

А. Л. Семенов

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия;

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

А. Г. Леонов

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия;

Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований

Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Москва, Россия;

Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия;

Государственный университет управления, г. Москва, Россия

А. Г. Кушниренко

Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований

Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Москва, Россия

Я. Н. Зайдельман

Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований

Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Москва, Россия

АЛГОРИТМИКА И ПРОГРАММИРОВАНИЕ — ФУНДАМЕНТАЛЬНОЕ ЯДРО И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ НАПОЛНЕНИЕ КУРСА ИНФОРМАТИКИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

Аннотация

Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования и Федеральная рабочая программа основного общего образования задают многие аспекты изучения раздела «Алгоритмы и программирование» в основной школе, целями которого являются обеспечение освоения учащимися алгоритмического мышления и его языка, получение опыта программной реализации алгоритмов. Определен подход к изучению основных алгоритмических конструкций путем составления алгоритмов управления исполнителями — движущимися объектами, наглядно представленными на экране компьютера. Определен перечень из около 20 нечисловых и числовых алгоритмов, которые обучаемый должен уметь реализовывать на одном из шести языков программирования, также перечисленных явно. Задано количество учебных часов, которые отводятся на освоение раздела «Алгоритмы и программирование» в VIII и IX классах. Несмотря на все усилия регулятора по детализации содержания и методики изучения раздела «Алгоритмы и программирование» и повышению в ГИА за IX класс доли задач, посвященных этому разделу, алгоритмика и программирование сегодня осваиваются выпускниками основной школы недостаточно твердо и глубоко. Настоящая статья предлагает подход к улучшению положения путем систематического использования научных, методических и технологических отечественных разработок — Алгоритмического языка и среды программирования «КуМир».

Ключевые слова: алгоритмика, алгоритмы, программирование, «КуМир», Алгоритмический язык.

Информация об авторах

Семенов Алексей Львович, академик РАН, академик РАО, доктор физ.-мат. наук, профессор, зав. кафедрой математической логики и теории алгоритмов, механико-математический факультет, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия; главный научный сотрудник, научно-исследовательская лаборатория «Когнитивные исследования в образовании», Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия; *e-mail:* alexei.semenov@math.msu.ru

Леонов Александр Георгиевич, доктор пед. наук, канд. физ.-мат. наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории вычислительных методов, кафедра вычислительной математики, отделение математики, механико-математический факультет, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия; зав. кафедрой дополнительного профессионального образования, Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Москва, Россия; профессор кафедры математики и информатики в начальной школе, факультет начального образования, Институт детства, Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия; руководитель магистерской программы «Цифровые технологии в государственном и корпоративном управлении», доцент кафедры математических методов в экономике и управлении, Институт информационных систем, Государственный университет управления, г. Москва, Россия; *e-mail:* dr.l@vip.niisi.ru

Кушниренко Анатолий Георгиевич, канд. физ.-мат. наук, доцент, зав. отделом учебной информатики, Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Москва, Россия; *e-mail:* agk@mail.ru

Зайдельман Яков Наумович, научный сотрудник отдела учебной информатики, Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Москва, Россия; *e-mail:* yz@pereslavl.ru

A. L. Semenov

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;
Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

A. G. Leonov

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;
Scientific Research Institute for Systems Analysis of the National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russia;
Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia;
State University of Management, Moscow, Russia

A. G. Kushnirenko

Scientific Research Institute for Systems Analysis of the National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russia

Ya. N. Zaidelman

Scientific Research Institute for Systems Analysis of the National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russia

ALGORITHMICS AND PROGRAMMING — THE FUNDAMENTAL CORE AND INTELLECTUAL CONTENT OF AN INFORMATICS COURSE IN BASIC SCHOOL**Abstract**

The Federal State Educational Standard for Basic General Education and the Federal Work Program for Basic General Education define many aspects of the "Algorithms and programming" section in secondary school. The goals of the standard are to ensure students master algorithmic thinking and its language and gain experience implementing algorithms in software. An approach to learning basic algorithmic constructs is defined by developing algorithms for controlling executors — moving objects visually represented on a computer screen. A list of approximately 20 non-numeric and numerical algorithms is defined, which students must be able to implement in one of six programming languages, also explicitly listed. The number of class hours allocated to mastering the "Algorithms and programming" section in grades 8 and 9 is specified. Despite all the efforts of the regulator to detail the content and methodology of studying the "Algorithms and programming" section and to increase the proportion of problems devoted to this section in the State Final Examination for grade 9, algorithms and programming are currently not mastered sufficiently thoroughly and deeply by secondary school graduates. The article proposes an approach to improving the situation through the systematic use of domestic scientific, methodological and technological developments — the Algorithmic language and programming environment "KuMir".

Keywords: algorithmics, algorithms, programming, "KuMir", Algorithmic language.

Information about the authors

Aleksei L. Semenov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Academician of the Russian Academy of Education, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor, Head of the Department of Mathematical Logic and Theory of Algorithms, Faculty of Mechanics and Mathematics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; Chief Researcher, Research Laboratory "Cognitive Research in Education", Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia; *e-mail:* alexei.semenov@math.msu.ru

Alexander G. Leonov, Doctor of Sciences (Education), Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Docent, Leading Researcher at the Laboratory of Computational Methods, The Department of Computational Mathematics, Branch of Mathematics, Faculty of Mechanics and Mathematics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; Head of the Department of Continuing Professional Education, Scientific Research Institute for Systems Analysis of the National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russia; Professor at the Department of Mathematics and Informatics in Primary School, Faculty of Elementary Education, Institute of Childhood, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia; Master's Program Supervisor of the "Digital Technologies in Public and Corporate Governance", Associate Professor at the Department of Mathematical Methods in Economics and Management, Institute of Information Systems, State University of Management, Moscow, Russia; *e-mail:* dr.l@vip.niisi.ru

Anatoly G. Kushnirenko, Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Docent, Head of the Educational Software Department, Scientific Research Institute for Systems Analysis of the National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russia; *e-mail:* agk_@mail.ru

Yakov N. Zaidelman, Research Fellow at the Educational Software Department, Scientific Research Institute for Systems Analysis of the National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russia; *e-mail:* yz@pereslavl.ru

1. Введение

Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования в действующей сегодня редакции [20] включает в результаты по учебному предмету «Информатика» (на базовом уровне) важный комплексный результат: «развитие алгоритмического мышления как необходимого условия профессиональной деятельности в современном обществе; понимание сущности алгоритма и его свойств».

