



DOI: 10.32517/2221-1993-2023-22-5-67-73

О. А. Козлов*Институт стратегии развития образования РАО, г. Москва, Россия***И. В. Барышева, Е. В. Малкина, Н. В. Шестакова***Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия*

ОБУЧЕНИЕ ШКОЛЬНИКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЮ В РАМКАХ ПРЕДМЕТА «ИНФОРМАТИКА»: ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ

Аннотация

В современных условиях постоянно расширяющееся использование информационных технологий, острая потребность в ИТ-специалистах высокого уровня, определяющих как развитие промышленного и интеллектуального потенциала страны, так и ее безопасность, а подчас и само существование России как независимого государства, актуализируют проблематику обучения программированию в школе, в том числе введения в школьную программу самостоятельного предмета «Программирование». Проведенное исследование показывает, что рамки школьного предмета «Информатика» становятся слишком тесными для формирования базовой подготовки и профессиональной ориентации школьников в области алгоритмизации и программирования, назрела необходимость изучения школьниками программирования как отдельной дисциплины. Но встает вопрос выбора языка программирования для изучения в школьном курсе. Сравнение языков программирования, которые сегодня наиболее распространены в преподавании школьной информатики, в частности Python и Pascal, позволяет определить их достоинства и недостатки при изучении в школе в качестве первого языка программирования и сделать вывод о том, что предпочтение следует отдать языку Pascal, так как Python не позволяет в достаточной степени сформировать у учащихся уверенных компетенций в области программирования, знаний основополагающих элементов программирования.

Ключевые слова: информатика, программирование, информационные технологии, алгоритм, Python, Pascal.

Контактная информация

Козлов Олег Александрович, доктор пед. наук, профессор, ведущий инженер, Институт стратегии развития образования РАО, г. Москва, Россия; *адрес:* 101000, Россия, г. Москва, ул. Жуковского, д. 16; *e-mail:* ole-kozlov@yandex.ru

Барышева Ирина Викторовна, преподаватель, Институт информационных технологий, математики и механики, Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия; *адрес:* 603022, Россия, г. Нижний Новгород, пр-т Гагарина, д. 23; *e-mail:* ibar1950@yandex.ru

Малкина Елена Владиславовна, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий, Институт информационных технологий, математики и механики, Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия; *адрес:* 603022, Россия, г. Нижний Новгород, пр-т Гагарина, д. 23; *e-mail:* malkina@unn.ru

Шестакова Наталья Валерьевна, ст. преподаватель кафедры математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий, зам. директора, Институт информационных технологий, математики и механики, Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия; *адрес:* 603022, Россия, г. Нижний Новгород, пр-т Гагарина, д. 23; *e-mail:* shestakova@vmk.unn.ru

O. A. Kozlov

Institute for Strategy of Education Development of the Russian Academy of Education, Moscow, Russia

I. V. Barysheva, E. V. Malkina, N. V. Shestakova

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia

TEACHING SCHOOLCHILDREN IN PROGRAMMING WITHIN THE SUBJECT "INFORMATICS": PROBLEMS AND POSSIBLE SOLUTIONS

Abstract

In modern conditions, the constantly expanding use of information technologies, the urgent need for high-level IT specialists, which determine both the development of the country's industrial and intellectual potential, as well as its security, and sometimes the very existence of Russia as an independent state, update the problems of teaching programming at school, including the introduction of an independent subject "Programming" into the school curriculum. The study shows that the framework of the school subject "Informatics" is becoming too narrow for the formation of basic training and professional orientation of schoolchildren in the field of algorithmization and programming; there is an urgent need for schoolchildren to study programming as a separate discipline. But the question arises of choosing a programming language to study in a school course. A comparison of the programming languages that are most common in teaching school informatics today, in particular Python and Pascal, allows us to determine their advantages and disadvantages when studying at school as the first programming language and to conclude that preference should be given to the Pascal language, since Python does not allow students to sufficiently develop confident competencies in the field of programming and knowledge of the fundamental elements of programming.

Keywords: informatics, programming, information technologies, IT, algorithm, Python, Pascal.

