

УДК 004

DOI: 10.25559/SITITO.14.201804.994-999

МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА ПО ИЗУЧЕНИЮ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ МАССИВОВ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ

И.С. Драпеза

Оренбургский государственный педагогический университет, г. Оренбург, Россия

METHODOICAL DEVELOPMENT FOR THE STUDY OF ARRAY PROCESSING ALGORITHMS USING MODERN PROGRAMMING LANGUAGE TOOLS

Irina S. Drapeza

Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, Russia

© Драпеза И.С., 2018

Ключевые слова

Информатика; программирование; методическая разработка; методика использования современных средств языка программирования.

Аннотация

Задачей автора была разработка методического обеспечения для изучения алгоритмов обработки массивов современными средствами языка программирования на уроке информатики. Автором были поставлены цели и задачи урока, указаны технические и программные средства необходимые для полноценного проведения занятия. Разработана технологическая карта урока, как современная форма планирования педагогического взаимодействия учителя и учеников. Такая форма представления плана занятия позволяет легко отслеживать полноценное выполнение каждого этапа урока, и вовремя использовать необходимые ресурсы. Подобраны задачи для изучения темы, а также для закрепления материала. Автором была подобрана литература, для углубленного изучения темы, вся литература представлена в списке использованных источников. Помимо этого создана сопроводительная презентация урока, она одержит все основные опорные моменты необходимые для изучения материала и усвоения знаний. Слайды включают рассмотрение способов: описания, вывода, заполнения массива известными и случайными числами, поиск в массиве определенного элемента или его индекса, поиск максимального и минимального элемента, выбор из массива элементов удовлетворяющих определенному условию. Изучение нового материала строится на сравнение с уже известными способами программирования, это позволяет наглядно убедиться в преимуществах современного способа программирования. Таким образом, с использованием актуальных алгоритмов обработки массивов было создано методическое обеспечение урока направленное на повышение уровня образования в профильных классах. Методическая разработка была применена на практике, результативность была проверена на следующем уроке, 95% детей самостоятельно решили поставленные перед ними задачи с помощью изученных алгоритмов.

Keywords

Computer science; informatics; programming; methodical development; method of using modern means of programming.

Abstract

The author's task was to develop methodological support for studying algorithms for processing arrays by modern means of the programming language in the Informatics lesson. The author set goals and objectives of the lesson, indicated the technical and software tools necessary for the lesson. The technological map of the lesson, as a modern form of planning of pedagogical interaction of teachers and students. This lesson plan allows you to easily track the implementation of each stage, and in time to use the necessary resources. We created tasks for studying the topic and fixing the material. The author has found literature, for in-depth study of the topic, all information is presented in the list of sources used. The author made a presentation for the lesson, which contains all the information for the study of new material. The slides contain information: descriptions, output, filling the array with known and random numbers, searching an array for a particular element or its index, searching for the maximum and minimum element, and selecting from the array of elements by condition. As a result, the author created methodological support for the lesson aimed at raising the level of education in the profile classes, 95% of children successfully coped with independent tasks.

Об авторе:

Драпеза Ирина Сергеевна, магистр, физико-математический факультет, Оренбургский государственный педагогический университет (460014, Россия, г. Оренбург, ул. Советская, д. 19), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7597-6492>, irina60569@mail.ru



Введение

Кто всерьез занимается программированием, знают, что оно стремительно развивается и что стиль его изучения в средние и общеобразовательных учреждениях необходимо менять. Исследования книг по информатике для старших классов с углубленным изучением предмета показали, что последнее переиздание с исправлениями ошибок осуществлялось в 2015 года, но сами книги выпущены еще в 2013 году и содержание их не изменилось. К тому же каждый год выходят обновления в средах программирования, но школьная программа не подвергается значительным изменениям. Например, в среде программирования PascalABC.Net, который изучается как базовый в большинстве школ России, с 2015 года выпущено немало важных обновлений [1]. Одними из последних являются: использование технологии LINQ, дополнительные встроенные функции и лямбда-выражения [2-7].

