

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им.В.П.АСТАФЬЕВА  
(КГПУ им.В.П.Астафьева)

Институт/факультет

Институт математики, физики и информатики  
(полное наименование института/факультета/филиала)

Выпускающая кафедра

Базовая кафедра информатики и  
информационных технологий в образовании  
(полное наименование кафедры)

**Охальников Дмитрий Андреевич**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема **"Создание цифровых устройств «из первых принципов» как  
метод систематизации знаний по информатике"**

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование  
(код и наименование направления)

Профиль Физика и информатика  
(наименование профиля для бакалавриата)

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой  
д.п.н., профессор Пак Н.И.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия, инициалы)

(дата, подпись)

Руководитель  
к.ф.-м.н., доцент кафедры ИиИТвО  
Романов Д. В.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия, инициалы)

Дата защиты

Обучающийся Охальников Д.А.

(фамилия, инициалы)

(дата, подпись)

Оценка

(прописью)

Красноярск 2017

## Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Теоретические аспекты проектирования и сборки арифметико-логического устройства. ....	6
1.1. Теоретические основы информатики и архитектура фон Неймана в школьном курсе предмета «Информатика и ИКТ».....	6
1.2 Основные теоретические принципы функционирования арифметико-логического устройства из электромагнитных реле .....	15
1.3 Сборка арифметико-логического устройства как метод систематизации знаний в старшей школе.....	27
Выводы по главе 1.....	37
Глава 2. Методическое обеспечение элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле».....	38
2.1 Дидактические принципы, цель и содержание программы элективного курса .....	38
2.2 Методы, приемы, формы и средства обучения в рамках элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле» .....	43
2.3 Методы и формы контроля результатов обучения.....	51
Выводы по главе 2.....	56
Заключение .....	57
Библиографический список .....	58

## Введение

Современная школа и ее образовательная программа – это результат длительных изменений, модернизаций и реформаций, которые в итоге привели предметное содержание к тому виду, который существует сегодня. Многообразие предметных циклов, методических методов, форм и средств обучения позволяет ученику стать, согласно федеральному государственному образовательному стандарту, креативной и критически мыслящей, активно и целенаправленно познающей мир, осознающей ценность образования и науки, способной осуществлять учебно-исследовательскую, проектную и информационно-познавательную деятельность личностью [15]. Однако, зачастую, образовательная программа даже взаимосвязанных между собой предметов не имеет точек соприкосновения. Многие элементы школьных курсов содержат фрагменты таких будущих дисциплин, как «теоретические основы информатики» (кодирование, арифметико-логические устройства, Булева алгебра), «архитектура ПК», «физика», которые даются в профильных классах старшей школы независимо и, нередко, в достаточно слабо интегрированном между собой виде. Абстрактный характер и большой объём информации внутри многих из этих дисциплин приводит к тому, что мотивация ученика при их изучении падает, и первыми страдают межпредметные связи — ученик не способен успешно и творчески применять полученные знания на занятиях другими предметами или в реальной жизни благодаря блокирующим дефицитам, вызванным плохой успеваемостью по теме или предмету.

Анализируя состояние системы образования в старших классах в области подготовки по предметам физики и информатики, мы можем выделить некоторые *противоречия*:

1) между *взаимосвязанным содержанием* современных образовательных программ в области физики и информатики и *недостаточной интеграцией* предметных областей между собой;

2) между *фундаментальной ценностью* предметов научно-технического цикла и *недостаточным уровнем практической ценности* таких знаний;

3) между *возможностью* формирования интереса к изучению предметов научно-технического цикла и *отсутствием методов и способов*, обеспечивающих получение практически применимых знаний в этой области;

Выделенные противоречия позволяют сформулировать ***проблему исследования***: какой должна быть методика систематизации знаний в области предметов научно-технического цикла, обеспечивающая актуализацию межпредметных связей, а также продуктивно – творческий уровень усвоения материала.

***Объект исследования***: процесс обучения информатике, физике и математике в профильной школе.

***Предмет исследования***: содержание и использование межпредметных связей при изучении школьного курса информатики, физики, математики с практическим применением изучаемых дисциплин.

Проблема, объект и предмет исследования определяют ***цель исследования***: восстановить мотивацию и глубину понимания учеником места и роли изучаемых школьных дисциплин благодаря интенсивному использованию межпредметных связей (школьные курсы информатики, физики, математики) при ознакомлении школьника с процессом творческого инженерного поиска при решении реальных практически значимых современных задач своими силами.

***Актуальность*** обусловлена тем, что научный прогресс развивается непрерывно из за чего появилось множество дисциплин на стыке наук таких как: биоинформатика, машинное обучение, робототехника. Выросло количество предметов, которые необходимо знать, чтобы быть квалифицированным специалистом. Рост объема знаний сопровождается сокращением часов и поэтому качество преподавания падает, а сами знания

становятся фрагментированными и владение большинством смежных предметов упал ниже продуктивно – творческого.

В соответствии с выделенными проблемой, объектом, предметом и поставленной целью исследования была сформулирована **гипотеза исследования**: если в рамках самостоятельной работы школьники будут осознанно и творчески использовать сразу несколько обязательных школьных дисциплин, это заметно повысит успеваемость по всем задействованным дисциплинам, улучшит долговременное запоминание и понимание изучаемого материала благодаря осознанию реального места и роли дисциплин.

Цель, предмет и гипотеза исследования определили его **ведущие задачи**:

1. Изучить литературу по аспектам теоретических основ информатики, имеющих отражение в рамках школьного курса предмета «Информатика и ИКТ»;
2. Изучить литературу по аспектам физики в школьном курсе, которые могут быть интегрируемы в программу предмета «Информатика и ИКТ»;
3. Выделить ключевые особенности курсов, которые могут стать основой для разработки элективного курса в старшей школе «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле»;
4. Разработать программу элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле»;
5. Разработать методическое обеспечение элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле», позволяющее систематизировать знания обучающихся по предметам научно-технического цикла.