1. Введение

В середине 1980-х годов, когда в школьную программу был введен предмет «Основы информатики и вычислительной техники» (ОИиВТ), оставляли желать лучшего как оснащение школ необходимой компьютерной техникой, так и квалификация учителей, ведущих этот предмет. В результате школьники изучали то, что позволяли обстоятельства, а к ведению уроков активно привлекались преподаватели вузов, программисты и инженеры.

Примерная программа предмета ОИиВТ включала рассмотрение следующих вопросов (с некоторыми региональными вариациями) [8, 11]:

- «Теория информации»;
- «Элементы математической логики»;
- «Основные возможности ЭВМ и варианты их применения»;
- «Архитектура и компоненты ЭВМ»;
- «Основы алгоритмизации, построение блок-схем»;
- «Основы программирования (изучение языков программирования и написание программ)».

К началу 2000-х годов информатика стала расширять свое присутствие в школьной программе — изучение предмета начиналось в седьмом классе с одного часа в неделю, а в девятом классе на изучение информатики отводилось уже по два часа. Общее количество часов изучения информатики значительно увеличилось по сравнению с первыми годами преподавания этого предмета в школе, однако программа существенно не изменилась. До введения в российских школах единого государственного экзамена как единственного варианта подведения итогов обучения у учителей еще была возможность уделить в рамках предмета достаточно большое внимание практике программирования, что оказало положительное влияние на уровень подготовки школьников [2]. Например, в Нижегородской области (где классические выпускные экзамены были заменены на ЕГЭ в 2009 году) на олимпиадах и вступительных экзаменах в вузы задания по программированию были достаточно содержательными и сложными и требовали объемных решений. Заданий в каждом таком испытании было только четыре [1, 2].

В последующие годы школьная информатика стала все больше и больше смещаться в прикладную сторону, значительное внимание стало уделяться изучению тек-

стовых и графических редакторов, операционных систем и т. д. [3–5]. Предмет переименовали в «Информатика и ИКТ», а его содержание стало расплываться, пытались включить все то новое и привлекательное, что появлялось в быстроразвивающейся области информационных технологий. Значительную долю в содержании обучения по предмету стали занимать стандартные и офисные продукты Microsoft, средства коммуникации, т. е. локальные и глобальные приложения обработки и передачи данных [10].

Современная информатика — это целый ряд наук: дискретные структуры, основы технологий программирования, теория вычислений и теория сложности, алгоритмы и структуры данных, вычислительная математика, архитектура вычислительных машин, операционные системы, вычислительные сети, языки программирования, технологии взаимодействия «человек — компьютер», интеллектуальные компьютерные системы, программная инженерия и многое другое [10]. Разумеется, на уроках информатики хотелось бы познакомить ребят со всеми этими направлениями, но количество часов, отведенное на изучение информатики в школе, таково, что невозможно в рамках одного школьного предмета даже очень кратко обсудить все аспекты современной информатики, приходится чем-то жертвовать. В результате пожертвовали программированием — программа по информатике в современной школе свела количество часов на изучение темы «Алгоритмизация и программирование» до критического уровня. Соответственно, о приобретении школьниками каких-либо более или менее серьезных навыков в программировании говорить не приходится.

Примерные сведения о количестве часов, отводимых на изучение информатики и программирования в школе, приведены в таблице 1.

Количества часов, отведенных на изучение программирования, явно мало, к тому же есть и вопросы по содержанию соответствующего раздела. Например, в программе IX класса есть тема «Основы алгоритмизации и объектно-ориентированное программирование», но за отведенное на эту тему время невозможно даже обозначить и сформулировать идеи объектно-ориентированного программирования. Еще пример: в заданиях ЕГЭ подразумевается и рекомендуется использование рекурсивных функций, при том что вопросы грамматики функций, базовые положения о подпрограммах, не говоря уже о рекурсии, практически не входят в программу курса информатики.

Таблица 1

Количество часов на изучение программирования в школе

Класс	Информатика, в целом на изучение курса	Программирование		
		В целом на изучение раздела	Лекции	Практические занятия
V—VI	68	10	3	7
VII—IX	102	34	12	22
X—XI, базовый уровень	68	17	7	10
X, профильный уровень	68	18		
XI, профильный уровень	68	9		

2. Обнаружение проблемы по результатам предварительного опроса студентов первого курса о знании языков программирования до поступления в вуз

В таблице 2 приведены данные анкетирования студентов первого курса Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского, выбравших ИТ-специальности, т. е. мотивированных в области программирования. Респондентам необходимо было ответить на вопрос: «Какие языки программирования вы знаете/слышали название/немного пробовали?»

