

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕОРИИ АЛГОРИТМОВ НА ПРОФИЛЬНОМ УРОВНЕ

Профильное обучение направлено на реализацию личностно-ориентированного учебного процесса. При этом существенно расширяются возможности выстраивания учеником собственной, индивидуальной образовательной траектории; развития способностей, склонностей, познавательной активности школьников.

Информатика как школьный предмет предоставляет широкие возможности в реализации задач профильного обучения. С одной стороны, информатика имеет широчайшее прикладное значение, что изначально представляет собой огромный потенциал для дифференциации содержания обучения, а с другой – нельзя недооценивать и дидактического потенциала новых информационных технологий и их роль в развитии мотивации, индивидуализации обучения, в обеспечении личностно-ориентированного подхода.

Среди тем, которые изучаются в старших классах на профильном уровне в рамках учебной дисциплины «Информатика и ИКТ» важное место занимает тема «Элементы теории алгоритмов».

Необходимость преподавания теории алгоритмов в школе (не только на профильном уровне) обусловлена рядом причин:

– во-первых, широчайшее распространение компьютеров, проникающих во все сферы жизни человека, требует и массового внедрения, начиная с самого раннего возраста, компьютерной культуры, то есть понимания возможностей компьютера и умения взаимодействовать с ним. Важнейшей составной частью этой культуры является, в первую очередь, способность и умение мыслить алгоритмически, то есть весьма отчетливо и недвусмысленно определять последовательность своих действий при решении той или иной задачи. Всеобщая компьютеризация наиболее отчетливо проявила именно эту сторону математического мышления, вменив в обязанность учителю математики и информатики особым образом сосредоточиться на ее развитии у учащихся;

– во-вторых, понятие алгоритма является одним из фундаментальных понятий как информатики, так и математики. В рамках теории алгоритмов было дано формальное определение алгоритма, что позволило вывести математическую науку на новый рубеж. Именно в теории алгоритмов была доказана теорема о существовании универсального исполнителя, дано понятие вычислимой функции – все это послужило толчком к созданию ЭВМ. Кроме того, теория алгоритмов изучает общие подходы к решению проблем обработки дискретной информации, что не маловажно для будущих специалистов в области прикладной информатики и математики, специалистов в области программирования. Поэтому теория алгоритмов является теоретическим фундаментом изучения информатики и вычислительной техники;

– в-третьих, методы теории алгоритмов проникают в разные разделы математической логики и другие математические дисциплины (в частности, в рамках математической логики рассматриваются логические устройства – автоматы, которые являются исполнителями алгоритмов для переработки дискретной информации; кроме того, в математике важной проблемой является проблема алгоритмической разрешимости задач), программирования (например, построение эффективных алгоритмов решения задач определенных классов, расчет трудоемкости алгоритма) и др. Их изучение позволяет осуществлять междисциплинарные связи.

– в-четвертых, изучение элементов теории алгоритмов способствует установлению связи школьного и вузовского обучения информатике.

Эти причины показывают необходимость изучения основ теории алгоритмов не только на профильном уровне, но и на базовом.

Образовательным стандартом предусматривается изучение основ алгоритмизации в основном курсе «Информатика и ИКТ», где учащиеся оперируют с интуитивным понятием алгоритма. В профильном курсе «Информатика и ИКТ» стандартом предусмотрено изучение основ формальной теории алгоритмов: алгоритмические модели, разрешимость задач, вычислимая функция и др. Однако, правомерно возникает вопрос, как и в каком объеме следует преподавать тему «Элементы теории алгоритмов» в профильном курсе «Информатика и ИКТ». И если на базовом уровне по преподаванию основ теории алгоритмов накоплен достаточно большой опыт, разработано достаточное число методических материалов и учебных пособий, то преподавание теории алгоритмов на профильном уровне сопряжено со значительными трудностями. Эти трудности вызваны, в частности, сложностью формальной теории и недостаточной проработкой теоретических и практических вопросов преподавания данной темы в профильных классах.

Таким образом, актуальность исследования обусловлена:

– происходящей в настоящее время перестройкой в образовательной области «Информатика» и необходимостью разработки профильно-ориентированных курсов в этой области, продолжающих базовый курс информатики в старших классах полной средней школы;

– недостаточной разработанностью и систематизированностью содержания, организационных форм и методических приемов изучения темы «Элементы теории алгоритмов»;

– отсутствием учебников и учебных пособий, содержание которых по данной теме удовлетворяет запросы учащихся, ориентированных на углубленное изучение математики и информатики, и выбравших физико-математический или информационно-технологический профиль.

Основной целью исследования, проводимого автором в рамках дипломной работы является разработка и теоретическое обоснование содержания, методов, форм и педагогических условий изучения темы «Элементы теории алгоритмов» в старших классах полной средней школы на профильном уровне.

В рамках государственного стандарта среднего (полного) общего образования по дисциплине «Информатика и ИКТ» на профильном уровне

выделяется следующий перечень тем для изучения элементов теории алгоритмов:

- вычислимость;
- формализация понятия алгоритма;
- эквивалентность алгоритмических моделей;
- построение алгоритмов и практические вычисления.