# **Глава 1. Теоретические аспекты проектирования и сборки арифметико-логического устройства.**

## **1.1. Теоретические основы информатики и архитектура фон Неймана в школьном курсе предмета «Информатика и ИКТ»**

Предмет «Информатика и ИКТ» имеет в школе не большой исторический стаж, так как был введен значительно позже основных предметов школьной программы, таких как, например физика или алгебра. Впервые курс информатики в школе был введен в 1985 году и имел название «Основы информатики и вычислительной техники». С течением времени, название изменялось и естественным образом словосочетание «основы вычислительной техники» было отброшено. Параллельно этому происходили трансформации, связанные с развитием и совершенствованием техники. Первоначально, на ранних этапах преподавания курса, технический инструментарий был представлен маломощными образцами, что коренным образом отражалось на программном обеспечении. Обращение с техникой требовало наличия специфичных знаний и умений, неактуальных в настоящее время, по причине введения «дружелюбного» (user-friendly) интерфейса. Результатом этого стало ослабленное внимание к содержанию вычислительной техники в силу увеличения значимости владения программными средствами. Это коснулось и системы образования, возник тезис о том, что понимание основ вычислительной техники перестало быть значимым и актуальным, а для полноценного использования компьютера достаточно поверхностного понимания механизма взаимодействия с программной оболочкой. Однако, очевидно, что целиком отходить от формирования представления о логике работы компьютера – это совершать сложно исправимую в дальнейшем ошибку, которая повлечет за собой в будущем появление слабо компетентных в фундаментальном плане специалистов. Питер Нортона писал: «Знать, как он (компьютер) работает, не менее важно, чем уметь работать с ним. Вы можете вполне успешно

пользоваться услугами компьютера, не понимая того, что в нем происходит. Однако чем глубже вы представляете процессы, происходящие в ПК, тем лучше будете использовать его возможности... Если что-нибудь случится в процессе работы с компьютером, вероятность того, что вы примете правильное решение, а не наделаете глупостей и не испортите все окончательно, будет выше» [9].

Помимо общетехнических аргументов, стоит учитывать и педагогические. Курс информатики, вне зависимости от его названия, как и любая учебная дисциплина, должен быть системен и иметь конкретную внутреннюю логику, что в совокупности требует наличие в программе рассмотрения базовых принципов функционирования компьютера, без которых неизбежен процесс «распада» единства курса. Взаимосвязь представлений об аппаратной и программной частях нередко теряется, ученики не понимают необходимости изучения сложного, глубоко научного содержания, а значит, снижается мотивация, желание и потребность в новых знаниях. Многие сертифицированные учебники дают описание логических элементов отдельно от остального материала, тогда как при системном подходе, это является неотъемлемой частью представлений о работе компьютера.

Содержательная линия «Компьютер» так же неразрывно связана с остальной программой курса, многие ее темы связаны с устройством техники и базируются на них (такие как файловая система, программное обеспечение, графика и другие). Даже линия «Социальная информатика» теряет значительную часть содержания, если преподается в отрыве от базовых принципов функционирования компьютера. Уже сейчас существует опасность недостаточно тщательного проектирования, написания и тестирования программ, ошибочного ввода параметров, вредоносных вставок в программное обеспечение и несанкционированного доступа к данным — все это может привести к реальной катастрофе по причине крайней

автоматизации многих процессов. В статье Сергея Бобровского в журнале «PCWeek» приводится следующий весьма показательный пример: использовавшаяся ранее в Канаде и США система радиационной терапии Therac-25 генерировала сверхдозы облучения, в результате чего в середине 1980-х годов погибло несколько человек [3]. Причиной трагедии стала использовавшаяся в системе самодельная операционная система, которая при некоторых обстоятельствах некорректно синхронизировала процессы. Несмотря на чрезвычайные успехи в автоматизации человеческой деятельности, согласно выражению Станислава Лема, «мышление людей так ужасающе отличается от мышления автоматов». Не стоит полагать, что интуитивный пользовательский интерфейс и личный опыт может обеспечить понимание логики компьютера.

Начиная с середины 60-х годов подход к созданию вычислительных машин начал разительно меняться. Вместо разработки аппаратуры и средств математического обеспечения стала проектироваться система, состоящая из синтеза аппаратных (hardware) и программных (software) средств. Так возникло понятие архитектура ЭВМ.

Под термином «архитектура ЭВМ» принято понимать совокупность общих принципов организации аппаратно-программных средств и их основных характеристик, определяющая функциональные возможности вычислительной машины при решении соответствующих типов задач [13].

Архитектура ЭВМ целостно охватывает обширный список проблем, связанных с созданием комплекса аппаратных и программных средств, учитывая при этом огромное количество факторов. К таким факторам относятся: функциональные возможности, сфера применения, удобство в эксплуатации, стоимость, а одним из основных компонентов архитектуры считаются аппаратные средства.



Архитектура вычислительного средства не тождественна структуре, так как вторая определяет текущий состав на конкретном уровне детализации и в большей мере описывает связи внутри средства. В свою очередь архитектура характеризует основные правила взаимодействия составных элементов вычислительного средства, где описание которых выполняется в мере, необходимой для создания правил взаимодействия. Она устанавливает не все связи, а необходимые, которые должны быть известны для более грамотного использования средства.

Исходя из вышесказанного, пользователю ЭВМ в целом не важно, каким образом реализованы электронные схемы или, например, как именно исполняются команды. Архитектура ЭВМ действительно отражает, в первую очередь, спектр проблем, относящихся к проектированию и построению вычислительных машин и, соответственно, их программного обеспечения.

Архитектура ЭВМ включает в себя не только структуру, которая отражает состав персонального компьютера, но и программно-математическое обеспечение. Структура ЭВМ – это совокупность элементов и связей между ними, а основным принципом построения современных ЭВМ является программное управление.

Основы учения об архитектуре вычислительных машин были заложены Джоном фон Нейманом. Совокупность этих принципов породила классическую (так называемую фон-неймановскую) архитектуру ЭВМ.