1.1. Алгоритмическое мышление

Федеральный стандарт дает перечень понятий алгоритмики и программирования, подлежащий освоению в базовом курсе информатики основной школы. Освоение учениками VIII и IX классов раздела «Алгоритмы и программирование» курса информатики вносит основной вклад в развитие их *алгоритмического мышления*. Этот раздел является стабильной основой фундаментального ядра курса информатики основной школы с понятийной и инструментальной точек зрения.

В основе алгоритмического мышления лежат основные конструкции (операции) построения алгоритмов, открытые в конце 1940-х годов выдающимся российским математиком Андреем Андреевичем Марковым и затем переоткрытые в ходе формирования культуры и технологии структурного программирования. Эти конструкции присутствуют в формализованных и неформальных описаниях и инструкциях, относящихся к человеческой деятельности, лежат в фундаменте операторных языков программирования.

В середине 1980-х годов в нашей стране был успешно реализован уникальный для мировой практики проект по обучению основам программирования всех учащихся общеобразовательной школы. В основу проекта был положен ряд апробированных решений, проект был признан отечественными и зарубежными лидерами в области образовательных информационных технологий. Одним из основных элементов этого успеха было применение Алгоритмического языка с русской лексикой, где учащийся для записи алгоритма пользуется интуитивно ясной семантикой.

Еще одним важным элементом было использование наглядных исполнителей. Важность наглядности при первых шагах в программировании была в 1970–1980-х годах осознана и в нашей стране, и в Европе, и в США. Наглядность относится к основным факторам и в освоении всего математического, а не только алгоритмического мышления, а также во всей школьной педагогике [18, с. 266].

Наконец, применение экранного структурного редактора и отладчика освобождает ученика от синтаксических условностей: содержательно продуманная программа оказывается выполнимой. Экранная запись алгоритмов с возможностью их немедленного исполнения дает уникальную возможность для образовательного процесса: учащийся не «отдает на проверку» свое решение учителю, а имеет возможность самостоятельно убедиться в его правильности и обладает эффективными инструментами поиска ошибки.

Все описанные возможности реализованы в системе программирования «КуМир». Записанные в этой системе алгоритмы становятся программами, которые могут выполняться пошагово. Среди первых исполнителей программ имеются графические, реализующие преимущества отладки в наглядной среде.

Благодаря указанным факторам в массовой отечественной школе раздел «Алгоритмы и программирование» вносит существенный вклад в метапредметные результаты обучения — его изучение ориентирует учащихся на выявление алгоритмической природы процессов в различных предметах и областях жизни и указывает направления математического моделирования в них. Работа с материалом раздела помогает в обучении планированию личностного поведения и стратегий взаимодействия в быстро меняющемся мире. Этот раздел оправдывает положение академика Андрея Петровича Ершова: «Программирование — вторая грамотность».

1.2. Выполнение требований федеральных документов

Далее под федеральными документами мы понимаем Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [20] и Федеральную рабочую программу основного общего образования по учебному предмету «Информатика» базового уровня [19], кратко обозначая их ФГОС и ФРП.

Федеральные документы предусматривают в курсе информатики основной школы базового уровня, наряду с построением образовательного процесса на основе Алгоритмического языка, возможность для образовательной организации строить этот процесс на базе одного из шести конкретных языков программирования, на котором ученики будут осваивать алгоритмическое мышление. Чем может объясняться не-выбор конкретным учителем Алгоритмического языка из числа этих шести и системы программирования на нем как основы для формирования алгоритмического мышления? Основная причина, конечно, в том, что Алгоритмический язык не является реальным распространенным языком «производственного» программирования. Учитель же может рассматривать в качестве цели курса освоение элементов именно «производственного» языка. Конечно, этот подход легко критиковать: доля выпускников, которые будут в дальнейшем использовать в работе какую бы то ни было

версию этого «производственного» языка, — ничтожна, а для остальных простота освоения Алгоритмического языка перевешивает «практический» аргумент.

Использование Алгоритмического языка позволяет большинству обучающихся в полной мере осуществить деятельностный подход, при котором освоение формальных языковых конструкций происходит в ходе их использования для решения содержательных задач в наглядной, а затем — в числовой и символьной среде. Ошибки находит, прежде всего, сам учащийся, его деятельность поддерживается структурным редактором, пошаговым выполнением. Как показывает наш многолетний опыт, рассматриваемая учебная деятельность не только доступна и интересна подавляющему большинству учащихся, но и позволяет «вернуть» в работу с математическими объектами, понятиями и способами рассуждения даже учеников с уже выработавшейся «математической тревожностью», «запущенным отставанием по математике».

Ниже будет представлен анализ требований федеральных документов к предметным результатам прохождения тематического раздела «Алгоритмы и программирование» и более детально обоснован вывод: успешное освоение материала этого раздела основной массой учащихся в отведенные на него 32 учебных часа возможно именно при выборе в качестве языка и среды программирования Алгоритмического языка и цифровой образовательной среды (ЦОС) «КуМир»^{*}. В ЦОС «КуМир» специально подготовлены 30 комплектов заданий (по числу уроков без учета контрольных работ), которые удобно использовать для выполнения домашних заданий, — они обеспечивают мгновенную автоматическую проверку правильности составляемых учеником программ.