В большинстве учебных заведениях с углубленным изучением информатики нагрузка предполагает наличие элективных занятий по предмету, в рамках которых мы предлагаем изучить технологию LINQ. Такой подход позволит лучше подготовить учеников к обучению в профильных ВУЗах.

Цель исследования разработать методическое обеспечение для проведения урока информатики в старшей школе с использованием современных средств среды программирования PascalABC.Net [8-10].

Работа имеет практическую значимость, поскольку в ней опробована на практике разработанная методика. Методика, позволяющая начать изучение современных способов программирования, максимально доступно для учеников старшей школы и не нарушающая процесс подготовки к итоговым экзаменам.

Урок информатики по теме «Алгоритмы обработки массивов современными средствами ЯП».

Класс: 10.

Тип урока: комбинированный, изучение нового материала.

Цель урока: формирование умений обрабатывать массивы.

Планируемые результаты урока

Личностные

- развитие устойчивости внимания, умения наблюдать, сравнивать, анализировать, делать выводы.

Метапредметные

- развитие умений самостоятельно ставить и формулировать цели урока, планировать свою деятельность;
- умение самостоятельно оценивать правильность выполнения действий и вносить необходимые коррективы в исполнение, владеть основами самоконтроля и самооценки;
- формирование навыков работы в группе, коллективе, умений соотносить и координировать свои действия с действиями других людей, проводить рефлексию и обсуждение.

Предметные

- умение разрабатывать программы по обработке всех элементов массива, нахождение определенного элемента в массиве, нахождение максимального или минимального элемента массива;
- развитие умений применять полученные навыки для решения задач практического характера или задач из смежных дисциплин.

Технические средства обучения

- ПК учителя и учащихся;
- мультимедийный проектор;

Программные средства

- операционная система Windows;
- система программирования PascalABC.NET.

Методическое обеспечение занятия:

- **приложение 1.** Компьютерный практикум. Задания;
- **презентация** «Алгоритмы обработки массива».

Ход урока

Таблица 1. Технологическая карта урока

Table 1. Technological map of the lesson

Этапы урока	Деятельность учителя	Деятельность учеников	Используемые ресурсы
Организационный момент	Приветствие	Готовность к уроку (тетрадь, учебник на парте, ручка)	
Проверка домашнего задания	1. Что такое массив? 2. Зачем нужны массивы? 3. Какие способы объявления, заполнения и вывода массива вы уже знаете? 4. Задача. Заполните массив из 10 элементов случайными числами в диапазоне 0..100 и подсчитайте количество четных элементов массива. 5. Как вы считаете, существуют ли средства ЯП позволяющие уменьшить код задачи?	1. Массив – это группа переменных одного типа, расположенных в памяти рядом (в соседних ячейках) и имеющих общее имя. Каждая ячейка в массиве имеет уникальный номер. 2. Для хранения и обработки большого количества данных. 3. Объявление A: array[«нач. индекс» .. «кон. индекс»] of integer; Заполнение с клавиатуры for i:=1 to N do read (A[i]) или случайным образом A[i]:= random(); Вывод for i:=1 to N do write(A[i]);	Слайд 1
Актуализация знаний	Комментирует слайд, актуализация знаний. Приводит примеры применения массивов в повседневной жизни.	Определяют тему урока и ставят задачи урока.	Слайд 2
Изучение нового материала	Изучение нового материала, организация работы в тетрадях, актуализирует опорные знания, помогает ученикам запомнить материал и сделать выводы.	Слушают, изучают, познают, наблюдают, сравнивают, обсуждают. Изучают страницы учебника 170-173 [11]. Сами пытаются решить поставленные задачи (программы могут записать на доске), работают в тетрадях, задают вопросы.	Слайд 3-4 Возможно оформление решения задач на доске Работа с учебником стр. 170-173 [11]. Слайд 5-8.
Первичное закрепление материала, корректировка усвоения	Организует первичное закрепление материала. Организует работу по парам. После самостоятельной работы организует проверку работы (фронтальный опрос). Проводит корректировку усвоения.	Работа в парах. Самопроверка, при обсуждении ответов. Объяснение решения.	Слайд 9 Работа на доске
Компьютерный практикум, применение полученных новых знаний	Выдает задания для компьютерного практикума. Следит за записями на доске, подстраивается под коллективную работу учеников, организует проверку и самопроверку. Организует работу с учениками, раньше всех справившимися с заданиями, одаренными детьми (доп. задачи из учебника 3,4 стр.177). Организует проверку программы.	Коллективная работа. Индивидуальная работа за ПК Самопроверка и корректировка собственных действий.	Приложение 1 (Слайд 10). Коллективная работа на доске. Индивидуальная работа на ПК.
Подведение итогов Домашнее задание.	Подводит вместе с учениками итоги урока. Отмечает активных помощников. Домашнее задание: §63, задача5	Подведение итогов урока. Самооценка.	