Анализ результатов опроса показывает резкий скачок показателей по языку Python в 2021 году, а в 2022/2023 учебном году Python становится основным языком, с которым знакомят школьников. Для анализа ситуации в 2020 и 2022 годах респондентам был задан дополнительный вопрос: «Где вы изучали программирование?» Ответы первокурсников показали, что знания по программированию они получали и самостоятельно, и с репетиторами, и на различных курсах и факультати-

вах. Итог такого разнообразия — устойчивое снижение уровня элементарных навыков программирования у выпускников школ и колледжей.

3. Поиски причины сложности подготовки к ЕГЭ по информатике в 2022/2023 учебном году

Появление Python в школьной программе не было случайностью. Изменение в 2020 году формы проведения экзамена на компьютерную, вызванное чрезвычайной ситуацией пандемии, потребовало изменения вопросов экзамена (табл. 3).

Вслед за изменением содержания заданий экзамена изменилась и методика подготовки к нему — значительную часть заданий предлагается решать с помощью программирования (табл. 4).

Причем программирование предлагается использовать даже в тех заданиях, в которых формально не требуется написание программ. Например, задание № 15, где нужны анализ и преобразование логических выражений, предлагается решать программными средствами путем полного перебора.

Таблица 2

Количество респондентов — студентов первого курса ИТ-специальностей, знакомых с различными языками программирования до начала обучения в вузе

Язык программирования	Годы					
	2017–2020		2021		2022	
	Чел.	%	Чел.	%	Чел.	%
	87	100	115	100	57	100
Basic	40	46	0	0		
C#			7	7	3	5
C++	5	6	22	19	14	18
CSS			3	3	1	5
HTML			7	7	3	5
Java			6	6	2	4
PHP			1	1		
Python			55	56	46	81
SQL			1	1		
Pascal	40	46	34	34	19	33
Другой	2	2	4	4	4	7

Таблица 3

Изменение содержания в вопросах ЕГЭ по информатике

2020 год	2021 год	2022 год	2023 год
Авальный переход к компьютерам по прежним заданиям	Изменение программы и содержания вопросов экзамена вслед за изменением технических средств		Переход экзамена по информатике в экзамен по программированию

Изменение числа заданий ЕГЭ по информатике, требующих написания программ

	2015–2020 годы	2021–2022 годы	2023 год
Работа с заданным текстом программы	Задания: 8, 19–21, 24 Языки: Basic, Pascal, C, Python, алгоритмический язык	Задания: 6, 22 Языки: Pascal, C++, Python	Нет
Редактирование заданного кода	Задание: 24 Языки: Basic, Pascal, C, алгоритмический язык	Нет	Нет
Самостоятельное написание программы	Задания: 25, 27 Языки: Basic, Pascal, C, Python, алгоритмический язык	Задания: 17, 24–27 Языки: Pascal, C++, Python	Задания: 2, 5, 6, 8, 12, 14–17, 19–27 Языки: Python, редко Pascal

Задание № 15.

На числовой прямой даны два отрезка:

$$P = [10, 29] \text{ и } Q = [13, 18].$$

Укажите наибольшую возможную длину отрезка A , для которого выражение

$$((x \in A) \rightarrow (x \in P)) \vee (x \in Q)$$

тождественно истинно, т. е. принимает значение 1 при любом значении переменной x .

Аналогично полный перебор присутствует в решении задания № 8.

Задание № 8.

Все 5-буквенные слова, составленные из букв А, О, У, записаны в алфавитном порядке. Вот начало списка:

1. ААААА
2. ААААО
3. ААААУ
4. АААОА

Запишите слово, которое стоит на 210-м месте от начала списка.

Нормальное решение поставленной задачи требует перевода в троичную систему числа 209 с последующей заменой цифр 0, 1, 2 соответственно на буквы А, О, У.