Содержание настоящей статьи не зависит от применения средств искусственного интеллекта (ИИ). При этом нельзя отрицать, что, благодаря широкому распространению ИИ-средств, сегодня быстро формируется принципиально новая ситуация в образовании. Цифровые инструменты на основе ИИ позволяют переводить содержательно описанный алгоритм в программу на любом заданном языке программирования. В связи с этим возрастает значение единого Алгоритмического языка, на котором учащийся, а впоследствии — специалист в любой области, сможет формулировать свои соображения о конкретном алгоритме и быстро с помощью цифрового помощника получать их реализацию в конкретной программной среде. Чат с ИИ позволяет, при необходимости, быстро понять соответствие между конструкциями Алгоритмического языка и их отображением в любом «производственном» языке. Сегодня российский ИИ без труда, хотя и не всегда с первой попытки, справляется с составлением и объяснением всех алгоритмов, предусмотренных к освоению в ФГОС. Это дает педагогу уникальную возможность вовлечь в беседы с ИИ об алгоритмах *всех* учеников класса и не оставить за бортом базового освоения темы «Алгоритмы и программирование» ни одного ученика. Обсуждение связанных с этим перспектив курса информатики составляет предмет отдельной публикации.

^{*} Цифровая образовательная среда «КуМир» (ЦОС «КуМир») разработана в НИИСИ РАН и доступна по ссылке: <http://www.niisi.ru/kumir>

2. Детализация требований ФГОС по развитию алгоритмического мышления в рабочей программе

В ФГОС ООО комплексное, широкое требование «развития алгоритмического мышления», детализовано: перечислены конкретные **умения**, которые должны быть приобретены обучаемыми по завершении курса [20, раздел 45.5.3]. В частности, охарактеризованы алгоритмы, которые обучаемые должны уметь понимать и составлять, и предопределены языки программирования, на которых реализация этих алгоритмов может производиться:

- **умение** составлять, выполнять вручную и на компьютере несложные алгоритмы для управления исполнителями (Черепашка, Чертежник); создавать и отлаживать программы на одном из языков программирования (Python, C++, Pascal, Java, C#, Школьный Алгоритмический Язык), реализующие несложные алгоритмы обработки числовых данных с использованием циклов и ветвлений;
- **умение** разбивать задачи на подзадачи, использовать константы, переменные и выражения различных типов (числовых, логических, символьных); анализировать предложенный алгоритм, определять, какие результаты возможны при заданном множестве исходных значений;
- **умение** записать на изучаемом языке программирования алгоритмы проверки делимости одного целого числа на другое, проверки натурального числа на простоту, выделения цифр из натурального числа, поиска максимумов, минимумов, суммы числовой последовательности.

Приведенные выше сформулированные в ФГОС умения детализируются в ФРП [19], разработанной в 2025 году Институтом содержания и методов обучения им. В. С. Леднева по заказу Минпросвещения России.

3. Требования федеральных документов и возможность их реализации

Решение общей задачи *«развития алгоритмического мышления; понимания сущности алгоритма и его свойств»* основано на освоении учащимися теоретического и практического материала тематического раздела «Алгоритмы и программирование». Посмотрим, какие требования к освоению этого теоретического и практического материала выдвигаются в ФРП и какие ресурсы отводятся на это освоение.

3.1. Количество учебных часов и их распределение по годам обучения

ФРП отводит на изучение рассматриваемого тематического раздела 21 учебный час в VIII классе и 8 часов в IX классе [19, с. 21–45]. Однако из шести учебных часов, выделенных на подтему «Системы счисления» в тематическом разделе «Теоретическая информатика», целесообразно перенести три учебных часа в VIII класс в раздел «Алгоритмы и программирование» и потратить эти три часа на построение алгоритмов перевода чисел из одной системы счисления в другую и их компьютерную

реализацию. Таким образом, выдерживая дух и букву ФРП, мы можем потратить на тематический раздел «Алгоритмы и программирование» 32 учебных часа, из них 24 часа — в VIII классе и 8 часов — в IX классе. Согласно ФРП, на контрольно-проверочные мероприятия можно потратить не более двух учебных часов в VIII классе и не более одного учебного часа в IX классе. Без контрольно-проверочных мероприятий не обойтись, поэтому на изучение раздела остается 29 учебных часов: 22 часа в VIII классе и 7 часов в IX классе.

3.2. Допустимая продолжительность выполнения домашних заданий

Приказ Минпросвещения России от 09.10.2024 № 704 [14] ограничивает продолжительность выполнения домашних заданий восьмиклассниками и девятиклассниками 2,5 часами в день и 3,5 часами в день соответственно. Приказ также возлагает на образовательные учреждения координацию объемов домашних заданий обучающихся каждого класса по всем предметам. Предполагая, что координация проводится по принципу: недельная продолжительность выполнения домашних заданий по каждому предмету пропорциональна количеству учебных часов, выделяемых на этот предмет в неделю, и учитывая, что на предмет «Информатика» (базовый уровень) в VII, VIII и IX классах отводится один учебный час в неделю, получаем, что продолжительность выполнения домашнего задания по информатике не должна превышать 20–25 мин для восьмиклассника и 30–35 мин для девятиклассника.

3.3. Перечень подлежащих освоению алгоритмических конструкций и понятий

Приведем перечень подлежащих освоению алгоритмических конструкций и понятий языков программирования из раздела «Алгоритмы и программирование», явно перечисленных в ФРП [19]:

- Конструкция «следование». Линейный алгоритм. Конструкция «ветвление»: полная и неполная формы. Выполнение и невыполнение условия (истинность и ложность высказывания). Простые и составные условия. Конструкция «повторения»: циклы с заданным числом повторений, с условием выполнения, с переменной цикла. Синтаксические и логические ошибки. Отказы.
- Переменная: тип, имя, значение. Целые, вещественные, символьные и строковые переменные. Оператор присваивания. Арифметические выражения и порядок их вычисления. Операции с целыми числами: целочисленное деление, остаток от деления. Построение арифметических, строковых, логических выражений и вычисление их значений.
- Табличные величины (массивы). Одномерные массивы. Числовые одномерные массивы. Сортировка массива. Обработка потока данных.
- Управление. Сигнал. Обратная связь. Получение сигналов от цифровых датчиков (касания, расстояния, света, звука и другого). Примеры использования принципа обратной связи в системах управления техническими устройствами с помощью датчиков.