В содержание сопроводительной презентации урока, входят вопросы для повторения, которые были представлены на этапе урока «Проверка домашнего задания» и разбор задачи. Решение задач при повторении домашнего материала позволяет закрепить знания учеников и лучше усвоить структуру написания программ. Важно! Для полноценной совместной и самостоятельной работы в среде программирования PascalABC.Net, ребята должны уметь пользоваться справкой.

Изучение новой темы начинаем со сравнения конструкций объявления, ввода и заполнения массива с помощью циклов и встроенных методов [12-14]. Это позволяет наглядно увидеть преимущества современных средств языка. Для более привычного представления описания массива заводим переменную и в дальнейшем работаем с ней, так ребятам легче ориентироваться. Возможен и другой синтаксис вывода массива, например `Arr(1,3,4,5).Print`, о нем можно просто проговорить.

ОБЪЯВЛЕНИЕ И ВЫВОД МАССИВА

```
const N = 5;
var A: array[1..N] of integer;
i: integer;
Begin
for i:=1 to N do begin
write('A[' , i, ']=');
read ( A[i] )
end;
writeln('Массив A:');
for i:=1 to N do
write(A[i]:4); // вывод на
экран
End.
```

ЗАПОЛНЕНИЕ СЛУЧАЙНЫМИ ЧИСЛАМИ

```
const N = 5;
var A: array[1..N] of integer;
i: integer;
Begin
for i:=1 to N do begin
A[i]:= random(81);
write(A[i], ' ')
end;
End.
```

Заполнение случайными числами
Begin
var A:= ArrRandom(b, c, d);
A.Println;
End.
//b-количество элементов в массиве. c,d-диапазон случайных чисел, по умолчанию от 0-100

Рис. 1. Слайд 3; 4

Fig. 1. Slide 3. Announcement and array output; Slide 4. Filling with random numbers

Базовыми задачами при работе с массивами являются задачи на нахождение одного или несколько элементов удовлетворяющих условию, а так же нахождение их индексов. Поэтому на первом занятии по алгоритмам обработки массивов рассматриваются именно они.

Так как задачи ЕГЭ по информатике номер №19 предполагают использование умений циклической обработки массивов,

из этого вытекает необходимость рассматривать оба способа решения задач [15-17].

Обращаем внимание учеников на то что, методы удобны не только в написании, но и в прочтении кода, например `A.IndexOf(x).Println` позволяет взять массив A найти в нем индекс элемента конкретного значения и вывести на экран.

ПОИСК В МАССИВЕ

Задача. Требуется найти в массиве индекс первого элемента равного X.

```
const N = 5;
var A: array[1..N] of integer;
i, nX, x: integer;
Begin
for i:=1 to N do read(A[i], ' ');
Read (x);
nX:= 0;
for i:=1 to N do
if A[i]=X then begin
nX:= i;
break;
end;
if nX > 0 then
write('A[' , i, ']=', X)
else write('-1');
End.
```

МАКСИМАЛЬНЫЙ И МИНИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ

Задача. Требуется найти в массиве максимальный и минимальный элемент.

```
M:= A[1];
for i:= 2 to N do
if A[i] > M then
M:= A[i];
write (M);

A.Max.Println; //вывод max
элемента

M:= A[1];
for i:= 2 to N do
if A[i] < M then
M:= A[i];
write (M);

A.Min.Println; //вывод min
элемента
```

