

**ЕДИН ОПИТ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ НА НАЧАЛНО
ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАМИРАНЕ НА 10–11 ГОДИШНИ
УЧЕНИЦИ НА БАЗАТА НА СПИРАЛОВИДЕН ПОДХОД
В ОБУЧЕНИЕТО***

Бисерка Йовчева

Статията представя използването на уникален подход при обучението по програмиране при 10-11 годишни ученици, който се базира на идеята, че такова обучение трябва да започне веднага след преподаването на първите елементи на езика за програмиране и да се развива с времето, като един и същ проблем се разглежда неколккратно, но всеки път с добавяне на нови знания. По описаната методика е издаден учебник, на базата на който е организирано експериментално обучение на ученици в продължение на шест години. Елементи на методиката са представяни от автора на различни форуми. Настоящата статия цели да направи обобщение на изследванията до този момент. В нея е представена примерна учебна програма за първата година на обучението по програмиране на 10–11 годишни ученици (група Е на националните състезания по информатика).

1. Основни идеи и принципи на спираловидния подход в обучението по програмиране. Елементи на идеята за спираловиден подход в обучението по програмиране на 10–11 годишни ученици в извънкласни и извънучилищни форми са представени от автора на различни форуми [3–6]. Тук представянето на основните идеи, залегнали в изследването ще бъде съкратено предвид на ограничения обем.

За описание на основните понятия, използвани за представянето на подхода, авторът се базира на основни определения на математическото понятие спирала.

По-конкретно: математическото понятие “спирала” (непрекъснатата равнинна крива, която се описва от точка, плъзгаща се по лъч, който се върти с постоянна скорост около координатното начало на фиксирана координатна система в равнината), се използва като нагледен и съдържателен модел за съвкупност от похвати, начини и средства за преподаване (подход) на информатика и информационни технологии. Приема се, че:

– всяка *спирала*, като цяло, символизира обучението по определена тема, учебно ядро или учебна дисциплина;

– кое да е *фиксирано положение на въртящия се лъч* символизира развитието на определено знание, умение, компетенция или система от знания, умения и (или) компетенции;

* **Ключови думи:** education, informatics, didactics, programming, spiral approach

– *пресечните точки на лъчите със спиралата* символизират конкретен етап в усвояване на едно знание, умение, компетенция или система от компетенции;

– *полюсът на спиралата* (центърът на координатната система) се свързва с началото на обучението по темата, модула, учебното ядро, или учебната дисциплина, които спиралата символизира;

– *всеки цикъл*, получен (описан от точката) при едно пълно завъртане на кой да е от лъчите, символизира обучението между две нива в изучаването на едно и също знание, умение или компетенция. Терминът “цикъл” се използва в същия смисъл от проф. Иван Ганчев в [8].

Струва си да се отбележи, че ако ъгловата скорост на въртящия се лъч е постоянна (“Архимедова спирала”), то точките, в които един лъч пресича спиралата се намират на едно и също разстояние една от друга, докато при променлива ъглова скорост на лъча, пресечните му точки със спиралата са на различни разстояния. Математическите характеристики на спиралата могат да поставят и други интересни въпроси пред проведеното изследване, като например – дали в модела, базиран именно на този математически обект, са залегнали неговите характеристики – еднакви ли са разстоянията между пресечните точки на два лъча, на различните нива на спиралата. Може да се постави въпросът и за това дали не е удачно да се избере спирала, различна от Архимедовата (логаритмична, например), като модел на подхода. Тези и други въпроси могат да провокират редица допълнителни изследвания, които не са цел на настоящия труд. Трябва да се отбележи, че в разглеждания модел се използва Архимедовата спирала като топологичен обект, а не като геометричен и това определя детайлите на описваното по-нататък изследване.