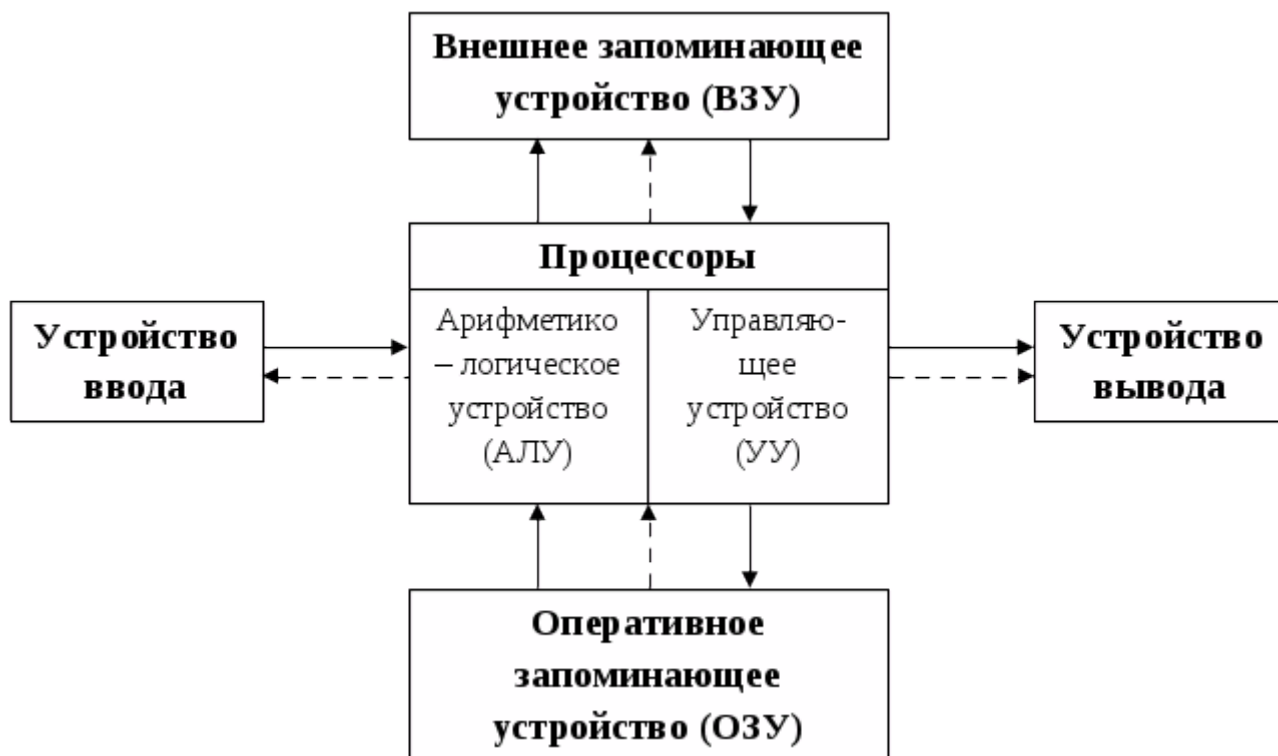
Джон фон Нейман – американский математик, который внес принципиальный вклад в создание первых ЭВМ и процесс разработки методов их применения. Именно им были заложены основные положения учения об архитектуре вычислительных машин. Подключившись к созданию первой в мире ламповой ЭВМ ENIAC (1944 год), совместно с Г.Голдстайном и А.Берксом, была высказана идея о принципиально новой ЭВМ. В 1946 году ученые изложили, в ставшей позже основополагающей статье

«Предварительное рассмотрение логической конструкции электронно-вычислительного устройства» [2]., общие принципы построения вычислительных машин. Несмотря на то, что с момента публикации статьи прошло более полувека, положения, представленные в ней, актуальны и сегодня. В статье раскрывается эффективность использования двоичной системы для представления чисел, по сравнению с ранее действующей системой хранения обрабатываемых чисел в десятичном виде. Было продемонстрировано преимущество двоичной системы для технической реализации, ее удобство и простоту исполнения в ней арифметических и логических операций. Через время ЭВМ стали обрабатывать и нечисловые виды информации, однако двоичное кодирование по-прежнему является информационной основой абсолютного большинства современных компьютеров.

Кроме двоичной системы, так же был предложен принцип «хранимой программы», суть которого заключается в том, что программа не задается путем установки переключателей на коммутационной панели, что требовало огромных трудозатрат (для изменения программы машины ENIAC требовалось несколько дней), а может храниться в виде набора нулей и единиц, причем в той же самой памяти, что и обрабатываемые ею числа. Данный принцип позволил ЭВМ самой формировать для себя программу в соответствии с результатами вычислений, что являлось принципиально новым подходом на тот момент.

Джоном фон Нейманом были выдвинуты не только основополагающие принципы логического устройства ЭВМ, но и сформулированы конкретные предложения ее структуры, которые позднее воспроизводилась в течение первых двух поколений ЭВМ. Основными блоками, согласно фон Нейману, являются устройство управления (УУ) и арифметико-логическое устройство (АЛУ), которые обычно объединяются в центральный процессор, со входящим в него набором регистров общего назначения (РОН)

предназначение которых – промежуточное хранение информации в процессе обработки; память, внешняя память, устройства ввода и вывода (рис. 1.). Внешняя память, в свою очередь, отличается от устройств ввода и вывода в первую очередь тем, что заносимые данные имеют вид, удобный машине, но неадаптированный для восприятия человеком.



*Рис. 1. Архитектура ЭВМ, согласно принципам фон Неймана.*

Сплошные стрелки указывают направление потоков информации, пунктирные же – управляющих сигналов.

Данные и программы с помощью устройства ввода попадают через АЛУ в память; все команды программы автоматически записываются в смежные ячейки памяти, тогда как данные, предназначенные для обработки, могут содержаться в произвольных ячейках. Последняя команда любой программы должна быть командой завершения работы.

Команда структурно состоит из указания на операцию, которую необходимо выполнить и адресов ячеек памяти, с хранимыми данными, с

которыми выполняются операции и адреса ячеек, куда будет записан результат при необходимости сохранении его в запоминающем устройстве. Далее, АЛУ выполняет необходимые операции над полученными данными, и результаты выводятся через устройство вывода или в память.