3.4. Перечень нечисловых и числовых алгоритмов

Также приведем перечень нечисловых и числовых алгоритмов, явно описанных в ФРП (цитируем по [19]), — всего около 20 числовых алгоритмов и около 10 алгоритмов управления формальными исполнителями, включая исполнителей арифметических действий:

- Составление алгоритмов и программ с использованием ветвлений, циклов и вспомогательных алгоритмов для управления исполнителем Робот или другими исполнителями, такими как Черепашка, Чертежник. Составление алгоритмов управления исполнителями арифметических действий.
- Нахождение минимума и максимума из двух, трех и четырех чисел. Решение квадратного уравнения, имеющего вещественные корни. Алгоритм Евклида для нахождения наибольшего общего делителя двух натуральных чисел. Разбиение записи натурального числа в позиционной системе с основанием, меньшим или равным 10, на отдельные цифры. Проверка натурального числа на простоту. Подсчет частоты появления символа в строке.
- Заполнение числового массива случайными числами, в соответствии с формулой или путем ввода чисел, нахождение суммы элементов массива, линейный поиск заданного значения в массиве, подсчет элементов массива, удовлетворяющих заданному условию, нахождение минимального (максимального) элемента массива. Сортировка массива. Обработка потока данных: вычисление количества, суммы, среднего арифметического, минимального и максимального значения элементов последовательности, удовлетворяющих заданному условию.
- Пример использования принципа обратной связи в системах управления техническими устройствами с помощью датчиков.

3.5. Требования к используемым языкам программирования

В базовом курсе информатики основной школы ФГОС и ФРП предусматривают использование следующих языков программирования: Python, C++, Pascal, Java, C#, Школьный Алгоритмический Язык. Ученик должен уметь выражать понятия (наш п. 3.3) и алгоритмы (наш п. 3.4) на выбранном языке программирования.

3.6. Резюме разделов 3.1–3.5 с точки зрения учителя информатики

Затратив 32 учебных часа и выдав 29–30 домашних заданий (продолжительность выполнения каждого из которых не должна превышать 20–30 мин), учитель должен обеспечить освоение каждым учеником класса значительного объема действительно фундаментального материала, а именно:

- десятка базовых теоретических понятий программирования (алгоритмические конструкции, переменные и их типы, массивы и строки);
- формы и правил реализации этих теоретических понятий в выбранном языке программирования;

- алгоритмического содержания десятка алгоритмов управления формальными исполнителями;
- алгоритмического и математического содержания 20 числовых алгоритмов;
- правил работы в используемых программных системах, обеспечивающих работу с формальными исполнителями и выполнение алгоритмов с числовыми величинами, массивами и строками, и реализацию 20 числовых алгоритмов и 10 алгоритмов управления исполнителями в выбранных средах программирования.

На первый взгляд, задача освоения за 32 учебных часа списка понятий, указанных в разделе 3.3, и приобретение практических навыков составления и понимания десятков алгоритмов, перечисленных в разделе 3.4, в какой-то программной системе, поддерживающей один из языков программирования, указанных в разделе 3.5, кажется абсолютно невыполнимой. Тем не менее, по мнению авторов, к решению этой задачи можно поступить, минимизировав непроизводительные затраты и повысив мотивацию учащихся за счет увеличения доли времени на выполнение несложных заданий по программированию с мгновенной автоматической проверкой.

Конечно, эту задачу будет проще решать, если перераспределить часы курса, как многие учителя и делают. Однако существенная цель настоящей публикации — показать, как это сделать без такого перераспределения.

4. Как организовать освоение раздела «Алгоритмы и программирование»

Как же организовать освоение тематического раздела «Алгоритмы и программирование» каждым учеником при столь небольшом количестве выделенных на этот раздел учебных часов? Ясно, что сдача ОГЭ во многом определяет содержание и методику образовательного процесса, а демонстрационный вариант ОГЭ является документом «наиболее прямого действия», на который ориентируются учителя и учащиеся, даже не планирующие сдавать ОГЭ. Для прояснения и конкретизации нашего положения об использовании Алгоритмического языка в массовой школе рассмотрим детально ОГЭ.

4.1. Выбор алгоритмического языка и среды программирования в заданиях ОГЭ

Начнем с обсуждения требуемых сред программирования. Анализ демоверсии ОГЭ по информатике 2026 года [2] показывает, что при сдаче ОГЭ составление программы требуется в двух заданиях: для управления исполнителем Робот (задание 15) и для работы с числовой последовательностью (задание 16), при этом эти два задания можно выполнить и в двух разных средах программирования. Знакомство с каким-то языком программирования (например, Алгоритмическим языком) предполагается также в задании 6. Иногда учащиеся составляют свои программы и при выполнении других заданий.

В разделе «Содержание верного ответа» к заданию 15 демоверсии ответ дается на Алгоритмическом языке, а в качестве среды программирования рекомендуется ЦОС «КуМир». Задание 15 предусматривает разработку алгоритма для исполнителя Робот, и для его выполнения