Рис. 2. Слайд 5; 6

Fig. 2. Slide 5. Search in Array; Slide 6. Maximum element and minimum element

Алгоритм выбора элемента предполагает использование функций или лямбда выражений. Удобнее для сокращения кода и упрощения его прочтения использовать лямбда [18-21]. Чтобы детям было понятно, как используются лямбда в алгоритмах обработки массивов, предлагаем следующее объяснение: до

лямбда оператора (->) необходимо указать элемент к которому обращаемся, а после по какому условию это элемент будет выбран [22-25]. Чем проще мы объясним это детям, тем легче они будут к этому относиться в дальнейшем.



ВЫБОР ЭЛЕМЕНТОВ

Задача. Ввести элементы, которые больше трех.

```
begin
var A := Arr(1, 2, 8, 3, 5, 6);
A.Where(x -> x > 3).Println; //8 5 6
end.
```

Where() Выполняет отбор элементов на основе заданного условия.

Лямбда-выражения предоставляют специальный синтаксис для определения функциональных объектов. Они применяются для объявления локальных функций по месту их использования и позволяют объявлять функции в любом месте кода. При создании л-выражений нужно указать входные параметры, если они есть, после л-оператора (**что берем -> условие отбора**)

НЕСКОЛЬКО ИНДЕКСОВ

Задача. Требуется найти в массиве все индексы данного элемента.

```
begin
var A := Arr(1, 2, 4, 8, 2, 3, 2, 5);
A.IndexOf(x -> x = 2).Print; //1 4 6
end.
```

Вывод всех индексов элементов равных двум.

Рис. 3. Слайд 7; 8

Fig. 3. Slide 7. Element selection; Slide 8. Several indices

Для закрепления изученного материала предлагаем решить задачу всем вместе с помощью циклов и с использованием изученных методов.

Результаты

Как уже было сказано ранее языки программирования развиваются с большой скоростью и вслед за ними должны развиваться и меняться методики преподавания. Ведь качество знаний, умений и навыков учащихся зависит как от актуальности материала преподаваемого в школе, так и от методики преподавания информации. Я разработала методическое обеспечение урока, которое было опробовано на практике, знания полученных учениками были проверены и применялись на следующих уроках, 95% учеников от всего класса справились с самостоятельными задачами, тем самым действенность методики доказана.

Список использованных источников

- [1] PascalABC.NET. Современное программирование на языке Pascal [Электронный ресурс]. URL: <http://pascalabc.net> (дата обращения: 12.07.2018).
- [2] *Фримен А., Раттц-мл Д.С.* LINQ: язык интегрированных запросов в C# 2010 для профессионалов. М.: «Вильямс», 2011. 656 с.
- [3] Язык программирования PascalABC.NET 3.1 // PascalABC.NET [Электронный ресурс]. URL: http://pascalabc.net/downloads/Presentations/PABC.NET_2015-2016.pdf (дата обращения: 12.07.2018).
- [4] *Wagner B. et al.* Синтаксис LINQ // Microsoft [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/linq/> (дата обращения: 12.07.2018).
- [5] *Gaudiot J.-L., DeBoni T., Feo J., Böhm W., Najjar W., Miller P.* The Sisal Project: Real World Functional Programming / S. Pande, D.P. Agrawal (Eds.) // Compiler Optimizations for Scalable Parallel Systems. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 1808. Springer, Berlin, Heidelberg, 2001. Pp. 45-72. DOI: 10.1007/3-540-45403-9_2
- [6] *Абрамян М.Э.* Технология LINQ на примерах. Практикум с использованием электронного задачника Programming Taskbook for LINQ. М.: ДМК Пресс, 2014. 326 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24006824> (дата обращения: 12.07.2018).
- [7] *Kasyanov V.N., Kasyanova E.V.* Cloud system of functional and

ОБЩАЯ ЗАДАЧА

Задача. В налоговой инспекции хранятся данные о долгах 100 граждан, известно что сумма долга каждого гражданина не превышает 2000 рублей. Найдите и выведите номера всех граждан долг которых кратен 10.