Управляющее устройство, как следует из названия, управляет составляющими компьютера. С его помощью на остальные устройства поступают сигналы, содержащие команды, тогда как остальные устройства предоставляют УУ информацию о состоянии. В его составе содержится регистр, называемый «счетчиком команд». Непосредственно после загрузки данных и программы в память, адрес первой команды программы будет записан в счетчик команд, тогда как управляющее устройство считывает из памяти содержимое ячейки памяти, адрес которой находится в счетчике команд, и поместит его в регистр команд. Управляющим устройством определяется операция команды, которая отмечает в памяти данные, чьи адреса были указаны и контролируется выполнение команды.

Арифметико-логическое устройство обеспечивает обработку двух переменных, результатом чего становится формируемая выходная переменная. Функционал АЛУ сводится к операциям сдвига и простым логическим и арифметическим операциям, и формированию ряда признаков флагов, которые характеризуются полученным результатом и событиями, произошедшими в результате его получения (таким как: четность, знак, переполнение, равенство нулю). Управляющее устройство анализирует флаги для принятия дальнейшего решения о необходимой последовательности выполнения команд.

Результатом выполнения команды становится изменение счетчика команд на единицу и указанием на следующую команду. Если требуется выполнение команды, которая не следует по порядку за текущей, а

находящейся от нее на некоторое количество адресов, то специализированная команда содержит адрес, куда передается управление.

Обобщив вышесказанную информацию, можно конкретизировать принципы, предложенные фон Нейманом:

- **Принцип двоичного кодирования.** Для представления данных и команд используется двоичная система счисления.
- **Принцип однородности памяти.** Как программы (команды), так и данные хранятся в одной и той же памяти (и кодируются в одной и той же системе счисления — чаще всего двоичной). Над командами можно выполнять такие же действия, как и над данными.
- **Принцип адресуемости памяти.** Структурно основная память состоит из пронумерованных ячеек; процессору в произвольный момент времени доступна любая ячейка.
- **Принцип последовательного программного управления.** Все команды располагаются в памяти и выполняются последовательно, одна после завершения другой.
- **Принцип условного перехода.** Команды из программы не всегда выполняются одна за другой. Возможно присутствие в программе команд условного перехода, которые изменяют последовательность выполнения команд в зависимости от значений данных. (Сам принцип был сформулирован задолго до Джона фон Неймана Адой Лавлейс и Чарльзом Бэббиджем, однако он логически включен в фон-неймановский набор как дополняющий предыдущий принцип.)

В целом, фон Нейманом был внесен огромный вклад в развитие первых ЭВМ и, особенно, разработку методов применения. Разработанные основы архитектуры вычислительных устройств получили общепринятое название «фон-неймановской архитектуры» в силу своей фундаментальности. Принципы разработанной архитектуры повсеместно распространены и по сей

день, за исключением отдельных разновидностей систем параллельных вычислений, где отсутствует счетчик команд, т.е. привычная концепция переменной не реализована. Примерами таких систем могут служить машины, построенные на потоковых и редуционных принципах.

Современные устройства имеют интегрированную систему – УУ и АЛУ представляют собой единый блок, преобразовывающий информацию от памяти и внешних устройств – процессор. Так же и имеет некоторые отличия современное запоминающее устройство, которое хранит в себе программы и информацию – оно «многоярусно», включает в себя оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) и внешнее запоминающее устройство (ВЗУ). Оба устройства решают схожую задачу, но имеют разную направленность: ОЗУ хранит информацию, которая актуальна конкретно в настоящее время работы компьютера, например исполняемая программы и ее данные, в то время как ВЗУ содержит в себе всю остальную информационную часть. ВЗУ характеризуется объемами, многократно превышающими объемы ОЗУ, но с гораздо более медленной скоростью доступа. Кроме вышеуказанных запоминающих устройств существуют еще сверхоперативные и постоянные запоминающие устройства (СОЗУ и ПЗУ соответственно), а так же иные подвиды памяти, которые в силу меньшей распространенности рассматриваться в рамках данной работы не будут.

Теперь, когда общие положения фон-неймановской архитектуры подробно рассмотрены, перейдем конкретно к принципам функционирования арифметико-логического устройства, которые являются содержательно важными для данной работы.

## **1.2 Основные теоретические принципы функционирования арифметико-логического устройства из электромагнитных реле**

Базовым понятием заявленной темы является понятие «реле». Реле - это электромагнитное переключающее устройство, которое регулирует работу управляемых объектов при поступлении некоторого значения сигнала. Электрическая цепь, которую регулируют при помощи реле, называют управляемой, а цепь, по которой идет сигнал к устройству – соответственно управляющей.

Реле выступает, своего рода, усилителем сигнала, так как при помощи небольшой подачи электричества на устройство, замыкается более мощная цепь. Чаще всего различают реле, работающие от постоянного тока и переменного. Устройство переменного тока срабатывает при прохождении входного сигнала определенной частоты. Реле постоянного тока могут приходиться в рабочее состояние при одностороннем протекании тока (поляризованные), и при движении электричества в двух направлениях (нейтральные).

Наиболее простая схема устройства реле состоит из якоря, магнитов и соединяющих элементов. Во время подачи тока на электромагнит, он замыкает якорь с контактом, в результате чего цепь замыкается. В свою очередь, когда ток становится меньше определенной величины, якорь под действием давящей силы пружины возвращается в первоначальное положение и цепь размыкается. Наряду с основными элементами, указанными выше, в состав реле могут входить резисторы (для более точной работы устройства) и конденсаторы, которые в свою очередь обеспечивают дополнительную защиту от искрения и скачков напряжения.

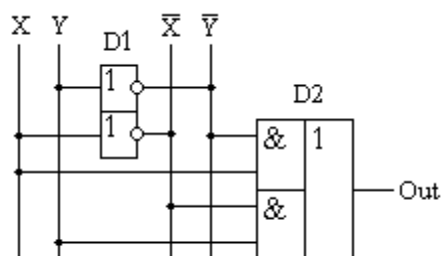
Выделив общее понятие, перейдем к более конкретным областям применения реле – функционирование арифметико-логического устройства.