В предлаганата разработка споменатите понятия и термини се интерпретират по следния начин:

– *Спиралата* съответства на началното обучение по програмиране на деца в последния клас на начален етап и първите класове на прогимназиален етап в българското училище;

– Всяка отделна област на алгоритмизация (геометрия, аритметика, оптимизиране, обработката на знакова информация, обработка на изображения и др.) се представя с *лъч*” [6];

– Последователните пълни завъртания на лъча (*цикли, нива*) съответстват на запознаване с отделни езикови конструкции:

2. Организация и реализация на спираловидния подход към обучението по програмиране. 2.1. Описание на лъчите (алгоритмични направления). В обучението по програмиране на ученици на възраст 10 – 11 години, готвещи се за участия в състезания, се предвижда запознаване със следните алгоритмични направления:

- реализация на математически модели;
- алгоритми от теория на числата [6];
- оптимални елементи и последователности;
- обработка на знакова информация;
- компютърна геометрия [4].

Целесъобразно е като “нулев” лъч да се разгледа изучаването на елементите на езика за програмиране, необходими за реализация на алгоритмите от определено ниво. Всяко ново ниво започва с ново знание за инструментите, които предлага езика

за програмиране и продължава с разглеждане на алгоритми от различни направления. Описаните по-горе алгоритмични направления са базирани на учебна програма за задължително избираема подготовка по информатика [7]. Учебното съдържание, залегнало в тази програма, се променя и усъвършенства непрекъснато от Националната комисия по информатика към МОН и СМБ. В приложената **Таблица** са представени темите от всяка алгоритмична област и тяхното място в обучението, съобразно алгоритмичното направление и нивото.

2.2. Описание на нивата в спиралата за начално обучение по програмиране. През първата година на обучение нивата (циклите) в спиралата съответстват на основните езикови конструкции, чието познаване определя възможностите за реализация на различни по сложност алгоритми.

I ниво. Операции в езика за програмиране. Операция за присвояване. Оператори за вход и изход. Линейни алгоритми. На това ниво учениците се запознават с числовите типове и по-точно с типа `int`, с основните аритметични операции, сред които операциите за целочислено деление и остатък при деление, с помощта на които могат да се отделят цифрите на дадено число, да се получи ново число от цифрите на старото и др. Може да се реализират и някои алгоритми за различни математически пресмятания, като намиране на лице или периметър на правоъгълник, преобразуване на мерни единици и др.

Пак на това ниво учениците се запознават със знаковия тип `char`, какви са стойностите от тип `char`, как се декларират променливи от тип `char`, как се въвеждат променливи и как се извеждат изрази от тип `char`. На това ниво учениците се запознават още и с основните операции с величини от тип `char` и техният смисъл – определяне на ASCII-кода на даден знак, намиране на знак по даден ASCII-код, намиране на следващия в лексикографската подредба знак и др.

Придобитите знания дават възможност и за решаване на някои задачи от областта “компютърна геометрия”, като: намиране на дължини на отсечки от числовата ос; изчисляване на общата дължина, която припокриват две отсечки; определяне на разстояние между две точки в равнината с равни абсциси или ординати и др.

II ниво. Условни оператори. Разклонени алгоритми. На това ниво учениците се запознават с условен оператор и всички условни операции. Могат да анализират определени свойства на числата, да проверяват дали дадено число се дели на друго, да проверяват дадени свойства на числата в зависимост от техните цифри (става дума за числа с фиксиран брой цифри). Могат успешно да анализират и отношенията между числата; да пишат програми, които определят оптималност по предварително зададени критерии, но само за фиксиран брой елементи. В частност тук може да се определя оптималност на времеви интервали, отсечки и др.

Използвайки новия инструментариум, учениците се научават да реализират програмно анализ на текст, съставен от фиксиран брой знаци, както и отделяне на числа от текст с фиксиран брой знаци, могат да анализират определени свойства на текста, неговата структура и т.н. На този етап се обръща внимание на анализа на текст с предварително фиксиран, неголям брой знаци, за да се избегне използването на цикли, които учениците още не познават.