Решение

```
begin
var A := ArrRandom(100, 0, 2000);
A.Println;
A.IndexOf(x -> x mod 10 = 0).Print;
end.
```

Рис. 4. Слайд 9

Fig. 4. Slide 9. Common task

На этапе компьютерного практикума ученикам предлагается решить три задачи различного уровня сложности. Решение необходимо представить в двух вариантах с помощью циклов и методов. Задачи подобраны таким образом, чтобы проверить и закрепить все разобранные на занятии алгоритмы обработки массивов.

КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Задачи решать двумя способами:

1. С помощью циклов.
2. С использованием методов!

Задача1. В налоговой инспекции хранятся данные о долгах 100 граждан, известно что сумма долга каждого гражданина не превышает 2000 рублей. Найдите и выведите номер первого гражданина долг которого равен 530.

Задача2. В больнице хранится информация о росте 200 граждан (средний рост от 130 до 230 см). Найдите и выведите номера всех граждан имеющих максимальный рост.

Задача3. Магазин обслужил за день 200 покупателей, каждый из которых потратил на покупки не более 1000 рублей. Найдите максимальный чек сумма в котором кратна трем и чек с минимальной четной суммой.

Рис. 5. Слайд 10

Fig. 5. Slide 10. Computer practicum



- parallel programming for computer science education / B. Zhang (Ed.) // *Proceedings of 2015 2nd International Conference on Creative Education (ICCE 2015)*. Vol. 10. Advances in Education Sciences. London, UK, 2005. Pp. 270-275. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25390986> (дата обращения: 12.07.2018).
- [8] PascalABC.NET. Простейшие новые возможности // PascalABC.NET [Электронный ресурс]. URL: <http://pascalabc.net/downloads/Presentations/Tutorials/Simple.pdf> (дата обращения: 12.07.2018).
- [9] *Абрамян М.Э.* Платформа.NET: Основные типы стандартной библиотеки. Работа с массивами, строками, файлами. Объекты, интерфейсы, обобщения. Технология LINQ. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2014. 218 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23933869> (дата обращения: 12.07.2018).
- [10] *Абрамян М.Э., Михалкович С.С.* Использование новых возможностей системы программирования PascalABC.NET при изучении сложных структур данных в компьютерной школе мехмата ЮФУ // *Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития*. Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2016. С. 29-31. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25960797> (дата обращения: 12.07.2018).
- [11] *Поляков К.Ю., Еремин Е.А.* Информатика. Углублённый уровень: учебник для 10 класса: в 2 ч. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23532226>; URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23532227> (дата обращения: 12.07.2018).
- [12] Массивы // PascalABC.NET [Электронный ресурс]. URL: <http://pascalabc.net/downloads/Presentations/Tutorials/ArraysAlgsVsMeths.pdf> (дата обращения: 12.07.2018).
- [13] *Бондарев И.В., Белякова Ю.В., Михалкович С.С.* Система программирования PascalABC.NET – 10 лет развития // *Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития*. Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2013. С. 69-71. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29949057> (дата обращения: 12.07.2018).
- [14] *Михалкович С.С.* Курс «Основы программирования» на базе системы PascalABC.NET // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2009. № 5. С. 385-392.
- [15] ДемOVERсии, спецификации, кодификаторы // Федеральный институт педагогических измерений [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fipi.ru/ege-i-gve-11/demoversii-specifikacii-kodifikatory> (дата обращения: 12.07.2018).
- [16] Обработка массивов и матриц // Решу ЕГЭ. Информатика [Электронный ресурс]. URL: <https://inf-ege.sdangia.ru/> (дата обращения: 12.07.2018).
- [17] *Поляков К.Ю.* В:19 – Обработка массивов [Электронный ресурс]. URL: <http://kpolyakov.spb.ru/school/egetest/b19.htm> (дата обращения: 12.07.2018).
- [18] *Hughes J.* Why Functional Programming Matters / D. Turner (Ed.) // *Research Topics in Functional Programming*. Addison-Wesley, 1990. Pp. 17–42.
- [19] *Боголюбская Ю.В., Стоякова К.Л., Ибраев Р.Р., Бесфамильная Е.М., Савина Ю.И., Канидьев Д.Ю.* Основы функционального программирования // *Естественные и технические науки*. 2015. № 6(84). С. 389-391. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23906817> (дата обращения: 12.07.2018).
- [20] *Albahari J., Albahari B.* LINQ Pocket Reference. O'Reilly Media, 2008. 174 p.
- [21] *Филд А., Харрисон П.* Функциональное программирование. М.: Мир, 1993. 637 с.
- [22] PascalABC.NET процедуры, функции, лямбда выражения // PascalABC.NET [Электронный ресурс]. URL: <http://pascalabc.net/downloads/Presentations/Tutorials/ProcFuncLambdas.pdf> (дата обращения: 12.07.2018).
- [23] PascalABC.NET последовательности // PascalABC.NET [Электронный ресурс]. URL: <http://pascalabc.net/downloads/Presentations/Tutorials/Sequences.pdf> (дата обращения: 12.07.2018).
- [24] *Абрамян М.Э., Михалкович С.С.* Основы программирования на языке Паскаль. Скалярные типы данных, управляющие операторы, процедуры и функции, работа с графикой в системе PascalABC.NET. 4-е изд., перераб. и доп. Ростов н/Д: Изд-во «ЦВВР», 2008. 223 с.
- [25] *Долинер Л.И.* Основы программирования в среде PascalABC.NET. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. 128 с. URL: http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/28702/1/978-5-7996-1260-3_2014.pdf (дата обращения: 12.07.2018).