Основным блоком арифметико-логического устройства, являются двоичные сумматоры, которые позволяют суммировать два двоичных числа. При сравнении вычислительной мощности процессоров одной из важных характеристик является разрядность сумматора, входящего в их состав. Построение двоичных сумматоров обычно начинается с сумматора по модулю 2, чья таблица истинности приведена на рисунке 2. Получить ее не трудно, используя классические правила суммирования в двоичной арифметике.

X	Y	Out
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

*Рис. 2. Таблица истинности сумматора по модулю 2.*

В соответствии с принципами построения произвольной таблицы истинности, получим схему сумматора по модулю 2 (рис. 3).



*Рис. 3. Принципиальная схема сумматора по модулю 2.*

Сумматор по модулю 2 (в случае двоичной арифметики его схема совпадает со схемой "ИЛИ") изображается на схемах так, как показано на рисунке 4.



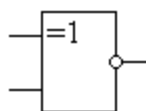


Рис. 4. Условное графическое изображение схемы "ИЛИ".

Сумматор по модулю 2 выполняет суммирование без учета переноса, в случае его необходимости учета, требуется схема, позволяющая формировать перенос в следующий двоичный разряд. Такая схема называется полусумматором и его таблица истинности приведена на рисунке 5. Так же, согласно принципам построения произвольной таблицы истинности получим схему полусумматора (рис. 6), изображаемого на схемах как показано на рисунке 7.

A	B	S	PO
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Рис. 5. Таблица истинности полусумматора.

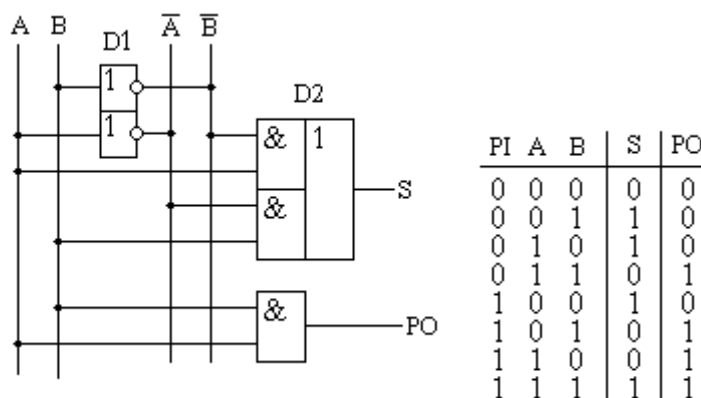


Рис. 6. Принципиальная схема, реализующая таблицу истинности полусумматора.

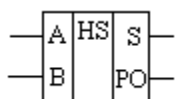


Рис. 7. Изображение полусумматора на схемах.

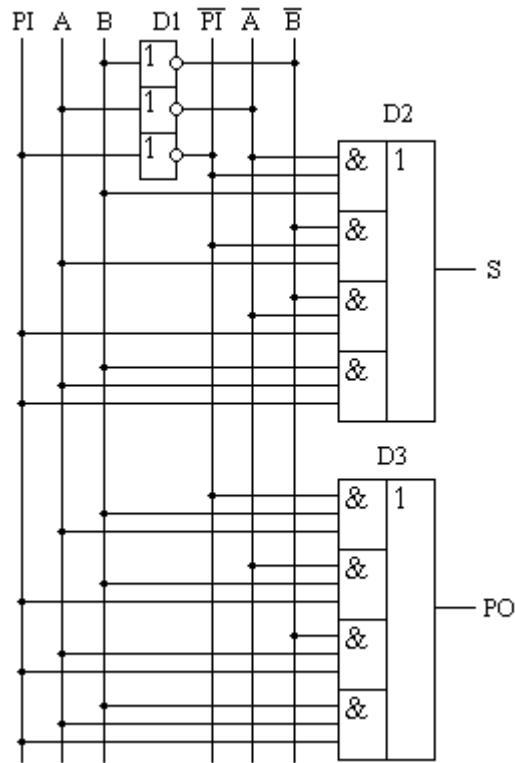
Схема полусумматора формирует перенос в следующий разряд, но не может учитывать перенос из предыдущего разряда, поэтому она и называется

полусумматором. Таблицу истинности полного двоичного одноразрядного сумматора можно получить из правил суммирования двоичных чисел. Она приведена на рисунке 8. В обозначении входов использовано следующее правило: в качестве входов использованы одноразрядные числа А и В; перенос обозначен буквой Р; для обозначения входа переноса используется буква I (сокращение от английского слова input — вход); для обозначения выхода переноса используется буква O (сокращение от английского слова output — выход).

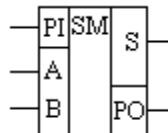
PI	A	B	S	PO
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

*Рисунок 8. Таблица истинности полного двоичного одноразрядного сумматора*

В соответствии с принципами построения принципиальной схемы по произвольной таблице истинности получим схему полного двоичного одноразрядного сумматора. Эта схема приведена на рисунке 9. Ее можно минимизировать, но это несколько усложняет принципы построения сумматоров, поэтому вопросы минимизации рассматриваться не будут.

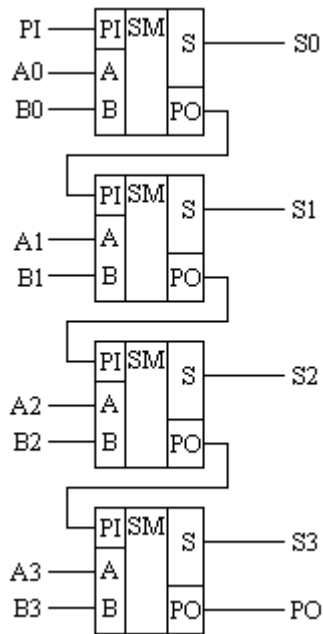


Полный двоичный одноразрядный сумматор изображается на схемах как показано на рисунке 10.



