип на знание и съответно ниво от познавателния процес.

В следващите параграфи се акцентира върху формиране и развитие на умения за разбиране и изпълнение на алгоритъм, умения за моделиране, свързани с учебни дейности за

анализиране на проблем, формализация и построяване на алгоритъм, и умения за анализиране на алгоритми.

Формиране и развитие на умения за разбиране и изпълнение на алгоритъм

Известна е особената роля на задачите в обучението по информатика и информационни технологии – в частност, те самите могат да бъдат средство за обучение [1, 7, 10, 20, 25, 29, 50].

За задачите по информатика могат да се посочат и някои специфични функции: формиране на алгоритмичен стил на мислене, усвояване на основите на моделирането, усвояване на формализация при разкриване на взаимовръзката между различните форми на едно и също понятие, явление или процес. В процеса на решаване на задачата обучаемите самостоятелно затвърдяват наученото, а също така откриват нови характеристики на изучаваните елементи чрез целенасочена активност от тяхна страна.

Основните типове алгоритмични задачи за изграждане на умения за разбиране и изпълнение на алгоритми са разработени на базата на съответните учебни дейности, представени в табл. 1.

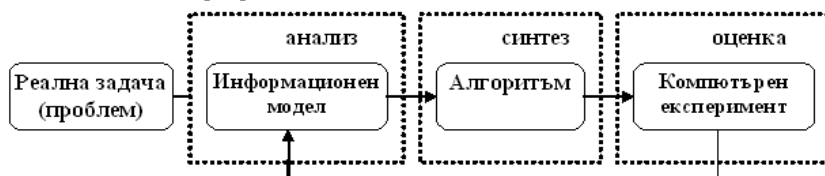
1. Разбиране и прилагане на формални начини за запис на алгоритми.
 - 1.1. Разбира и обяснява алгоритми.
 - 1.2. Прилага стандартни алгоритми.
 - 1.3. Адаптира стандартни алгоритми в нова ситуация.
 - 1.4. Анализира коректност на алгоритми
 - 1.5. Модифицира алгоритъм според контекст.
2. Изпълнение на зададен алгоритъм.
 - 2.1. Реализация на процеса на решение чрез формално и точно изпълнение на действията;
 - 2.2. Определя формален изпълнител на действията.

Разработената система от задачи се намира в Приложение 2.

Формиране и развитие на умения за моделиране

Решението на една задача винаги започва с моделиране – построяване или избор на подходящ модел за реализация. Когато говорим за модел в този смисъл имаме предвид и модел на съдържанието (формализация на условието) на задачата, и модел на обекта, избран за решение на конкретна задача, модел (метод) на решение, както и модел на процеса на решение на задачи [10,

22]. В общия случай моделирането включва способността да се отдели главното и да се пренебрегне второстепенното. Ако разгледаме алгоритъма като формален модел на дискретен процес, то построяването на алгоритъм изисква изграждане на умения за усвояване както на *принципите на моделиране*, така и на *технологиите на моделиране*, свързани с изпълнение на алгоритъма на компютър [44]. Решението на всяка задача с помощта на компютър може да се представи като алгоритъм по следната схема [56]:



Фигура 1. Етапи на решение на задача

След провеждане на компютърен експеримент често се налага изменение и уточнение на модела. Всеки модел възпроизвежда само тези свойства на оригинала, които ще улеснят неговото използване.

Съдържателната линия за формализация и моделиране изпълнява важна педагогическа задача в базовия курс по информатика – *развитие на системно мислене*, тъй като работата с огромни обеми от информация е невъзможна без навици за систематизация [6]. В т. 2.6 са разгледани основните етапи, показани на Фиг.1. за разработка и изследване на информационен модел. Представени са компонентите на АМ, свързани с изграждане на умения за моделиране (Табл. 1) като съответствие на всяка от учебните дейности с типа знание според Разширената таксономия на Блум и нивото на познателния процес.

Могат да бъдат отделени три типа задачи, в зависимост от нивото на сложност за възприемане от обучаемите:

1. Даден е информационен модел на обекта на изследване.
 - 1.1. Разбиране на модела.
 - 1.2. Формулиране на изводи.
 - 1.3. Използване на модела за решение на задачи.
2. Дадено е множество от несистематизирани данни за реален обект (задача).
 - 2.1. Систематизиране на данните.
 - 2.2. Определяне на връзката между тях.
 - 2.3. Построяване на алгоритъм (модел).

3. Даден е реален обект (процес или система).
 - 3.1. Построяване на информационен модел.
 - 3.2. Реализиране на компютърен експеримент.
 - 3.3. Формулиране на идеи и хипотези.
 - 3.4. Използване на модела за практически задачи.Създадената система от задачи се намира в Приложение 2.