Поступила 12.07.2018; принята в печать 10.09.2018;
опубликована онлайн 10.12.2018.

References

- [1] Programming systems PascalABC.NET. Available at: <http://pascalabc.net/en/> (accessed 12.07.2018).
- [2] Freeman A., Rattz J.C. Pro LINQ: Language Integrated Query in C# 2010. Apress, 2010. 840 p. DOI: 10.1007/978-1-4302-2654-3
- [3] Programming language PascalABC.NET 3.1. Available at: http://pascalabc.net/downloads/Presentations/PABC.NET_2015-2016.pdf (accessed 12.07.2018). (In Russian)
- [4] Wagner B. et al. Syntax LINQ. Available at: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/linq/> (accessed 12.07.2018). (In Russian)
- [5] Gaudiot J.-L., DeBoni T., Feo J., Böhm W., Najjar W., Miller P. The Sisal Project: Real World Functional Programming. S. Pande, D.P. Agrawal (Eds.) *Compiler Optimizations for Scalable Parallel Systems*. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 1808. Springer, Berlin, Heidelberg, 2001, pp. 45-72. DOI: 10.1007/3-540-45403-9_2
- [6] Abramyan M.E. LINQ technology with examples. Practical work with the use of an electronic problem book Programming Taskbook for LINQ. M.: DML Press, 2014. 326 p. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24006824> (accessed 12.07.2018). (In Russian)
- [7] Kasyanov V.N., Kasyanova E.V. Cloud system of functional and parallel programming for computer science education. B. Zhang (Ed.) *Proceedings of 2015 2nd International Conference on Creative Education (ICCE 2015)*. Vol. 10. Advances in Education Sciences. London, UK, 2005, pp. 270-275. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25390986> (accessed 12.07.2018).
- [8] PascalABC.NET the simplest new features. Available at: <http://pascalabc.net/downloads/Presentations/Tutorials/Simple.pdf> (accessed 12.07.2018). (In Russian)
- [9] Abramyan M.E. Platform.NET: Basic types of the standard