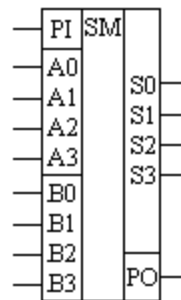
*Рис. 10. Условно-графическое изображение полного двоичного одноразрядного сумматора*

Для того чтобы получить многоразрядный сумматор, достаточно соединить входы и выходы переносов соответствующих двоичных разрядов. Схема соединения одноразрядных сумматоров для реализации четырехразрядного сумматора приведена на рисунке 11.



*Рис. 11. Принципиальная схема многоразрядного двоичного сумматора*

Одноразрядные сумматоры практически никогда не использовались, так как почти сразу же были выпущены микросхемы многоразрядных сумматоров. Полный двоичный четырехразрядный сумматор изображается на схемах как показано на рисунке 12.



*Рисунок 12. Условно-графическое изображение полного двоичного многоразрядного сумматора*

Естественно, в приведенной на рисунке 11 схеме рассматриваются только принципы работы двоичных сумматоров. В реальных схемах никогда не допускают последовательного распространения переноса через все разряды многоразрядного сумматора. Для увеличения скорости работы двоичного сумматора применяется отдельная схема формирования переносов

для каждого двоичного разряда. Таблицу истинности для такой схемы легко получить из алгоритма суммирования двоичных чисел, а затем применить хорошо известные принципы построения цифровой схемы по произвольной таблице истинности.

Кроме операции суммирования часто требуется осуществлять вычитание двоичных кодов. Двоичные коды, при помощи которых можно записывать отрицательные числа уже рассматривались ранее. Там же было показано, что при использовании дополнительных кодов операцию вычитания двух положительных чисел можно заменить операцией суммирования положительного и отрицательного числа, при этом получение отрицательного числа из положительного числа является элементарной операцией. Для этого необходимо проинвертировать число и прибавить к нему 1.

Схема вычитателя числа А из числа В приведена на рисунке 13, а схема вычитателя числа В из числа А приведена на рисунке 14.

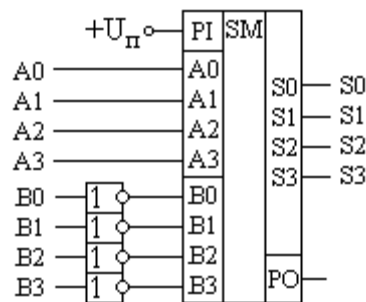


Рисунок 13. Схема вычитателя  $A - B$

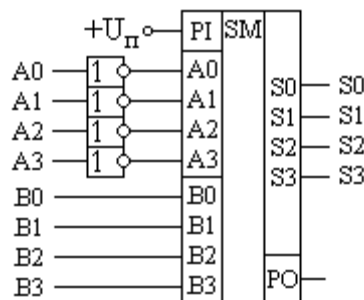


Рисунок 14. Схема вычитателя  $B - A$

В данных схемах инвертирование числа производится блоком логических инверторов, а прибавление единицы производится подачей питания на вход переноса сумматора PI. Если же потребуется в процессе вычислений изменять арифметическую операцию, то в схему вычислительного устройства можно ввести коммутатор (мультиплексор). Такая схема арифметического устройства приведена на рисунке 15.

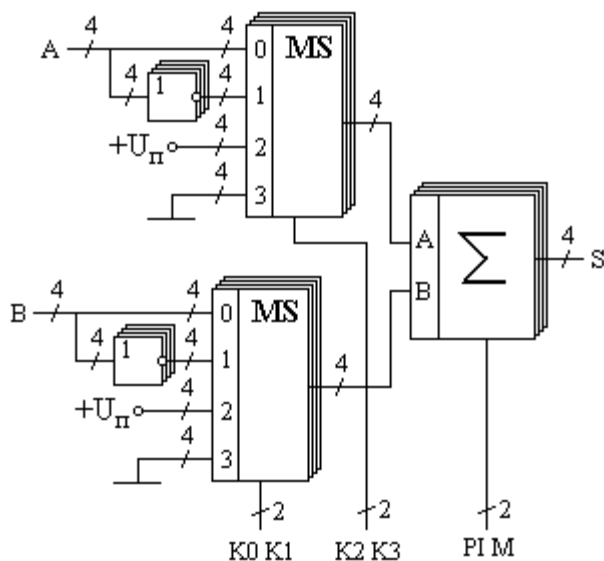


Рисунок 15. Структурная схема арифметического устройства.

В приведённой на рисунке 15 схеме используются четырёхвходовые мультиплексоры, для управления каждым из которых достаточно двух бит. То есть для управления всей схемой в целом достаточно четырёх проводов управления. Попробуем построить таблицу операций, которые будет выполнять арифметико-логическое устройство (АЛУ), схема которого приведена на рисунке 15. На результат операции будет влиять вход переноса сумматора PI, поэтому этот вход тоже включим в состав кода, управляющего схемой АЛУ. Операции, которые выполняются арифметической схемой в зависимости от поданного на управляющие линии кода, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Коды математических операций арифметического устройства

Номер строки	Управляющий код					Выполняемая операция
	К0	К1	К2	К3	PI	
0	0	0	0	0	0	$S = A + B$
1	0	0	0	0	1	$S = A + B + 1$
2	0	0	0	1	0	$S = B - A - 1$
3	0	0	0	1	1	$S = B - A$
4	0	0	1	0	0	$S = B - 1$
5	0	0	1	0	1	$S = B$
6	0	0	1	1	0	$S = B$
7	0	0	1	1	1	$S = B + 1$
8	0	1	0	0	0	$S = A - B - 1$
9	0	1	0	0	1	$S = A - B$
10	0	1	0	1	0	$S = -A - B - 2$
11	0	1	0	1	1	$S = -A - B - 1$
12	0	1	1	0	0	$S = -B - 2$
13	0	1	1	0	1	$S = -B - 1$
14	0	1	1	1	0	$S = -B - 1$
15	0	1	1	1	1	$S = -B$
16	1	0	0	0	0	$S = A - 1$
17	1	0	0	0	1	$S = A$
18	1	0	0	1	0	$S = -A - 2$
19	1	0	0	1	1	$S = -A - 1$
20	1	0	1	0	0	$S = -2$
21	1	0	1	0	1	$S = -1$
22	1	0	1	1	0	$S = -1$
23	1	0	1	1	1	$S = 0$
24	1	1	0	0	0	$S = A$
25	1	1	0	0	1	$S = A + 1$
26	1	1	0	1	0	$S = -A - 1$