Для решения задания № 23 требуется построение дерева с последующим разбором вариантов.

Задание № 23.

Есть три команды, которым присвоены номера:

1. Прибавить 1
2. Прибавить 2
3. Умножить на 2

Сколько программ преобразуют число 3 в число 12 и при этом траектория вычислений программы содержит число 10?

Использование рекурсивной функции в качестве решения данной задачи в рамках школьной программы может звучать только в форме «выучи и повтори», в противном случае необходимо изучать такие понятия, как «функция», «параметр», «рекурсия», «стеки» (которые в этой задаче иногда переполняются), что явно не для школьной информатики.

В итоге для 18 заданий из 27 предлагаются решения в виде программы на алгоритмическом языке. В условии пяти заданий присутствуют слова «написать программу».

Решение задач с помощью компьютера предполагает наличие определенных этапов:

- понимание алгоритма или построение модели;
- подготовка теста с известным ответом;
- написание программы;
- отладка программы;
- загрузка файлов;
- решение;
- занесение ответа в бланк задания.

Соответственно, время, необходимое для выполнения всей последовательности операций в зависимости от сложности задачи, ее формулировки, опыта экзаменуемого в программировании, колеблется от 20 до 40 минут и более. Простейшие вычисления показывают, что временной формат экзамена — 3 часа 55 минут — явно недостаточен при использовании «программистского» подхода к решению заданий ЕГЭ. Вопросы экзамена усложняются с каждым годом, а времени на их решение все меньше и меньше.

Навыки программирования ускоряют выполнение заданий. Подтверждением данного факта может служить статистика по баллам выпускников лицеев, гимназий, школ с углубленным изучением математических предметов по сравнению с выпускниками обычных школ [9], а также многочисленные объявления по подготовке в области программирования с гарантией сдачи ЕГЭ на 80+ баллов. Например, в докладе О. А. Мудраковой «Изучение языка программирования PYTHON в рамках подготовки к сдаче ЕГЭ по информатике», сделанном на конференции АПКИТ-2023 [7], приводятся методика обучения учащихся программированию на базе языка Python и результаты ЕГЭ по информатике слушателей, закончивших соответствующие курсы.

4. Сравнительный анализ результатов ЕГЭ по информатике за 2019–2023 годы

В таблице 5 представлены результаты ЕГЭ по информатике за 2019–2023 годы, взятые из открытых источников. Отсутствие некоторых данных о результатах

Таблица 5

Статистические данные результатов ЕГЭ по информатике, по годам

	2019	2020	2021	2022	2023
Общее количество сдававших ЕГЭ по информатике	80 056	83 610	94 023	101 664	113 000
Получили 100 баллов	545	533		300	361
Получили 80—100 баллов	21,70 %	19,6 %		20 000, 20 %	15 500, 14 %
Средний балл	62,4	61,2	62,8	59,47	58,7

ЕГЭ за 2021 и 2022 годы свидетельствует о сложности перехода на новую форму сдачи экзамена.

Информатика не является обязательным предметом для сдачи ЕГЭ, данный предмет выбирают мотивированные выпускники с соответствующим пониманием своих возможностей и уровня подготовки, и, на первый взгляд, среди таких сдающих не должно быть отрицательного результата. Обычно число не сдавших экзамен не публикуется, но статистика по регионам, которую можно найти, показывает цифры от 10 до 15 %.

В таблице 5 отсутствуют некоторые данные за 2021 год, которые не нашлись в открытых источниках Рособнадзора; число стобалльников за 2022 год вычислено из официальных данных о том, что число стобалльников в 2023 году в 1,2 раза больше, чем в 2022 году.