Формиране и развитие на умения за анализиране на алгоритми

Развитие на умения за вариативно мислене в обучението по програмиране

В т. 2.7.1. е разработен един методичен подход за изграждане на умение за вариативно мислене в обучението по програмиране чрез реализиране на различни начини и подходи при решаване на конкретна задача [47]. Една от формите, чрез които се проявява вариативното мислене, е свързана с пробни практически действия. В процеса на осмислянето на получените по този начин свойства обучаемият извършва свои собствени (правилни или неправилни) изводи за други, скрити свойства и едновременно с това открива възможности за нови начини на действие и получаване на нови ефекти. Вариативността и обобщаващата функция на мисленето се намират в тясна взаимовръзка, а взаимодействието между тях до голяма степен определя динамиката на познавателната дейност на обучаемия. Разглеждаме вариативното мислене като качество на критичното мислене. С проблема за формиране на критичното мислене се занимават изследователи като Боно, Дюи, Липман, Халперн, Клустер. Критичност на мисленето е необходима във всички нива от процеса на проблемно обучение като анализ, сравнение, обобщение и отрицание. Без критична оценка на задачата е невъзможно да се допускат хипотези. Следва етап на потвърждаване на изводите, търсене на най-рационално решение на проблема. Халперн отбелязва, че критично мислене не означава отрицателни разсъждения и критика, а разумно разглеждане на разнообразието от решения на проблема с цел взимане на обосновани решения [48]. Под вариативност разбираме умението да се открият нови и разнообразни способности за реалното преобразуване на съответната задача. Обобщаващата функция на мисленето е в умението да се осмислят получените в хода на реалните преобразувания данни, да се направят изводи за скрити свойства, връзки и съотношения. Разбира се, наличието на подобно умение дава възможност за

функциониране на всички мисловни процеси, а не само на вариативното мислене.

Според нас целенасоченото трениране на критично мислене чрез изграждане на умение за вариативно мислене ще позволи на обучаемите да преодолеят репродуктивното ниво на осмисляне на учебния материал и ще даде възможност за по-дълбоко проникване в същността на възникващите пред тях проблеми и нестандартни подходи за решение на задачи.

Визуализации на методи за сортиране на масиви

Един от най-важните дидактически принципи, който лежи в основата на организацията и ефективността на обучението и възприемането, е нагледността [26]. Принципът за нагледност е основен и в обучението по информатика. Новите информационни технологии позволяват създаването на динамичен учебен софтуер, а представянето на процесите и явленията в движение и развитие има особено значение за познавателната дейност на обучаемите [12]. Практиката показва, че използването на анимация за обяснение и анализ на алгоритми подпомага разбирането и запомнянето им. Изпълнението във времето проследява съществените промени на състоянието на процеса. От друга страна, статични визуализации позволяват фиксиране на идеята като цяло, както и едновременно наблюдение на някои детайли и др. Споделяме мнението, че съчетаването на статично и динамично визуализиране на изучавани понятия и алгоритми в обучението по информатика осигурява оптимални условия за формирането им.

В т. 2.7.2 са представени статични и динамични средства за визуализиране на методи за сортиране на масиви [16].

При прилагане на визуализации в изучаването на алгоритми за сортиране се реализира наблюдение на изпълнението на алгоритмите стъпка по стъпка. След това е възможно повторение, анализ и систематизиране на получените резултати.

Резултати от Втора глава:

- Анализирани и описани са основни учебни дейности за формиране и развитие на АМ в обучението по информатика.
- На базата на Разширената таксономия на Блум е разработен модел за осъществяване на развиващо

обучение по информатика на студенти през първата година от бакалавърската програма.

- Чрез система от учебни задачи и технология на преподаване е разработена образователна среда за управление на обучението и осъществяване на учебните цели. Акцентира се върху формиране и развитие на умения за разбиране и изпълнение на алгоритъм, умения за моделиране и умения за анализиране на алгоритми.
- Разработен е един методичен подход за изграждане на умение за вариативно мислене в обучението по програмиране..
- На основата на дидактическите принципи в обучението е представен подход за обучение и анализиране на алгоритми чрез използване на статична и динамична визуализация.

Глава 3

Организация, резултати и анализ на резултатите от педагогически експеримент

Организация на педагогическия експеримент

Педагогическият експеримент е проведен през учебната 2009/2011 г. със студенти от специалност "Информатика" – първи курс от ФМИ на ПУ „Паисий Хилендарски“, по време на лабораторни занятия. Той е насочен към проверка на хипотезата, че обучението чрез предложената образователна среда повишава ефективността на обучението по програмиране и осъществява развитие на алгоритмичното мислене на обучаемите.