- library. Working with arrays, strings, files. Objects, interfaces, generalizations. LINQ technology. Rostov-on-Don: SFedU, 2014. 218 p. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23933869> (accessed 12.07.2018). (In Russian)
- [10] Abramyan M.E., Mikhalkovich S.S. Use of new features of the programming system PascalABC.NET in the study of complex data structures in the computer school of Mehmet SFedU. *Modern information technology: trends and development prospects*. 2016, pp. 29-31. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25960797> (accessed 12.07.2018). (In Russian)
- [11] Polyakov K.Yu., Eremin E.A. Computer Science. In-depth level: a textbook for grade 10. Moscow: BINOM. Knowledge lab, 2013. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23532226>; Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23532227> (accessed 12.07.2018). (In Russian)
- [12] Arrays. PascalABC.NET. Available at: <http://pascalabc.net/downloads/Presentations/Tutorials/ArraysAlgsVsMeths.pdf> (accessed 12.07.2018). (In Russian)
- [13] Bondarev I.V., Belyakova Yu. V., Mikhalkovich S.S. The PascalABC.NET Programming System -10 years of development. *Modern Information Technologies: Trends and Development Prospects*. Rostov-on-Don: SFedU, 2013, pp. 69-71. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29949057> (accessed 12.07.2018). (In Russian)
- [14] Mikhalkovich S.S. Course "Fundamentals of programming" on the basis of the PascalABC.NET system. *Modern Information Technologies and IT-Education*. 2009; 5:385-392. (In Russian)
- [15] Demos, specifications, codifiers. Federal Institute of Pedagogical Measurements. Available at: <http://www.fipi.ru/ege-i-gve-11/demoversii-specifikacii-kodifikatory> (accessed 12.07.2018). (In Russian)
- [16] Processing of arrays and matrices. EGE Informatics site. Available at: <https://inf-ege.sdamgia.ru/> (accessed 12.07.2018). (In Russian)
- [17] Polyakov K.Yu. B:19 – Array and matrix processing. Available at: <http://kpolyakov.spb.ru/school/egetest/b19.htm> (accessed 12.07.2018). (In Russian)
- [18] Hughes J. Why Functional Programming Matters. D. Turner (Ed.) *Research Topics in Functional Programming*. Addison-Wesley, 1990, pp. 17-42.
- [19] Bogolyubskaya Yu.V., Stoyakova K.L., Ibraev R.R., Besfamilnaya E.M., Savina Yu.I., Kanidiev D.Yu. Fundamentals of functional programming. *Natural and technical sciences*. 2015. 6(84):389-391. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23906817> (accessed 12.07.2018). (In Russian)
- [20] Albahari J., Albahari B. LINQ Pocket Reference. O'Reilly Media, 2008. 174 p.
- [21] Field A.J., Harrison P.G. Functional Programming. Addison-Wesley, 1988. 616 p.
- [22] PascalABC.NET procedures, functions, lambda expressions. Available at: <http://pascalabc.net/downloads/Presentations/Tutorials/ProcFuncLambdas.pdf> (accessed 12.07.2018). (In Russian)
- [23] PascalABC.NET sequence. Available at: <http://pascalabc.net/downloads/Presentations/Tutorials/Sequences.pdf> (accessed 12.07.2018). (In Russian)
- [24] Abramyan M.E., Mikhalkovich S.S. Fundamentals of Pascal programming. Scalar data types, control operators, procedures and functions, work with graphics in the PascalABC.NET system. Rostov-on-Don: Publishing house of the "CVVP", 2008. 223 p. (In Russian)
- [25] Doliner L.I. Fundamentals of programming in the environment of PascalABC.NET. Ekaterinburg: Ural Publishing, 2014. 128 p. Available at: http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/28702/1/978-5-7996-1260-3_2014.pdf (accessed 12.07.2018). (In Russian)

Submitted 12.07.2018; revised 10.09.2018;
published online 10.12.2018.

About the author:

Irina S. Drapeza, magistr, Faculty of Physics and Mathematics, Orenburg State Pedagogical University (19 Sovetskaya Str., Orenburg 460014, Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7597-6492>, irina60569@mail.ru



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium provided the original work is properly cited.