Однако, по мнению автора статьи, эти темы недостаточно раскрыты в стандарте для надлежащей подготовки учащихся ориентированных на физико-математический и информационно-технологический профиль (где «Информатика и ИКТ» является профильной дисциплиной), в связи с чем усложняется работа учителя информатики при отборе содержания.

При формировании понятия «вычислимость» необходимо рассмотреть понятия «алгоритмическая вычислимая функция», «разрешимое» множество, «перечислимое» множество. Установить связь между понятиями «вычислимость», «разрешимость», «перечислимость».

При изучении вопроса формализации понятия алгоритма не обязательно рассматривать все три основные алгоритмические модели, достаточно более подробно познакомиться с одной из них, наиболее важным вопросом здесь является понятие эквивалентности этих моделей. Необходимо показать значимость этих теорий для математики и информатики. Причем в физико-математических классах изучение формализации понятия алгоритма целесообразно осуществлять на модели частично-рекурсивных функций. Данная теория строится именно с использованием математического аппарата. В классах информационно-технологического профиля, ориентированных на программирование полезно остановиться на машине Тьюринга. Изучение машины Тьюринга позволяет развивать операционное мышление, а процесс составления алгоритма как последовательной цепочки элементарных действий дисциплинирует при разработке конкретных алгоритмов и программ.

Для формирования научного мировоззрения важно сформировать у учащихся понятие неразрешимых задач, привести соответствующие примеры (в физико-математических классах это могут быть математические проблемы Давида Гильберта, а в классах информационно-технологического профиля – проблема останова или проблема самоприменимости).

Темы, которые явно не выделяются в стандарте, а именно анализ сложности алгоритма и эффективность алгоритма имеют важное значение при выполнении этапов разработки алгоритмов и программ их реализующих. Для учащихся в классах указанных профилей важна именно грамотная разработка алгоритмов, а затем и программ. Учащиеся должны уметь доказывать правильность программ, проводить анализ сложности алгоритма, выбирать наиболее оптимальный, эффективный, а также выбирать рациональный способ построения алгоритма, способ разработки программ. Эти знания и умения являются предметными (специальными) и их формирование способствует формированию специальной компетенции необходимой в будущей профессиональной деятельности и в дальнейшем обучении в вузе по выбранному профилю.

Таким образом, целесообразней было бы выделить и включить в стандарт следующие темы:

- вычислимость, универсальная функция;
- формализация понятия алгоритма, алгоритмические модели (частично-рекурсивные функции, машины Тьюринга, нормальные алгоритмы Маркова);
- эквивалентность алгоритмических моделей;
- неразрешимые проблемы;
- анализ сложности алгоритма, эффективные алгоритмы;
- построение алгоритмов и практические вычисления.

С учетом вышесказанного автором статьи предложена программа изучения темы «Элементы теории алгоритмов» в профильных классах. Тематическое планирование реализации данной программы представлено в таблице 1:

Таблица 1.

Тематическое планирование

№ урока	Тематика урока
1	Интуитивное понятие алгоритма. Свойства алгоритмов.
2	Виды алгоритмов, способы записи алгоритмов, методы построения алгоритмов. Решение задач на составление алгоритмов.
3 – 5	Уточнение понятия алгоритма. Машина Тьюринга. Решение задач на программирование машин Тьюринга.
6	Вычислимые функции. Универсальная машина Тьюринга.
7 – 8	Нормальные алгоритмы Маркова. Преобразование машин Тьюринга в нормальные алгоритмы. Решение задач.
9	Алгоритмически неразрешимые проблемы.
10-11	Анализ сложности алгоритма, эффективные алгоритмы. Построение алгоритмов и практические вычисления.

Целью уроков 1-2 является систематизация знаний учащихся, полученных в базовом курсе «Информатика и ИКТ».

Предлагаемые **формы** организации уроков: лекция, диалог (обсуждение), групповой метод при решении задач.

Основные понятия.

Алгоритм (интуитивное понятие), исполнитель алгоритма и его характеристики (среда, элементарные действия, система команд, отказы), свойства алгоритма (дискретность, детерминированность, результативность, конечность, массовость), последовательная алгоритмическая конструкция, ветвящаяся алгоритмическая конструкция, циклическая алгоритмическая конструкция, рекурсивный алгоритм.

Важно при изучении темы подробнее остановиться на свойстве детерминированности, привести примеры недетерминированных алгоритмов (например, распараллеливание процесса вычисления).

Требования к знаниям и умениям учащихся.

В результате работы на уроке учащиеся должны:

- знать определение (интуитивное) алгоритма, понимать, почему данное определение не является математически строгим (формализованным);
- знать/понимать свойства алгоритмов;

- знать/понимать основные алгоритмические конструкции;
- уметь для любого конкретного алгоритма обосновывать выполнимость (невыполнимость) свойств;
- уметь выделять, какие алгоритмические конструкции используются в данном алгоритме;
- уметь составлять алгоритмы с использованием алгоритмических конструкций;
- уметь составлять блок – схемы для каждого конкретного алгоритма.