Подборът на експериментална (ЕГ) и контролна група (КГ) е на случаен принцип, от административно разделените на 3 групи студенти от специалност "Информатика", изучавали в предишния семестър курс по „Основи на компютърната информатика“.

Критерии и показатели за оценяване на резултатите

За оценяване на резултатите от учебната работа са използвани три основни критерия – *Критерий I* е свързан със знанията и уменията във връзка с анализиране и програмно решаване на проблеми, *Критерий II* - знания и умения, свързани с разбиране и изпълнение на алгоритъм, *Критерий III* - знания и умения, свързани с анализиране на алгоритми [55].

Разработени са и са апробирани дидактически тестове за трите етапа на експеримента (Приложение 1).

Приложената методика на обучение върху ЕГ е постигнала съществени резултати. Основният индикатор за това се явява статистическата значимост на ефекта на взаимодействие между факторите етап на измерване и принадлежност към КГ или ЕГ.

Статистическа обработка на резултатите от експеримента

Решението за отхвърляне или приемане на нулева хипотеза, т.е. решението за наличие на статистическа значимост на наблюдавания ефект, се взема въз основа на стойността на оценено ниво на значимост p , която допуска основна интерпретация като вероятност за грешка при отхвърляне хипотезата за нулев ефект. Малките стойности на p дават основание за отхвърлянето на нулевата хипотеза и приемане на предположението, че наблюдаваният ефект е статистически значим. Обикновено при $p < 0.05$ се приема, че наблюдаваният ефект е значим [8].

Класическият анализ за надеждност се извършва чрез пресмятане коефициента алфа на Кронбах с максимална стойност 1, както и на индивидуалните за всеки айтъм индекси на дискриминация с максимална стойност 1.

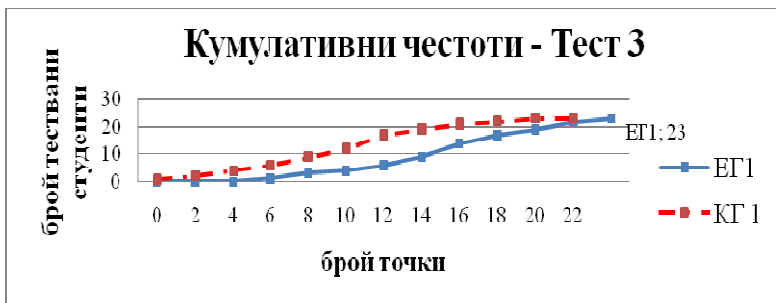
На всеки от трите етапа от провеждане на експеримента студентите попълват тест от 12 въпроса и решават допълнително по една задача на C++. Максималният брой точки при всеки тест е 24. Оценката се изчислява по формулата: $K = 2 + 4 * n/N$, където n е сумарен брой точки от всеки студент, 4 – брой оценки, различни от 2, $2 \leq \text{Оц} \leq 6$), N – максимален брой точки. Оценяването на задачите от всеки тест се извършва съгласно следните критерии:

Верен отговор	2
Частично верен (непълн)	1
Грешен отговор	0

Нулева хипотеза H_0 : Разпределенията в генералните съвкупности ЕГ1 и КГ1 съвпадат, или

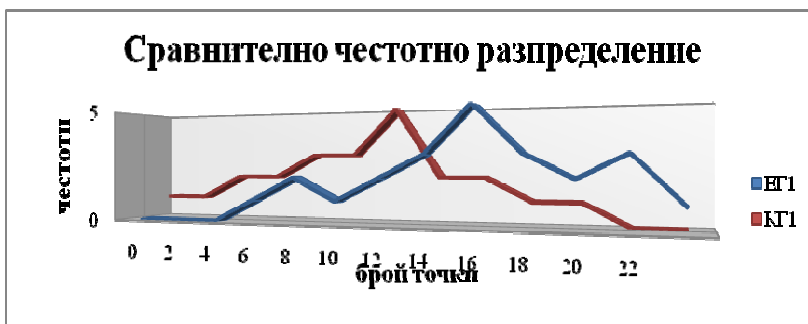
Алтернативна хипотеза: Разпределенията в генералните съвкупности ЕГ1 и КГ1 не съвпадат с избраната грешка.

Прилагаме метода на Колмогоров-Смирнов за разпределение. От фиг. 2 се вижда, че изобразените линии на кумулативните честоти съществено се различават, като тази на контролната група се намира изцяло над линията на експерименталната, като в някои части разстоянието между тях е значително.