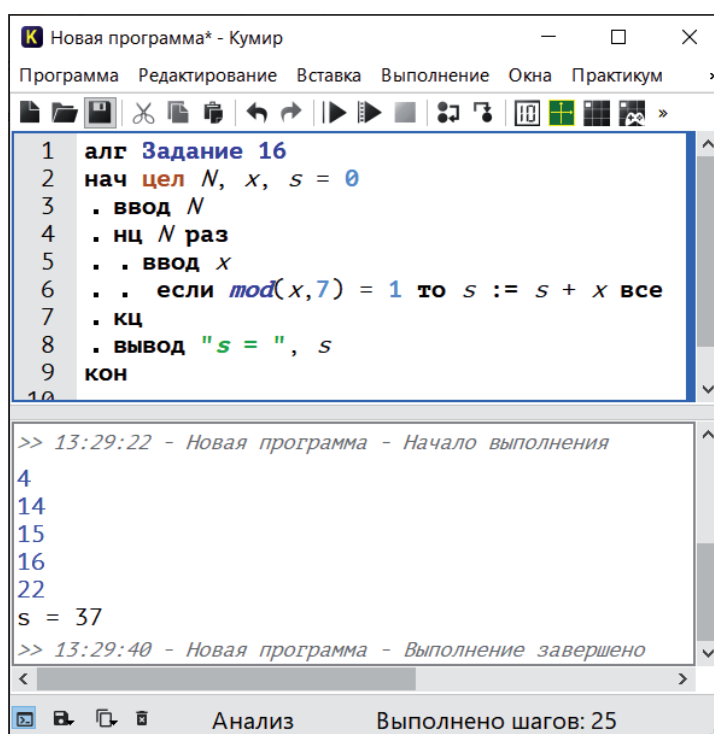


Рис. 1. Выполнение задания 16 демоверсии ОГЭ по информатике 2026 года в ЦОС «КуМир»

рекомендуется использование учебной среды исполнителя Робот. В качестве такой среды может использоваться, например, учебная ЦОС «КуМир» или любая другая среда, позволяющая моделировать исполнителя Робот. В случае, если синтаксис команд исполнителя в используемой среде отличается от того, который дан в задании, допускается внесение изменений в текст задания в части описания исполнителя. При отсутствии нужной учебной среды допускается запись решения задания в простом текстовом редакторе в формате *.txt.

«Содержание верного ответа» к заданию 16 дается в демоверсии на языке Python, но этот верный ответ без каких-либо проблем реализуется и в ЦОС «КуМир» на Алгоритмическом языке — см. рисунок 1.

Итак, для решения заданий 15 и 16 ОГЭ Алгоритмический язык и ЦОС «КуМир» прекрасно подходят. Освоить в 32-часовом курсе две среды программирования сложнее, чем одну, и поэтому мы считаем естественным в качестве языка программирования выбрать один — отечественный Алгоритмический язык и поддерживающую его отечественную среду «КуМир».

4.2. Алгоритмический язык в отечественной традиции школьной информатики

Алгоритмический язык и поддерживающая его среда программирования «КуМир» используются в системе образования России уже 40 лет и известны всем школьным учителям. Сама история создания этого языка и поддерживающей его среды делает Алгоритмический язык основным кандидатом при выборе языка программирования для курса информатики базового уровня основной (и начальной) школы, поскольку язык изначально создавался с целью облегчить написание и понимание алгоритмов и программ новичками. Эта особенность Алгоритмического языка особенно важна, поскольку ФРП

предписывает в короткие сроки научить *всех* учеников понимать и составлять несколько десятков алгоритмов.

История создания курса информатики и Алгоритмического языка в нем.

28 марта 1985 года было принято Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 271 «О мерах по обеспечению компьютерной грамотности учащихся средних учебных заведений и широкого внедрения электронно-вычислительной техники в учебный процесс». Это постановление вводило в школьные программы новый предмет «Основы информатики и вычислительной техники». В ходе выполнения этого постановления в сжатые сроки под редакцией академика А. П. Ершова был подготовлен школьный учебник, в котором был описан Алгоритмический язык. По инициативе вице-президента АН СССР Е. П. Велихова к редактированию учебника была привлечена группа математиков — А. Г. Кушниренко, Г. В. Лебедев, А. Л. Семенов и А. Х. Шень, — имеющих практический опыт эффективного обучения программированию новичков. Первая часть учебника была выпущена издательством «Просвещение» в 1985 году [5], вторая часть была выпущена в 1986 году [6]. По итогам массового внедрения предмета в школах СССР в 1985–1987 годах Алгоритмический язык и учебник были существенно доработаны, и в 1988 году академик А. П. Ершов в соавторстве с А. Г. Кушниренко, Г. В. Лебедевым, А. Л. Семеновым и А. Х. Шенем выпустили учебник [4], на долгие годы задавший направление развития школьной информатики в России.

Алгоритмический язык использовал русскую лексику и обеспечивал не только компьютерный, но и «безмашинный» курс информатики, т. е. преподавание основ программирования в школах, не оборудованных компьютерными классами. Первоначально (см. [3]) академик А. П. Ершов задумывал Алгоритмический язык

именно как универсальный язык для строгой, стандартизированной записи алгоритмов — подобно тому как язык алгебры является стандартом для записи уравнений. В ходе работы над учебником летом 1985 года авторами была реализована система программирования для ряда моделей школьных компьютеров, основанная на этом языке, — «Е-практикум» (Е — в честь А. П. Ершова). Она была апробирована на механико-математическом факультете МГУ. Уточненное описание этого языка программирования приведено в учебниках [4] и [11]. Методика использования этого языка излагалась в методическом пособии Я. Н. Зайдельмана с соавторами [1].

В 1986 году академик Е. П. Велихов создал временный коллектив «Школа-1» (заместитель руководителя — А. Л. Семенов). Среди работ этого коллектива была, в частности, реализация редактора-компилятора Алгоритмического языка КуМир [10, 12, 16, 17] и старт разработки концепции преподавания алгоритмики и программирования школьникам [15]. Работа над разными вариантами учебного курса алгоритмики продолжилась (см., например, [7, 8]).

Несмотря на то что Алгоритмический язык из языка описания алгоритмов был быстро достроен до формального языка программирования и получил компьютерную реализацию в виде среды «КуМир», язык продолжает отвечать первоначальному замыслу А. П. Ершова: создать близкий к естественному русскому языку способ записи алгоритмических конструкций и других базовых понятий алгоритмики. А. П. Ершов писал: «В отличие от жестких языков программирования Алгоритмический язык обладает некоторой синтаксической свободой, присущей языку “деловой прозы”, ориентированной на читателя-человека» [3]. И это действительно так. Алгоритмический язык обладает рядом особенностей, облегчающих его понимание новичком, носителем русского языка. Известен психологический феномен, в соответствии с которым программист буквально «не видит» символической «оболочки» алгоритмических конструкций, они для него совершенно прозрачны. Новичок же, особенно школьник, не может «прорваться» сквозь эту оболочку, часто она оказывается для него непреодолимым препятствием. Как правило, трудности новичка просто недоступны ни программисту, ни даже учителю информатики: «сытый голодного не разумеет».