На рисунке представлены графики, построенные по данным таблицы 5, которые визуально иллюстрируют падение результатов ЕГЭ по информатике в 2022—2023 годах. Данные за 2021 год в графиках стобалльников и сдавших на 80+ взяты как среднее арифметическое данных 2020 и 2022 годов и показательными не являются. Особенно заметно уменьшение в 2023 году числа высокобалльников — на треть. Стобалльников стало меньше фактически на половину. И это при устойчивом росте числа сдающих ЕГЭ по информатике. Причину этого необходимо искать в том факте, что экзамен по информатике плавно и совершенно естественно перетек в экзамен по программированию. И Python стал главным языком программирования не потому, что он позволяет познакомить школьников с программированием, а по-

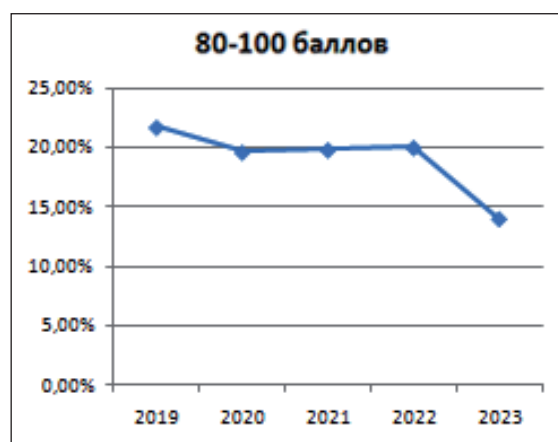


Рис. Статистика результатов ЕГЭ по информатике за 2019–2023 годы

тому, что высокая инкапсуляция основных понятий программирования, его базовых элементов и алгоритмов делает программы для решения задач ЕГЭ короткими и поддающимися заучиванию.

Перед школьными учителями в 2022/2023 учебном году при подготовке учеников к ЕГЭ по информатике поставили невыполнимую задачу: показать учащимся готовые программы на языке Python к заданиям из разных тем, и эти программы ребята просто должны запомнить. Заданий на экзамене слишком много, и судорожное воспроизведение заученных программ ведет к ошибкам в ответах или даже к сбою компьютера.

5. Выбор первого языка для обучения программированию. Место программирования в школьном образовании

Выбор языка программирования как первого языка для вхождения в предмет чрезвычайно важен. В этом языке должны достаточно прозрачно и значимо проявиться основополагающие элементы программирования: типы данных, структуры хранения, набор основных элементарных составляющих — ввод и вывод данных, ветвление, организация повторений, с использованием которых строятся базовые алгоритмы. В различных языках и средах программирования минимальный набор таких операторов реализуется с небольшими грамматическими отличиями, что дает возможность понять само программирование и достаточно легко переходить с одного языка на другой.

Переход в школьном обучении на Python (см. табл. 2, 3), причем во многом в угоду моде, отказ от языка Pascal в пользу Python — неоднозначная тенденция. Если сравнивать языки программирования, которые сегодня используются в школьном курсе информатики, то Pascal — это язык программирования, который был создан специально для преподавания информатики. Языки C/C++ в определенном смысле лучше, чем Pascal, но они сложны для школьного программирования. Python, имеющий богатые библиотеки и встроенные структуры хранения данных, может быть хорош для решения прикладных задач опытными программистами, для которых переход на Python связан с упрощением внешнего вида программ и для которых эффективность получаемых проектов по памяти и времени не носит критический характер.

В Pascal четко определены важные понятия:

- типы данных (как базовые, так и конструируемые);
- переменные/объекты, обладающие именем, адресом и типом;
- модульное программирование с «передачей параметров по значению» и «передачей параметров по адресу», формальные и фактические параметры;
- распределение проекта в нескольких файлах.

Более того, организация библиотек описаний с помощью специальных модулей `unit` в языке Pascal может быть рассмотрена как база появления объектно-ориентированного программирования: управление доступом к элементам в виде интерфейсной секции и секции реализации, подключение к основному файлу, и даже

секция инициализации может быть трактована как прообраз конструктора в объектно-ориентированном программировании. Таким образом, Pascal, с одной стороны, — язык практического программирования для начинающих, а с другой, — язык, формирующий фундаментальные понятия программирования как быстроразвивающейся науки. Однако из таблиц 2 и 3 видно, что в последние годы Pascal исчезает из школьной программы.

В школьную программу не должны быть включены сложные конструкции языков программирования, нет необходимости и в изучении в школе нескольких языков. «Игрушечные» языки типа КуМира можно перенести в младшие (возможно, и в V—VI классы).