Фигура 2. Сравнение на резултати от тест 3

За сравнение на резултатите от тест 3, извършваме проверка на математическите очаквания, като прилагаме T – статистика. И за двете съвкупности са изпълнени $|t_{\text{набл}}| > t_{\text{крит.}}$, следователно студентите от двете групи имат значително различни резултати. $t_{\text{набл.}}$ попада в критичната област и основната хипотеза $H_0: m_1^2 = m_2^2$ (средният успех на студентите от ЕГ и КГ от Тест 3 са статистически неразличими стойности) се отхвърля срещу контра-хипотезата $H_1: m_1^2 \neq m_2^2$ от Тест 3 са статистически различими стойности с ниво на доверие 5%, т. е. средният успех на обучаемите в двете групи (ЕГ и КГ) се различава; по-висок е средният успех на студентите от експерименталната група.



Фигура 3. Сравнително честотно разпределение - тест 3



Фигура 4. Резултати по показатели – тест 3

Основен извод: Статистическият анализ на педагогическия експеримент дава основание да се твърди, че разработената образователна среда чрез система от учебни задачи и технология на преподаване съдействат за управление на обучението по информатика и осъществяване на учебните цели.

В процеса на обучение се е развило в значителна степен умението за разбиране и изпълнение на алгоритъм. Най-значителна е разликата по отношение на умението за моделиране, но ако сравним развитието по показатели на студенти от експерименталната група се забелязват по-слаби резултати, свързани с умение за моделиране и анализиране на алгоритми. От съответната таблица се забелязва, че основните учебни дейности, свързани с тези умения, са на по-високо когнитивно ниво. Те представляват изключително процедурен и метакогнитивен тип знание, а нивата на познавателния процес също са на по-високо ниво – анализ, синтез, оценяване. Следователно са необходими специални усилия за формирането и усъвършенстването на тези умения. Наблюденията ни относно прилагане на визуализации при обучението на алгоритми за сортиране показва изключително положителни резултати. Разбирането на тези алгоритми и техният анализ е особено трудна задача за студентите. Решаването на задачи, които имат повече от едно решение, както и реализирането на повече от едно решение с различни алгоритмични конструкции провокира интереса и мотивацията на студентите и спомага за развитие на умения за вариативно мислене като качество на критичното мислене.

Резултати от Трета глава

За получаване на обективна информация за достъпността на предложеното в изследването учебно съдържание и ефективността на разработената методика на обучение бе организиран и проведен педагогически експеримент. Приложената методика на обучение върху експерименталната група е постигнала съществени резултати.

- Разработени са критерии и показатели за диагностика на резултатите от педагогическия експеримент.
- Разработени са и са апробирани дидактически тестове за оценяване на формирането на алгоритмичното мислене.
- Проведен е педагогически експеримент, чрез който се реализира проверка на ефективността на разработената педагогическата среда за развитие на АМ.
- Резултатите от експеримента са обработени статистически и са анализирани.

Заклучение

Основната хипотеза на дисертационното изследване, че обучението чрез предложената образователна среда повишава ефективността на обучението по програмиране и осъществява развитие на алгоритмичното мислене на обучаемите, беше потвърдена от резултатите на проведеня педагогически експеримент.

Получихме обективна информация за достъпността на предложеното в изследването учебно съдържание и ефективността на разработената методика на обучение.

Предложената система от задачи и методика на преподаване създават условия за задълбочено и трайно усвояване на знанията, осмисляне на тяхното приложение при решаване на задачи от различни предметни области. Предложените дидактически подходи благоприятстват активното усвояване на знания, подпомагат формирането и развитието на умения за развитие на алгоритмичното мислене на студентите в базисните курсове на обучението по информатика.

Разработеният модел за осъществяване на развиващо обучение може да обогати съществуващата педагогическа практика в обучението по информатика.

Перспективи за развитие

1. Разработване на практически задачи за курсови проекти, изискващи работа в екип.
2. Разработване на дидактически средства за визуализация на динамичните аспекти на една програма.
3. Разработване на система от задачи с междупредметен характер за повишаване мотивацията на обучаемите.
4. Създаване на система от дидактически тестове за оценка на знанията и уменията в зависимост от типа знание и нивото на познавателния процес.
5. Реализиране на смесено обучение и on-line тестване и оценяване на резултати.

Основни приноси на дисертационния труд

Поставените в увода цели и задачи са изпълнени.