Поэтому авторы первого учебника и компьютерной реализации Алгоритмического языка предприняли особые усилия, чтобы сделать конструкции языка максимально близкими к русскому языку, прежде всего, к его математической части. Максимальное внимание уделялось деталям, которые мы сейчас обсудим, имея в виду и то, что программист или опытный учитель эти детали не замечают.

Начнем с того, что Алгоритмический язык имеет русскую лексику, в частности, логические значения *true* и *false* и логические операции *дизъюнкции*, *конъюнкции* и *отрицания* записываются русскими словами *да*, *нет*, *или*, *и*, *не*. В идентификаторах языка допускается символ пробела, отрицание *не* разрешается размещать между словами многословного имени логической переменной. Например, при использовании двухсловного имени логической функции *впереди свободно*, отрицание значения этой функции может быть записано, как *впереди не свободно*. Сложные неравенства можно записывать

в принятой в математике форме: $0 < x < y < 1$ вместо принятой в производственных языках программирования несуразной формы: $0 < x \text{ и } x < y \text{ и } y < 1^*$.

Подробнее об особенностях Алгоритмического языка и среды «КуМир» можно прочесть в статье [10].

4.3. Использование практикумов «КуМира»

Уложить в 32 учебных часа материал, описанный выше в разделах 3.3 и 3.4, можно только при максимально эффективной организации процесса выполнения заданий учениками, существенно более эффективной, чем это делается в курсе математики. ЦОС «КуМир» позволяет организовать этот процесс с помощью так называемых практикумов [9, 13]. Практикум — это файл специальной структуры с заранее подготовленным набором заданий по программированию, которые структурированы поурочно и обеспечивают автоматизированную обратную связь для выполняющего их учащегося.

Процесс решения задачи в ЦОС «КуМир» представляет собой последовательность взаимосвязанных этапов, в каждом из которых присутствует элемент обратной связи от компьютера: самостоятельное создание программы учеником, верификация ее корректности, также проводимая школьником самостоятельно, и в заключение — запуск автоматической проверки.

Итак, обучающийся получает формулировку задачи: например, реализовать какой-то алгоритм для исполнителя Робот, который обеспечит перемещение Робота по заданному маршруту и выполнение им определенных действий (закрашивание клеток, обход препятствий и пр.). На основе проведенного анализа и эвристической деятельности по придумыванию алгоритма ученик составляет алгоритм, представляемый программой на Алгоритмическом языке. При этом среда деятельности обеспечивает автоматический синтаксический контроль (обратную связь).

Для отладки своей программы ученик может использовать режим, который позволяет выполнять алгоритм по шагам, по одному действию. При каждом шаге выполнения происходит обновление состояния обстановки: исполнитель выполняет действие (перемещается, закрашивает клетку и т. п.), обновляются значения переменных, подсвечивается текущая строка кода. Обратная связь здесь визуальна: ученик видит «что происходит». Эта визуальная обратная связь, предоставляемая средой «КуМир», играет ключевую роль в процессе отладки: графическое представление рабочей среды (например, поле Робота с клетками и препятствиями) позволяет сопоставить фактическое поведение исполнителя с ожидаемым. При этом на полях программы отображаются все изменения переменных и результаты проверки условия циклов — это дает возможность отследить корректность вычислений на каждом этапе. Подсветка исполняемой строки кода синхронизирует текстовое представление алгоритма с его выполнением.

При обнаружении ошибочного поведения исполнителя или некорректно вычисленных значений переменных ученик исправляет свою программу. После внесения изменений выполняется повторный запуск учебной

* Первым из производственных языков программирования от этой несуразицы избавился Python.

программы до тех пор, пока алгоритм не начнет работать корректно. Цикл обратной связи завершен.

Финальным этапом является автоматическая проверка решения. Проверку алгоритма запускает сам ученик. Она основывается на наборе тестовых сценариев, заранее подготовленных учителем в рамках этого конкретного практикума. Сценарий проверки составляется в виде программы на Алгоритмическом языке и ученику не виден. ЦОС «КуМир» автоматически подставляет входные данные, выполняет алгоритм и сравнивает полученный результат с эталонным. Положительный вердикт подтверждает корректность алгоритма во всех предусмотренных случаях. В случае расхождения результатов система возвращает ученика к этапу пошаговой отладки для поиска и устранения ошибки. Это «внешний цикл» обратной связи.

Описанный подход способствует системному формированию алгоритмического мышления. Сочетание пошаговой визуальной отладки с автоматической проверкой позволяет не только достичь правильного результата, но и глубоко понять механизмы работы алгоритма, выявить причинно-следственные связи между отдельными командами и общим поведением системы. Это особенно важно на начальных этапах обучения программированию, когда закладываются базовые навыки проектирования и отладки алгоритмов.

Проиллюстрируем сказанное примерами.

На уроке 1 практикум предусматривает выполнение четырех заданий — составление четырех алгоритмов управления Роботом в четырех разных обстановках А, В, С и D (рис. 2).

Обстановка А показана на рисунке 3.