Цель уроков 3-5 – познакомить учащихся с машиной Тьюринга, как одной из формальных алгоритмических моделей. Научить строить машину Тьюринга для решения различных задач.

Предлагаемая **формы** организации уроков: лекция, демонстрация, практикум.

Основные понятия.

Алфавит, слово, входное слово, выходное слово, область применимости алгоритма, команда, машина Тьюринга, алгоритм (по Тьюрингу), функциональная схема, сочетание машин Тьюринга.

Требования к знаниям и умениям учащихся.

В результате работы на уроке учащиеся должны:

- знать/понимать определение алфавита, входного и выходного слова, области применимости алгоритма;
- знать/понимать определение алгоритма (по Тьюрингу);
- знать/понимать, что такое команда;
- знать/понимать определение функциональной схемы;
- знать/понимать устройство и принцип работы машины Тьюринга;
- знать/понимать математическое описание машины Тьюринга;
- уметь объяснять, почему «школьное» определение алгоритма не является формальным, почему возникла потребность в формальном определении алгоритма;
- уметь формулировать определение алгоритма в виде машины Тьюринга;
- уметь описывать состав машины Тьюринга;
- уметь находить выходное слово по уже имеющимся машине Тьюринга и входному слову (выполнять команды машины Тьюринга).
- уметь строить машину Тьюринга для решения задач;

Цель 6 урока – познакомить учащихся с понятием вычислимой функции, универсальной машины Тьюринга.

Основные понятия.

Вычислимая функция (по Тьюрингу), универсальный исполнитель алгоритмов.

Требования к знаниям и умениям учащихся.

В результате работы на уроке учащиеся должны:

- знать/понимать определение вычислимой функции;
- знать/понимать, что такое универсальный исполнитель алгоритмов, универсальная функция;
- уметь осуществлять преобразования данных вычисляемых некоторой функцией;

- уметь устанавливать связь между разрешимыми и перечислимыми множествами и вычислимой функцией;
- уметь строить машину Тьюринга, вычисляющую некоторую функцию;
- уметь приводить примеры невычислимых по Тьюрингу функций.

Цель уроков 7 – 8 – познакомить учащихся с нормальными алгоритмами Маркова как уточненным понятием алгоритма.

Предлагаемая **форма** организации уроков: лекция, диалог (обсуждение), практикум.

Основные понятия.

Подслово, подстановка, формула подстановки, нормальная схема подстановок, нормальный алгоритм Маркова.

Требования к знаниям и умениям учащихся.

В результате работы на уроке учащиеся должны:

- знать/понимать определение подстановки;
- знать/понимать формулу подстановки;
- знать/понимать, что такое выполнимость формулы подстановки;
- знать/понимать определение нормального алгоритма Маркова;
- знать/понимать, что такое эквивалентность алгоритмических моделей;
- уметь осуществлять марковские подстановки;
- уметь строить нормальные алгоритмы Маркова для решения задач;
- уметь по заданному слову в некотором алфавите и записи нормального алгоритма находить выходное слово;
- уметь находить систему подстановок для каждого конкретного преобразования слов в заданном алфавите;
- уметь осуществлять преобразование машин Тьюринга в нормальные алгоритмы Маркова и наоборот.

Цель 9 урока – познакомить учащихся с понятием алгоритмически неразрешимой задачи и вычислимой функции.

Предлагаемая **форма** организации урока: лекция, диалог (обсуждение).

Основные понятия.

Массовая проблема, частная задача, алгоритмически неразрешимая задача.

Требования к знаниям и умениям учащихся.

В результате работы на уроке учащиеся должны:

- понимать, что такое алгоритмически неразрешимая задача;
- знать примеры алгоритмически неразрешимых задач;

Цель 10-11 уроков – познакомить учащихся с понятием сложности алгоритма. Научить подсчитывать сложность простейших алгоритмов.

Предлагаемая **форма** организации урока: лекция, диалог (обсуждение), практикум.

Основные понятия.

Вычислительный процесс, емкостная сложность алгоритма, временная сложность алгоритма, полиномиальный и экспоненциальный алгоритм, эффективность алгоритма.

Требования к знаниям и умениям учащихся.

В результате работы на уроке учащиеся должны:

- знать/понимать определение вычислительного процесса;

- знать/понимать определение сложности алгоритма;
- знать, что понимается под эффективностью алгоритма;
- уметь определять временную сложность простейших алгоритмов;
- определять тип алгоритма;
- уметь выполнять анализ сложности алгоритма и выбирать наиболее эффективный;
- уметь строить эффективные алгоритмы решения задач.

Учащимся предлагаются следующие темы для самостоятельного изучения:

- машина Поста как уточнение понятия алгоритма;
- класс частично-рекурсивных функций;
- алгоритмы поиска;
- алгоритмы сортировки.