Приносите в дисертационния труд са:

- I. Обогатено е съдържанието на понятието *алгоритмично мислене* и са определени основните му компоненти.
- II. Анализирани са основните учебни дейности в обучението по информатика за формиране и развитие на алгоритмично мислене.
- III. Разработен е дидактически модел за формиране на алгоритмично мислене и осъществяване на развиващо обучение по информатика на студенти - първокурсници.
- IV. Създадени са образователна среда и технология на преподаване чрез система от учебни задачи за формиране на алгоритмично мислене.
- V. Разработени са и са апробирани дидактически тестове, съответни критерии и показатели за диагностика на формирането на алгоритмично мислене.

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

Принос	Цели	Задачи	Секция в дисертацията	Публикация
I	1	1.2, 1.3	1.1, 1.2, 1.3	1, 3, 5
II	2	2.1	2.1, 2.2	5, 7
III	2	2.2	2.4, 2.5, 2.6, 2.7	4, 6
IV	2	2.3	2.5, 2.6, 2.7	2, 4, 6
V	3	3.1, 3.2, 3.3	3.1, 3.1.3, 3.2	2, 7

Апробация

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

1. Европейски проекти InnoMathEd и Fibonacci, "Иновации в образованието по математика, основани на компютърните технологии", 2010-2011 г.
2. Научен проект ИС-М-4 към звено „Научна и приложна дейност“ на ПУ на тема: „Между-факултетен разпределен център за електронно обучение“, 2008-2009 г.
3. Научен проект РС09-ФМИ-041 "Синхронизация на независими приложения" към НФ "Научни изследвания" при ПУ "Паисий Хилендарски", 2009-2010 г.
4. Научен проект НИ11-ФМИ-004 към звено „Научна и приложна дейност“ на ПУ на тема: "Разработка и приложение на иновативни ИКТ за провеждане на качествени конкурентноспособни научни изследвания и цялостно осъвременяване процеса на обучение във ФМИ", 2011-2012 г.
5. Национален проект BG051PO001/3.2-01 "Разработване на система за оценка на качеството на средното образование и рейтингова система за висшите училища в република България" - оперативна програма "Развитие на човешките ресурси" 2007-2013 г.

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

1. Национален семинар "Учителите и учениците в ролята на изследователи: проектите InnoMathEd и Fibonacci", 39 Пролетна конференция на СМБ, Албена, 7-8.04.2010 г.
2. Национална конференция "Образованието в информационното общество", Пловдив, 27-28 май 2010 г.
3. The Anniversary International Conference, Synergetics and Reflection in Mathematics education, September 10-12.2010 г., Bachinovo, Bulgaria.
4. Национален семинар за обучение по математика, информатика и информационни технологии, 17-19 септември 2010 г., с. Оряховица.
5. The Anniversary International Conference, Research and Education in Mathematics, Informatics and their Applications, December 10-12, 2010, Plovdiv, Bulgaria.
6. Научна сесия на секция „Обучение по математика и информатика“ при ИМИ на БАН, 20.12.2010 г.

7. Международен семинар по ЮНЕСКО: Re-designing Institutional Policies and Practices to Enhance the Quality of Teaching through Innovative Use of Digital Technologies (QED), 14-16.06.2011, Sofia.
8. Международной научно-практической конференции „Информатизация образования – 2011”, Елец: ЕГУ им. И. А. Бунина, 14-15 июня 2011 г.
9. Национален семинар „Изследователски подход в образованието по математика”, БАН, ИМИ, секция „Обучение по математика и информатика” и Европейски проект Fibonacci, 16-17.12.2011 г., София.

Изнесени доклади на **международни и национални конференции и семинари:**

1. Гроздев, С., Т. Чехларова, Т. Терзиева. За необходимостта от развитие на алгоритмично мислене в обучението по информатика, Национална конференция “Образованието в информационното общество”, Пловдив, 27-28 май 2010 г.
2. Терзиева, Т. За усвояването на алгоритми в обучението по програмиране, Национална конференция “Образованието в информационното общество”, Пловдив, 27-28 май 2010 г.
3. Terzieva, T. Results from investigations on the notion of algorithmic thinking, The Anniversary International Conference, Synergetics and Reflection in Mathematics education, September 10-12, 2010 г., Bachinovo, Bulgaria.
4. Grozdev, S., T. Terzieva. Development of variational thinking skills in Programming teaching, Proceedings of the Anniversary International Conference, Research and Education in Mathematics, Informatics and their Applications, December 10-12, 2010, Plovdiv, Bulgaria.
5. Терзиева, Т. Обучаващи решения с динамичен софтуер GeoGebra. (Чехларова) секция ОМИ, ИМИ - БАН, 20.12.2010 г.
6. Гроздев, С., Т. Терзиева. Изследование концепции алгоритмического мышления при обучении информатике, Международной научно-практической конференции „Информатизация образования – 2011”, ЕГУ им. И.А. Бунина, 14 - 15 июня 2011 г, Елец, Россия.
7. Терзиева, Т. Междупредметни връзки при обучението по математика, информационни технологии и информатика. (Чехларова, Терзиева, Анева). Международен семинар по ЮНЕСКО: Re-designing Institutional Policies and Practices to Enhance the Quality of Teaching through Innovative Use of Digital Technologies (QED), 14-16.06.2011, Sofia.