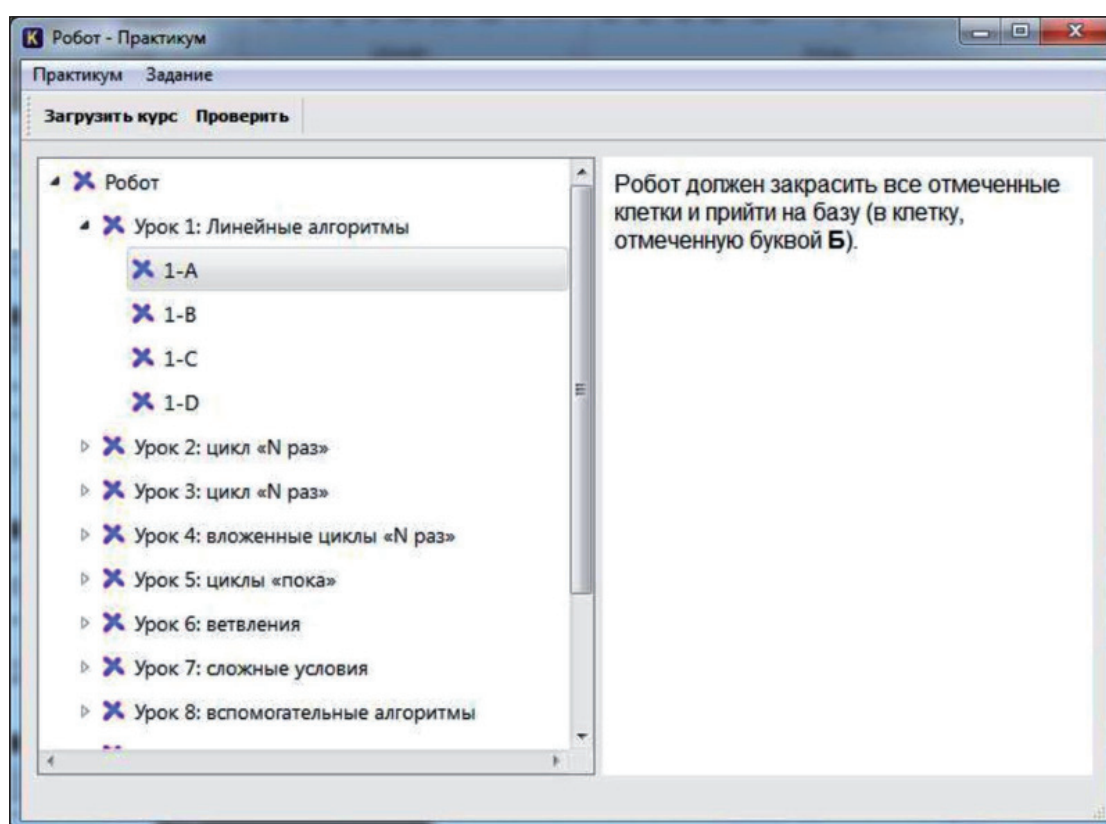


Рис. 2. Содержание практикума «Робот» — первое задание первого урока

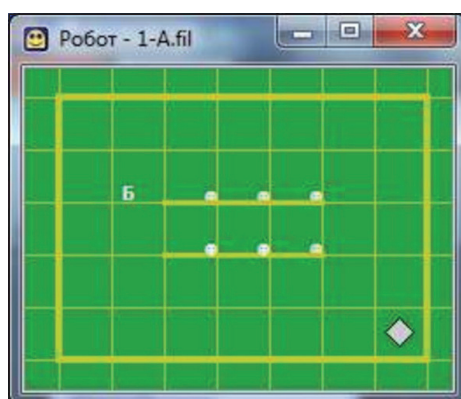


Рис. 3. Обстановка А для первого задания практикума «Робот»

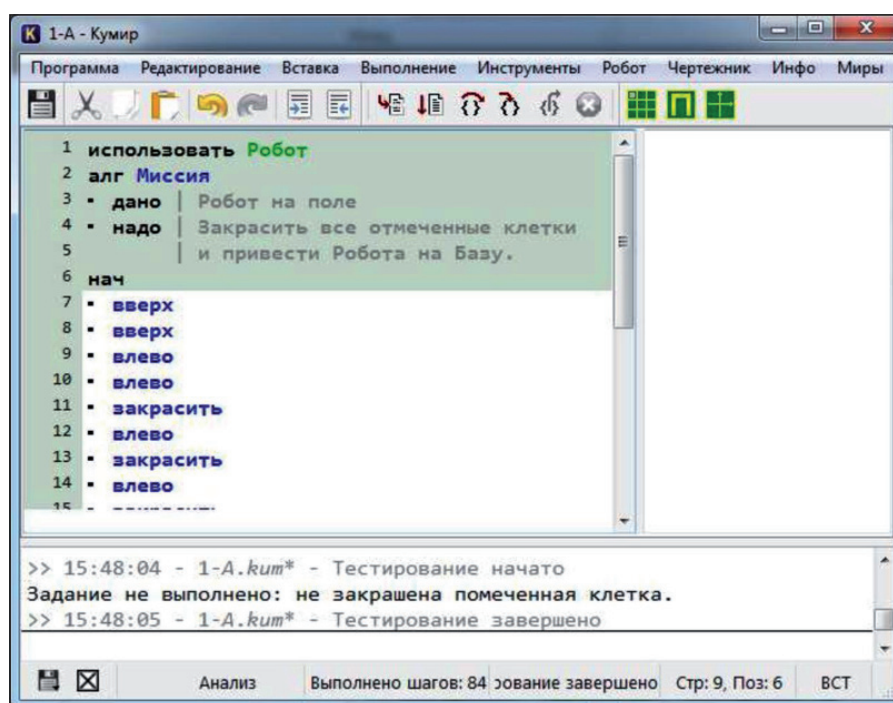


Рис. 4. Шаблон программы

Если задание практикума посвящено составлению программы для исполнителя Робот, то в файл практикума включаются все обстановки Робота, для которых будет проверяться правильность выполнения программы, составленной учеником в данном задании. Аналогично, если задание практикума посвящено обработке числового массива, то в этом случае в файл практикума включаются те массивы, на которых тестируется составленная учеником программа.

Для повышения эффективности работы ученика в задание практикума, как правило, включается шаблон программы — файл .kum. Некоторые строки шаблона (на рисунке 4 они выделены зеленым фоном) ученику не позволено менять. Задача ученика — изменить строки с белым фоном или добавить в белые области новые операторы так, чтобы программа решала поставленную задачу.

Шаблон программы содержит также скрытые строки, в которых записан алгоритм тестирования решения. Этот алгоритм запускается при нажатии клавиш Ctrl+T или при щелчке на кнопке «Проверить» в окне практикума.