Отново поради ограничените възможности за създаване на алгоритми, знанията в областта на компютърната геометрия, които се поднасят на този етап са свързани предимно с определяне на местоположението на дадена точка в равнината или на

Таблица 1

Разпределение на темите от учебната програма по лъчи и нива на спиралата

Алгоритмични направления – лъчи	I ниво		II ниво		III ниво		
	Тема	бр. ч.	Тема	бр. ч.	Тема	бр. ч.	
“Елементи на езика за програмиране” (нулев лъч)	Алгоритми	3	Условни оператори. Пълен и кратък условен оператор. Съставен оператор.	2	Оператори за цикъл – оператор do-while; – оператор while; – оператор for;	6	
	Среди за програмиране	2					
	Елементи на езиците за програмиране: Азбука. Величини. Идентифика- тори. Коментари. Опера- тори. Подпрограми.	2					
	Структура на програма	1					
	Типове данни и опера- ции в езика C/C++ Тип на величина. Видо- ве типове. Стандартни числови типове в езика C/C++. Декларация на константи и променли- ви. Аритметични опе- рации. Изрази.	2	Оператор за избор на вариант.	2			
	Въвеждане и извеждане на данни в C/C++ програми	2					
Още операции в C/C++. Логически операции. Условна операция. Операции за размер на обект, преобразуване на типове и последователно изпълнение.	2						
“Реализация на математически модели”	2	Пресмятане по модел, преобразуване на мерни единици.			2	Задачи за пресмя- тания, зависещи от условие, мерни еди- ници, определяне на интервали от време	4
“Алгоритми от теория на числата”	Отделяне на цифрите на число, преобразуване на числа.	2	Проверка на свой- ствата на числа с краен брой цифри, проверка за дели- мост.	4	Намиране на делите- лите на дадено чи- сло, прости числа; намиране на прости делители на даде- но число, фактори- зиране на число на прости множители.	2	
					Алгоритъм на Ев- клид, най-малко общо кратно	2	
					Вложени цикли. Ре- шаване на диофан- тово уравнение от първа степен	2	

Таблица 1 Продължение

Алгоритмични направления – лъчи	I ниво		II ниво		III ниво	
	Тема	бр. ч.	Тема	бр. ч.	Тема	бр. ч.
					Отделяне на цифрите на число, брой цифри, свойства на числата – палиндромы, приятелски числа.	2
					Генериране на цели числа със зададени свойства.	2
“Оптимални елементи и последователности”			Намиране на оптимален от фиксиран брой елементи.	2	Намиране на оптимален елемент в дадена последователност. Определяне на дължината на най-дълга последователност от елементи с определено свойство	2
			Намиране на оптимален от фиксиран брой интервали	2	Определяне на оптимални интервали	2
“Обработка на знакова информация”	Знаков тип <code>char</code> , стойности от тип <code>char</code> , декларация на променливи от тип <code>char</code> , въвеждане и извеждане на величини от тип <code>char</code> , операции с величини от тип <code>char</code> .	2	Анализ на текст, съставен от краен брой знаци. Отделяне на число от текст с краен брой знаци.	4	Отпечатване на фигури от знаци	2
	Преобразуване на стойности от тип <code>char</code> : преобразуване на малка буква в главна и обратно, преобразуване на цифра в число.	2				
“Компютърна геометрия”	Числова ос, координата на точка; разстояние между две точки; точка, разделяща отсечка в дадено отношение.	2	Сравняване на дължини на отсечки на числовата ос; проверка дали две отсечки се припокриват; изчисляване на общата дължина, която припокриват двете отсечки	2	Компютърна геометрия: Отброяване на точки, притежаващи дадено свойство. Принадлежност на точки към фигури; общи точки между два и няколко правоъгълника със страни, успоредни на координатните оси; сечение, обединение и разлика.	6
	Координатна система; разстояние между две точки с равни абсциси или ординати; правоъгълник със страни, успоредни на координатните оси.	4	Координатна система. Определяне положението на точки в равнината; квадранти, принадлежност на точка към правоъгълник със страни, успоредни на координатните оси.			

числовата ос, принадлежност на точка към правоъгълник, със страни, успоредни на координатните оси и др.

III ниво. Оператори за цикъл и циклични алгоритми. На това ниво учениците са усвоили операторите за цикъл и вече имат възможност да обработват последователност от елементи, като по този начин могат да определят оптималния от променлив брой елементи. Оптималностите могат да са различни, така че този вид задачи могат да се припокриват със задачите от областта на компютърната графика, текстообработката и др. Тук могат да се решат отново познати вече задачи от второ ниво, но този път да се търси оптимален от променлив брой елементи.