Благодарности

Изказвам сърдечна благодарност на научните си ръководители проф. дпн Сава Гроздев и доц. д-р Тони Чехларова за съветите и подкрепата през целия период на работата върху дисертацията.

Благодаря на колегите от катедра „Компютърни технологии“ за съдействието и специално на доц. д-р А. Илиев и доц. д-р Е. Ангелова.

Публикации по дисертационния труд

1. Гроздев, С., Т. Чехларова, Т. Терзиева, За необходимостта от развитие на алгоритмично мислене в обучението по информатика, Национална конференция “Образованието в информационното общество”, Пловдив, 27-28 май 2010г., 102-108, ISSN 1314-0752.
2. Терзиева, Т., За усвояването на алгоритми в обучението по програмиране, Национална конференция “Образованието в информационното общество”, Пловдив, 27-28 май 2010г., 223-230, ISSN 1314-0752.
3. Terzieva, T., Results from investigations on the notion of algorithmic thinking, Proceedings of the Anniversary International Conference, Synergetics and Reflection in Mathematics education, September 10-12, 2010, Bachinovo, Bulgaria, pp. 479-486, ISBN 978-954-423-621-2.
4. Grozdev, S., T. Terzieva, Development of variational thinking skills in Programming teaching, Proceedings of the Anniversary International Conference, Research and Education in Mathematics, Informatics and their Applications, December 10-12, 2010, Plovdiv, Bulgaria, pp. 435-442, ISBN 978-954-423-621-2.
5. Гроздев, С., Т. Терзиева, Исследование концепции алгоритмического мышления при обучении информатике, Международной научно-практической конференции „Информатизация образования 2011”, Елец: ЕГУ им. И. А. Бунина, 14-15 июня 2011 г., Т1, 112 - 119 с., ISBN 978-5-94809-498-4.
6. Гроздев, С., Т. Терзиева, Визуализация методов сортировки массивов, Электронный журнал Российской Академии Образования "Информационная среда образования и науки", Выпуск 5, 2011 г., Москва, ISSN 2223-4438.
http://www.iiorao.ru/iio/pages/izdat/ison/publication/num_5_2011/
7. Terzieva, T., Some criteria and indicators for diagnosis of the forming of algorithmic thinking in Computer Science, Scientific Works, Plovdiv University, vol. 38, Book 3, Mathematics, ISSN 0204-5249 (accepted).

Библиография

1. Азълв, П., Програмиране, Основен курс, Увод в програмирането. София, Издателство „АСИО”, 1995.
2. Азълв, П. А. Рахнев, Програмиране и алгоритмични езици – учебник-записки за втора степен на ЕСПУ, изд. „Печатна база на МНП, София, 1984 г.
3. Азълв, П., А. Рахнев, Програмиране и алгоритмични езици – учебник за II степен на ЕСПУ, изд. „Техника”, София, 1987 г.
4. Ангелова, Е., Подготовка на учители за обучение на ученици по информационни технологии. Автореферат на дисертация за присъждане на образователна и научна степен “доктор” по научна специалност 05.07.03. София, 2010.
5. Андреев, М., Процесът на обучението. Дидактика. Университетско издателство „Св. Климент Охридски”, София, 1996.
6. Асенова П., Построение и използване системы задач для обучения алгоритмизации в курсе информатики болгарской школы: Автореф. дис. канд. пед. наук. - М., 1989.
7. Асенова, П., Е. Келеведжиев, Информатика. ЗП. ЕТ „Регалия – 6”, С. 2001.
8. Бижков, Г., В. Краевски, Методология и методи на педагогическите изследвания. Университетско издателство „Св. Кл. Охридски”, София, 2007, с. 604.
9. Бърнев, П., Керпеджиев С., Основни понятия в информатиката. "Д-р П. Берон", 1988 г.
10. Бърнев, П., П. Азълв, Алгоритми, ДИ „Народна просвета”, 1987 г.
11. Воронцова Ю., А. Русаков, О формировании понятия „Алгоритм” в курсе информатики средней школы, Педагогическая информатика, бр. 3, 2010 г.
12. Ганчев, И., Основни учебни дейности в урока по математика, ИФ “Модул - 96”, София, 1999.
13. Гроздев, С., К. Гърв. За системите от опорни задачи при подготовката за участие в олимпиади по информатика. Комбинирани обекти и алгоритми, Сборник доклади на 37 пролетна конференция на СМБ: Математика и математическо образование, Боровец 2-6 април 2008, с. 304-311.
14. Гроздев, С., М. Ватанабе. Обобщеният арбелос като примерен инструментариум за развиващо обучение в Япония. Сборник доклади на 40-та юбилейна пролетна конференция на СМБ: Математика и математическо образование, Боровец 5-9 април 2011, с. 380-386.
15. Гроздев, С., Т. Терзиева, Исследование концепции алгоритмического мышления при обучении информатике, Международной научно-практической конференции „Информатизация образования – 2011”, Елец: ЕГУ им. И. А. Бунина, 14-15 июня 2011 г., Т 1. 112 - 119 с., ISBN 978-5-94809-498-4.
16. Гроздев С., Т. Терзиева, Визуализация методов сортировки массивов, Электронный журнал Российской Академии Образования