Важным направлением школьной программы по программированию могло бы стать решение различных содержательных задач из окружающей людей действительности. Ведь сегодня цифровизация коснулась всех областей деятельности человека, и в каждой из них есть достаточное количество задач, для решения которых нужен минимальный набор алгоритмов [2]. При использовании в курсе программирования заданий, связанных с реальной жизнью, и задачи становятся интересными для школьников (не просто «даны 5000 чисел»), и уровень компетенций учащихся можно наращивать постепенно, и слова «алгоритмическое мышление» и «построение модели» приобретают вполне разумный смысл.

Начинать обучать программированию имеет смысл не раньше девятого класса, когда ученики и социально повзрослеют, и приобретут хотя бы минимальные знания по другим предметам.

6. Выводы

1. Для начинающих изучать программирование необходимо знакомство с основополагающими понятиями. **Pascal**, как академический язык, как наследник Алгола, созданного международной группой ученых, как язык, имеющий в основе формальную грамматику, теоретически грамотно и последовательно формирующий профессиональное мировоззрение, понимание ключевых положений программистской культуры, как язык, в котором заложены идеи дальнейшего развития программирования, **может использоваться как первый язык для начинающих программистов.**

2. **Назрела необходимость введения в школьную программу самостоятельного предмета «Программирование».** Это обусловлено следующими факторами:

- высокая потребность в ИТ-специалистах;
- большой интерес к ИТ-индустрии у школьников;
- наличие большого числа различных курсов (часто платных), восполняющих недостаток школьной программы;
- ранняя профориентация школьников, позволяющая им правильно определить свои возможности;
- несоответствие школьной программы и содержания заданий ЕГЭ, в которых де-факто подразумевается написание программ.

3. **Изучение языков программирования, алгоритмизации должно присутствовать в школьной программе не только с целью освоения предмета, но и как фактор формирования логического и ма-**

тематического мышления. Умение разбить задачу на простые шаги, оптимизировать выполнение каждого шага и всей задачи в целом, правильно определить все ветвления — эти навыки в школе может дать только программирование, а пригодятся они отнюдь не только программистам [8].

Список источников

1. Барышева И. В., Гергель В. П., Городецкий С. Ю., Гришагин В. А., Громницкий В. С., Долгов Г. А., Кулакова А. П., Малыженков В. И., Маркина М. В., Тарасов В. Л., Фомина И. А. Информатика для абитуриентов. Задачи и решения. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2007. 360 с.
2. Барышева И. В., Козлов О. А. Формирование структурного мышления школьников в процессе обучения программированию в рамках школьного курса информатики // Вопросы современной науки: коллективная научная монография / под ред. Н. П. Ходакова. М.: Интернаука, 2016. Т. 14. С. 112.
3. Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика. 5–6 классы: методическое пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. 384 с.
4. Босова Л. Л., Босова А. Ю., Анатольев А. В., Аквилянов Н. А. Информатика. 7–9 классы: методическое пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. 512 с.
5. Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика. 10–11 классы. Базовый уровень: методическое пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. 56 с.
6. ЕГЭ-2024, информатика: задания, ответы, решения // Сдам ГИА: решу ЕГЭ. <https://inf-ege.sdamgia.ru>
7. Мудракова О. А. Изучение языка программирования PYTHON в рамках подготовки к сдаче ЕГЭ по информатике // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации — 2023. Материалы конференции АПКИТ (18–19 мая 2023 г.). <https://it-education.ru/conf2023/thesis/5601/>
8. Относительно школьной программы по информатике. <http://acm.mipt.ru/twiki/bin/view/Curriculum/SchoolCurriculumArticle>
9. Попов В. С. Изменение среднего балла и процентного распределения участников ЕГЭ по информатике по уровням подготовки за 2015–2022 годы // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации — 2023. Материалы конференции АПКИТ (18–19 мая 2023 г.). <https://it-education.ru/conf2023/thesis/5357/>
10. Рабочая учебная программа по информатике (в соответствии с ФГОС) // Караулинская основная общеобразовательная школа имени Героя Советского Союза Никонина Константина Павловича. https://karaul-school.astr.eduru.ru/media/2019/10/22/1265929801/inf_7-9.pdf
11. Эволюция школьного компьютера. Часть вторая, современная // PVSM.RU. 28.09.2012. <https://www.pvsm.ru/blog-kompanii-intel/16061>