27	1	1	0	1	1	$S = -A$
28	1	1	1	0	0	$S = -1$
29	1	1	1	0	1	$S = 0$
30	1	1	1	1	0	$S = 0$
31	1	1	1	1	1	$S = +1$

Проанализируем эту таблицу. Если на все управляющие входы подать низкий потенциал (Управляющий код равен 0000), то к входу сумматора будут подключены коды А и В без инверсии. В этом случае будет производиться операция суммирования. Эта ситуация отображена первыми двумя строками таблицы выполняемых операций. Операция вычитания осуществляется второй, третьей, восьмой и девятой строкой. В этом случае один из операндов поступает на вход сумматора через блок инверторов. Правда для получения дополнительного кода не хватает единицы, но её можно подать на вход переноса сумматора  $P_1$ . Ещё одной часто используемой операцией является увеличение числа на единицу или уменьшение числа на единицу. Эти операции позволяют легко организовывать циклы в программе и переходить от предыдущего операнда к следующему. Такие операции могут быть выполнены при помощи кодов, записанных в строках четыре, семь, шестнадцать и двадцать пять. Кроме того, схема арифметического устройства может просто передавать на выход любой из входных кодов без изменения, что позволяет осуществлять копирование данных (суммирование с константой ноль) через это устройство без дополнительных схем коммутации.

При небольшом изменении схемы такое устройство может быть преобразовано в схему, которая позволяет осуществлять не только арифметические, но и логические операции. Для этого нужно ввести дополнительный коммутатор, который будет разрывать цепи переноса между разрядами. Эта управляющая цепь обычно называется М. Подобная схема



реализована в микросхеме АЛУ К155ИПЗ (иностранный аналог 74181). Ее внутренняя схема приведена на рисунке 16.

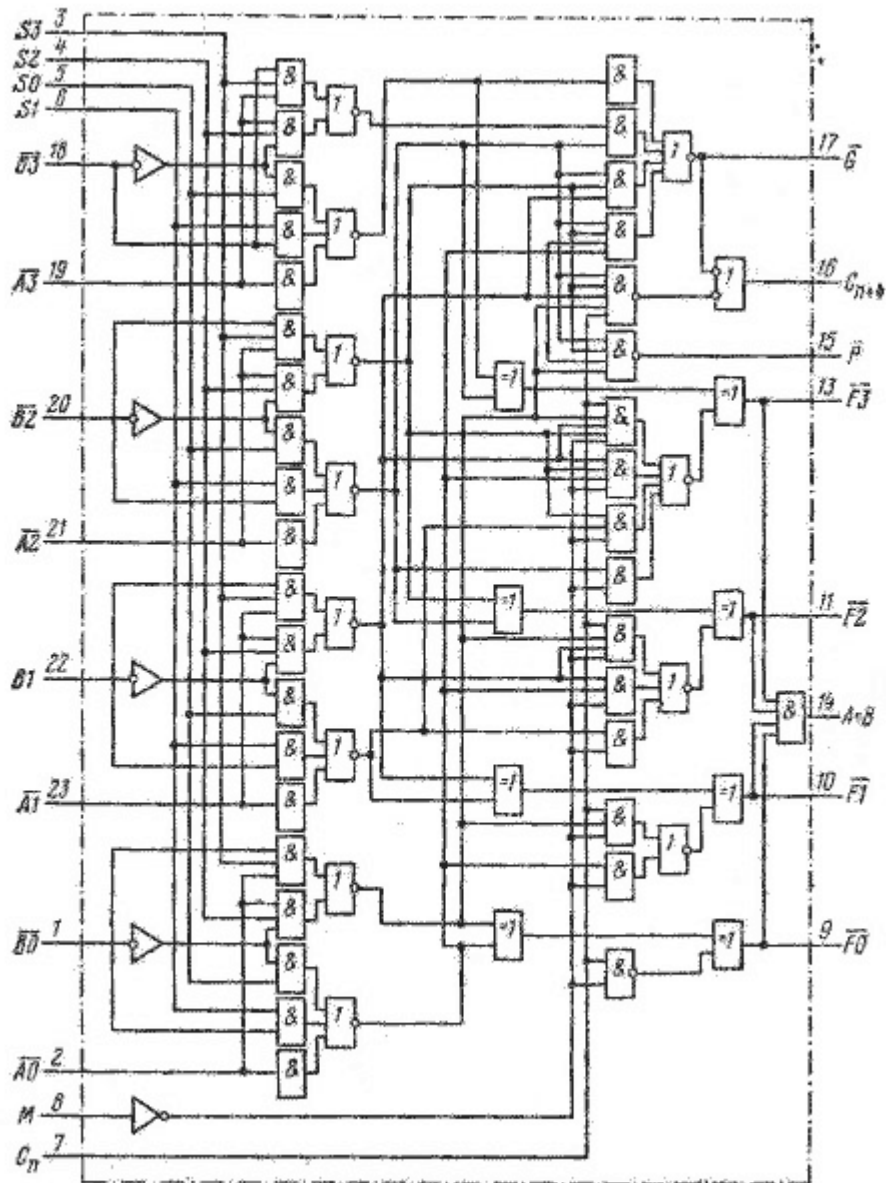


Рисунок 16. Схема арифметико-логического устройства (АЛУ) К155ИПЗ

Подчеркнём основную особенность полученного устройства. Арифметико-логические устройства позволяют выбирать вид выполняемой операции при помощи кода, подаваемого на специальные выходы микросхемы. Это позволяет программировать одно и то же устройство для выполнения различных функций. Разработка такого устройства позволило обменивать большую скорость выполнения отдельных операций на

сложность реализуемого алгоритма, что, в конце концов, привело к разработке микропроцессорных систем.