- "Информационна среда образование и науки", Выпуск 5, 2011 г., Москва, ISSN 2223-4438.
http://www.iiorao.ru/iio/pages/izdat/ison/publication/num_5_2011/
17. Гроздев, С., Т. Чехларова. Онагледяване в 8 задачи. В: сборник „Математика, информатика и компютърни науки“, Слово, Велико Търново, 2006, с. 260 – 267.
 18. Гроздев, С., Т. Чехларова, Т. Терзиева, За необходимостта от развитие на алгоритмично мислене в обучението по информатика, Национална конференция “Образованието в информационното общество”, Пловдив, 2010, с. 102-108, ISSN 1314-0752.
 19. Гъргов, 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 образователна и научна степен „доктор“, София, 2008.
 20. Гъргов, К., С. Анева, Е. Тодорова, Основни учебни дейности при обучението по информационни технологии, Доклади на 39-та пролетна конференция на СМБ, Албена, 4-8.04.2010, с. 313 – 317.
 21. Давыдов, В., Лекции по общей психологии. Академия, 2005.
 22. Дичева, Т., Е. Ангелова, А. Рахнев, Моделирането като подход при решаване на приложни задачи с Excel, Сб. 130 години от рождението на акад. Кирил Попов, Шумен, MatTex 2010, 19-21 ноември 2010.
 23. Дончев, И., Подход за усвояване на концепциите на ООП чрез примери. Доклади на 39 пролетна конференция на СМБ, Боровец 2-6 април 2008, стр. 335-341.
 24. Дурева, Д., Проблеми на методиката на обучение по информатика и информационни технологии. УИ ЮЗУ "Неофит Бозвели", Благоевград, 2003.
 25. Дурева, Д., Г. Тупаров, За подготовката на студентите - бъдещи учители по информатика и информационни технологии. Сборник доклади на Национална конференция "Образованието в информационното общество" Пловдив, АРИО, 26-27 май 2011, стр. 337-341.
 26. Кендеров, П., Иновации в математическото образование: европейските проекти InnoMathEd и Fibonacci", Сборник доклади на 39 Пролетна конференция на СМБ, Албена, 4-8.04.2010, стр. 63-72.
 27. Костадинова, Х., Г. Тотков, М. Райкова, Към автоматизирано генериране на тестове по Блум, Сборник на 40-та пролетна конференция на СМБ, Боровец, 5-9 април 2011, 413-422.
 28. Крушков, Х., А. Илиев, Практическо ръководство по програмиране на Паскал. Пловдив, 2005.
 29. Крушков, Х., М. Крушкова, Д. Крушкова, Как да подобрим обучението по програмиране, Национална конференция “Образованието в информационното общество”, Пловдив, 27-28 май 2010 г., 110-116.
 30. Рахнев, А., Интензификация на обучението по програмиране чрез използване на информационни технологии, Хабилитационен труд за присъждане на научното звание “професор”, София, 2010.