Възможността за създаване на циклични алгоритми позволява да се обработват числа с променлива дължина. На това ниво е подходящо да се разгледат и темите свързани с делимост на числата – намиране на делителите на дадено число, прости числа, намиране на простите делители на дадено число и др.

На този етап вече могат да бъдат имплементирани алгоритми за обработка на текстове с променлива дължина. Разглеждат се запазените знаци за край на текст и край на ред. Основно се акцентира на: обработка на последователно въведени знаци, обработка на край на ред и край на текст, анализ на текст с променлива дължина, отделяне на числа от текст с променлива дължина.

Нови възможности има и за обобщаване на алгоритмите, свързани с компютърна геометрия. Може да се преобразуват решени вече задачи, така че да се извършват проверки не само за една, а за поредица от отсечки, точки и др. обекти, за тяхното взаимно положение, принадлежност към фигури и др.

2.3. Учебна програма, реализираща основните идеи на спираловидния подход към обучението по програмиране. Приложената Таблица 1 показва една примерна програма, създадена на базата на описания подход. Програмата е експериментирана в продължение на осем години в Школа по математика и информатика А&Б. На базата на тази програма е създадено учебно помагало, предназначено за начално обучение по програмиране в ЗИП по информатика на българското училище [2].

На базата на същия подход е изготвена учебна програма за обучение на следващата възрастова група (група D) [5] и предстои издаването на съответстващо учебно помагало, подробен коментар и анализ на който е обект на следващи публикации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://infoman.musala.com/>.
- [2] Б. ЙОВЧЕВА, И. ИВАНОВА. Първи стъпки в програмирането на C/C++, Издателство КЛМН, София, 2006.
- [3] Б. ЙОВЧЕВА. Спираловидно обучение по програмиране на 10–11 годишни деца (на базата на езика C++), *Математика и математическо образование*, **36** (2007), 369–375.
- [4] Б. ЙОВЧЕВА, А. МОЛЛОВ. Идея за реализация на спираловидния подход в началното обучение по програмиране – IV Балкански конгрес, 22–24 юни 2007, Стара Загора, “Образованието, Балканите, Европа”.

- [5] В. YOVCHEVA. Spiral teaching of programming to 10–11 year-old pupils after passed first training (based on the language C++), 3rd international conference “Issep Informatics in Secondary Schools Evolution and Perspectives Informatics Education – Contributing Across the Curriculum”, 1–4 July, 2008; Torun, Poland.
- [6] Б. ЙОВЧЕВА, А. МОЛЛОВ, П. ПЕТРОВ. Спираловиден подход към обучението по темата “теория на числата” в курса по програмиране за 10-11 годишни деца. Научно-практическата конференция на тема: “Предизвикателствата на съвременното и качеството на образованието”, Шумен, 30–31.10.2008 (под печат).
- [7] В. БОГДАНОВА, Г. МОМЧЕВА. Структуриране на учебното съдържание в извънкласни форми по информатика, *Математика и информатика*, **1**, 2001.
- [8] И. ГАНЧЕВ и др. “Организация и методика на урока по математика”, Просвета, София, 1987.

Бисерка Йовчева
 Катедра Компютърна Информатика
 Факултет по математика и информатика
 Шуменски Университет “Епископ Константин Преславски”
 ул. Университетска № 115
 Гр. Шумен, България
 e-mail: bissy_y@yahoo.com

AN ATTEMPT AT APPLYING THE SPIRAL APPROACH IN TEACHING COMPUTER PROGRAMMING TO 10–11 YEARS-OLD PUPILS

Biserka Yovcheva

The article presents the usage of an unique approach in teaching programming of 10-11 year-old pupils, based on the idea that the teaching of the children should start right after teaching of the first elements of the programming language and develop in time, as one an the same problem is discussed several times each time by adding new knowledge. A textbook is published on the described methods, on which an experimental education of pupils is organized in the last six years. Elements of the methods have been presented by the author on different forums, but the current material aims to make a generalization of researches till now. In the article an example syllabus realizing the methods for the first year of the education in informatics of 10–11 year-old pupils is presented.