Очевидна эффективность практикумов такого сорта для выполнения домашних заданий.

Для изучения модуля «Алгоритмы и программирование» в ЦОС «КуМир» для каждого урока подготовлен отдельный комплект из 4–6 домашних заданий по обязательному материалу и нескольких дополнительных заданий. Планируемое время выполнения домашних заданий по обязательному материалу — 20–25 мин для восьмиклассников и 30–35 мин для девятиклассников.

Если классные занятия проводятся в аудитории, где каждый учащийся имеет доступ к своему компьютеру, то в дополнение к практикумам для домашних заданий используются практикумы из 3–5 заданий для проведения 15-минутных самостоятельных работ на уроке.

Опыт авторов статьи показывает, что практикумы являются эффективным инструментом организации

учебной деятельности учеников. Это подтверждается и в публикациях ряда известных педагогов [13].

5. Заключение

На основании вышеизложенного мы считаем, что для обеспечения успешного освоения всеми учениками VIII–IX классов тематического раздела «Алгоритмы и программирование» базового курса информатики должны быть предприняты специальные усилия по совершенствованию методики проведения курса. В настоящее время для включения в Федеральный перечень готовится учебник, посвященный исключительно этому разделу, — для изучения в курсе информатики основной школы на базовом уровне. Он полностью согласован с поурочным планированием ФРП [19] и потому может быть использован в сочетании с другими учебниками по информатике. Цифровой компонент УМК данного учебника для каждого урока будет включать практикум в ЦОС «КуМир» для выполнения домашнего задания к данному уроку.

Список источников

1. Авербух А. В., Гисин В. Б., Зайдельман Я. Н., Лебедев Г. В. Изучение основ информатики и вычислительной техники: пособие для учителя. М.: Просвещение, 1992. 303 с.
2. Демоверсия ОГЭ 2026 года по информатике // 4ЕГЭ. <https://4ege.ru/gia-po-informatike/76052-demoversija-oge-2026-po-informatike.html>
3. Ершов А. П. Алгоритмический язык в школьном курсе основ информатики и вычислительной техники // Микропроцессорные средства и системы. 1985. № 2. С. 48–51.
4. Ершов А. П., Кушнirenко А. Г., Лебедев Г. В., Семенов А. Л., Шень А. Х. Основы информатики и вычислительной техники. Пробный учебник для средних учебных заведений / под ред. А. П. Ершова. М.: Просвещение, 1988. 207 с.
5. Ершов А. П., Монахов В. М., Бешенков С. А. и др. Основы информатики и вычислительной техники: пробное

учебное пособие для средних учебных заведений. В 2 ч. Ч. 1 / под ред. А. П. Ершова, В. М. Монахова. М.: Просвещение, 1985. 96 с.

6. Ершов А. П., Монахов В. М., Гольц Я. Э. и др. Основы информатики и вычислительной техники: пробное учебное пособие для средних учебных заведений. В 2-х ч. Ч. 2 / под ред. А. П. Ершова, В. М. Монахова. М.: Просвещение, 1986. 143 с.

7. Звонкин А. К., Кулаков А. Г., Ландо С. А., Семенов А. Л., Шень А. Х. Алгоритмика: 5–7 классы: учебник и задачник для общеобразовательных учебных заведений. М.: Дрофа, 1996. 304 с.

8. Звонкин А. К., Ландо С. К., Семенов А. Л. Информатика. Алгоритмика. 6 класс: учебник. М.: Просвещение, 2006. 239 с.

9. Кушниренко А. Г. Пять практикумов К. Ю. Полякова по программированию с автоматизированной проверкой в системе КуМир. Выступление на конференции OSEDUCONF-2015. https://0x1.tv/Пять_практикумов_К._Ю._Полякова_по_программированию_с_автоматизированной_проверкой_в_системе_КуМир

10. Кушниренко А. Г., Леонов А. Г. «КуМир» — учебное программное обеспечение базового курса информатики // Информатика в школе. 2017. № 8 (131). С. 5–10. EDN: ZRNOFZ.

11. Кушниренко А. Г., Лебедев Г. В., Сворень Р. А. Основы информатики и вычислительной техники. Пробный учебник для средних учебных заведений. М.: Просвещение, 1990. 223 с. [Переиздан в 1991, 1993 и 1996 годах. Суммарный тираж в СССР и РФ свыше 8 млн экз. <https://www.niisi.ru/kumir/books/1.pdf>]

12. Леонов А. Г., Эпиктетов М. Г. Производственные возможности системы КуМир // Тезисы докладов II Всерос-

сийской конференции «Компьютеры в образовании». СПб., 1994. Страницы? Издательство?

13. Поляков К. Ю. Практикумы в КуМир // Сайт К. Ю. Полякова. <http://kpolyakov.spb.ru/download/kumkurs.pdf>

14. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 09.10.2024 № 704 «О внесении изменений в некоторые приказы Министерства просвещения Российской Федерации, касающиеся федеральных образовательных программ начального общего образования, основного общего образования и среднего общего образования». <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202502120007>

15. Семенов А. Л. Концептуальные проблемы информатики, алгоритмики и программирования в школе // Вестник кибернетики. 2016. № 2 (22). С. 12–16. EDN: YNEIHJ.

16. Система программирования КуМир. <https://www.niisi.ru/kumir/>

17. Среда программирования КуМир // Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/КуМир>

18. Ушинский К. Д. О наглядном обучении // Родное слово. Книга для учащихся. Собр. соч. Т. 6. М.—Л.: Академия педагогических наук РСФСР, 1949. С. 265–269.

19. Федеральная рабочая программа основного общего образования. Информатика (базовый уровень) (для 7–9 классов образовательных организаций). М.: Минпросвещения России; Институт содержания и методов обучения им. В. С. Леднева, 2025. 66 с. https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2025/07/2025_ooo_frp_informatika-7-9_baza.pdf

20. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (ред. от 18.06.2025). <https://fgosreestr.edsoo.ru/federal-standard/30>