31. Рахнев, А., К. Гъров, О. Гаврилов, Ръководство за извънкласна работа по информатика на базата на езика Бейсик, изд. „Печатна база на МНП”, София, 1986 г.
32. Рахнев, А., Цв. Узунов, Й. Илиев, Възможности за използване на процедури с параметри в Бейсик за ПК „Правец-82”, Научни трудове на ПУ, т. 26, кн. 3, 1988, стр. 321-332.
33. Рубинштейн, Л., Основы общей психологии. Издательство: Питер, 2002, с. 720.
34. Сендов, Б., и колектив, Информатика за 10 клас, София, НП, 1991 г.
35. Терзиева, Т., За усвояването на алгоритми в обучението по програмиране, Национална конференция “Образованието в информационното общество”, Пловдив, 27-28 май 2010 г., 223-230. ISSN 1314-0752.
36. Тотков, Г., В. Шкуртов, Р. Донева, Основи на компютърната информатика. Пловдив, 2001 г.
37. Чехларова, Т., Подходи при определяне на интелигентността и структурата ѝ. В: Научни трудове на ПУ “П. Хилендарски”. т.46, кн.2, Методика на обучението. 2009, с. 27-35.
38. Anderson, L. W., Rethinking Bloom’s Taxonomy: Implications for testing and assessment. ED 435630, 1999.
39. Angelova, E., A. Rahnev, Boosting Teaching and Learning Efficiency in Training Teachers of Information Technology, Scientific Works, Plovdiv University, vol. 36, book 3, (2009). Mathematics, pp. 5-18.
40. Aho, A., J. Hopcroft, J. Ullman. The design and analysis of Computer algorithms. Addison – Wesley Publishing Company, 1976.
41. Bloom, B.S., (Ed.). 1956. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, Cognitive domain. New York: Longmans.
42. Chehlarova, T., E. Sendova, Stimulating different intelligences in a congruence context. In: Constructionist approaches to creative learning, thinking and education: Lessons for the 21st century. Proceedings for Constructionism 2010, The 12th EuroLogo conference. 16-20 August, Paris, France, 2010.
43. Computer Science Curriculum 2008 final report (CS2008). <http://www.acm.org/education/curricula/ComputerScience2008.pdf>
44. Cormen, T. H., C.E. Leiserson, R.L. Rivest, and C. Stein: Introduction to Algorithms. Cambridge, MA: MIT Press, 1990, pp. 984.
45. Fuller, U., Johnson, C. G., Ahoniemi, T., Cukierman, D., Hern, I., Hernn-Losada, I., et al. Developing a computer science-specific learning taxonomy. ACM SIGCSE Bulletin, 39(4), 2007, pp. 152-170.
46. Grozdev, S. For High Achievements in Mathematics: The Bulgarian Experience (Theory and Practice), Sofia: Association for the Development of Education, 2007.
47. Grozdev, S., T. Terzieva, Development of variational thinking skills in Programming teaching, Proceedings of the Anniversary International Conference, Research and Education in Mathematics, Informatics and

- their Applications, December 10-12, 2010, Plovdiv, Bulgaria, ISBN 978-954-423-621-2.
48. Halpern, D., Thought and knowledge: an introduction to critical thinking, 3rd ed., Hillsdale, New Jersey, Mahwah, 1996.
 49. Knuth, D., Algorithmic thinking and mathematical thinking, The American Mathematical Monthly, 1985.
 50. Malinova, A., Developing Programming Skills Using "Mathematica", Proceedings of the Anniversary International Conference, Synergetics and Reflection in Mathematics education, September 10-12, 2010, Bachinovo, 425-435.
 51. Milloushev, V. B., D. G. Frenkev, D. V. Millousheva-Boikina, Model for Teaching in Rediscovery of Particular Methods for Mathematical Problem Solving. Proceedings of III Congress of Mathematicians of Macedonia, Struga, 29.IX-2.X.2005, p. 123-130.
 52. Rahnev, A., E. Angelova, Training Teachers of Mathematics in the use of Modern Information Technologies for Teaching, Proc. of the 6th Mediterranean Conference on Mathematics Education, Plovdiv, Bulgaria, 22-26 April 2009, pp. 79-83.
 53. Shotlekov, I., A. Rahnev, Evaluating the Quality of Student Web Design Projects, Mathematics and Education in Mathematics, Sofia, (2010), pp. 227- 236.
 54. Terzieva, T., Results from investigations on the notion of algorithmic thinking, Proceedings of the Anniversary International Conference, Synergetics and Reflection in Mathematics education, September 10-12, 2010, Bachinovo, Bulgaria, pp. 479-486, ISBN 978-954-423-621-2.
 55. Terzieva, T., Some criteria and indicators for diagnosis of the forming of algorithmic thinking in Computer Science, Scientific Works, Plovdiv University, vol. 38, Book 3, 2011, Mathematics, ISSN 0204-5249 (accepted).
 56. Wirt, N., Algorithms and Data Structures = Programs. Prentice-Hall, 1986.