### **1.3 Сборка арифметико-логического устройства как метод систематизации знаний в старшей школе**

В школьных условиях систематизация представляет один из видов учебной деятельности учителя и учащихся, результат которой – овладение учащимися системой знаний. Осуществлять эту деятельность должны учащиеся, а организовывать и направлять – учитель, так как система знаний будет полезна учащимся только в том случае, если построят они ее сами, а не получают готовой.

Систематизация знаний является одним из наиболее эффективных механизмов их закрепления. Учитывая то, что система представляет собой множество элементов, находящихся в отношениях и осмысленных связях друг с другом, которое образует определенную целостность и единство, стоит отметить, что в процессе построения системы знаний необходимо контролировать процесс установления связи между элементами из некоторой общей совокупности знаний.

В подтверждение того, что систематизация не может осуществляться без выделения связей между объектами, которые преобразуют множество изучаемых объектов в систему, высказывается Ю.А. Самарина [12]: «Если знания школьника представляют собой ассоциации, замкнутые в пределах соответствующих параграфов и глав учебника, то есть остаются частно-системными ассоциациями, и не устанавливаются те связи (ассоциации), которые дают возможность соотнести изучаемые знания друг с другом внутри данного учебного предмета, то мы не можем говорить об эффективности учебно-воспитательного процесса».

Осуществление систематизации невозможно без использования специальных приемов и задействования мыслительных операций, таких как аналогия, обобщение, классификация и структурирование.

Необходимо отметить, что урок систематизации и обобщения знания по федеральному государственному образовательному стандарту (ФГОС) является сравнительно молодым типом урока, и зачастую проводится его, используя традиционные методы обучения. В настоящее время необходимо осуществлять переход от информационно – объяснительных методов обучения к деятельностным, практическим, развивающим методам. Формирование и развитие личности в процессе обучения должно быть построено через организацию деятельности, где в центре находится сам обучающийся – его мотивы, потребности, цели и способности. Современные методы обучения должны совершать переход от традиционного обучения (услышал – запомнил – пересказал) к схеме «познал путем поиска – осмыслил – запомнил – оформил свою мысль – применил полученные знания в жизни».

Сравним традиционный тип урока повторения-обобщения с современным уроком обобщения и систематизации знаний по некоторым признакам.

*Таблица 2. Сравнение традиционного и современного урока, направленного на систематизацию знаний*

№	Сравниваемые признаки	Традиционный урок повторения-обобщения	Современный урок обобщения и систематизации знаний
1	Учебные цели урока	1) повторить и закрепить пройденный материал; 2) обобщить учебный материал в том или ином систематизированном виде.	1) актуализировать знания учащихся; 2) углубить полученные знания; 3) обобщить знания; 4) систематизировать прикладные и фундаментальные

			знания.
2	Развивающие цели урока	<p>Развить умения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) группировать объекты;</li> <li>2) выделять сходства и различия между ними;</li> <li>3) приводить знания в систему.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) устанавливать связи внутри физических понятий, теорий, законов, физической картины мира;</li> <li>2) выделять существенные признаки изучаемых явлений, понятий;</li> <li>3) устанавливать причинно-следственные связи между ними.</li> </ol>
3	В основе систематизации	Изучение учебного материала с последующим заполнением таблиц и составлением схем.	Решение задач и анализ полученных результатов, выраженный в виде классификации и выводов.
4	Способ представления знаний	Знание представляется в рядоположенном перечне элементов изучаемого материала.	Знание представляется в соответствии с его познавательным значением.
5	Форма работы на уроке	Обзорные лекции, уроки-семинары.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) итоговые беседы;</li> <li>2) семинарские занятия обобщающего характера;</li> </ol>

			3) уроки-конференции; 4) просмотр учебных и научно-популярных фильмов; 5) круглый стол;
6	Форма обучения	Информационно-объяснительное обучение.	Деятельностное, развивающее обучение.
7	Время организации урока	В конце изучения темы или раздела курса.	На любом этапе изучения темы.

При анализе данной таблицы можно выделить преимущества современного урока, что свидетельствует о необходимости пересмотра традиционных методов обучения.

Урок систематизации и обобщения, построенный в современной концепции образования требует тщательной подготовки материала и содержания занятия учителем. Для достижения высоких результатов и качественного повышения эффективности работы учащихся, необходимо технологично разработать структуру урока и его результативно-целевую модель. Конкретизация ожидаемых результатов деятельности учащихся логичным образом приведет к ожидаемо высоким результатам образовательного процесса. Современные образовательные методы и технологии позволяют осуществлять контроль над процессом решения задач и достижения целей урока. В ходе разработки урока систематизации и обобщения знаний, необходимо отобрать и структурировать предлагаемое содержание учебного материала, а также определиться с методами и приёмами, применяемыми на уроке.

Когда речь идет об интеграционной систематизации знаний по ряду предметов (в случае данной работы – научно-технического цикла),

необходимо помнить об актуальности межпредметных связей. Межпредметные связи в процессе обучения – это конкретное выражение процессов интеграции, которые происходят в научном сообществе науке и в повседневной жизни. Переоценить важность таких связей невозможно, они выполняют центральную роль при повышении уровня научно-теоретической и практической подготовки школьников при обобщении познавательной деятельности, что в свою очередь позволяет применять полученные знания и умения на примере конкретных ситуациях

С помощью многосторонних межпредметных связей не только на качественно новом уровне решаются задачи обучения, развития и воспитания учащихся, но также закладывается фундамент для комплексного видения, подхода и решения сложных проблем реальной действительности. Именно поэтому межпредметные связи являются важным условием и результатом комплексного подхода в обучении и воспитании школьников

Понятие межпредметных связей трактуется различными авторами по-разному. В «Педагогическом словаре» [11] оно определяется как взаимная согласованность учебных программ по различным предметам. Межпредметные связи должны взаимно учитывать общее содержание предметов и положение в образовательном процессе. При целенаправленном и систематическом внедрении межпредметных связей в образовательный процесс, его структура непременно изменяется, что характеризует межпредметные связи как, своего рода, дидактический принцип, ведущий к объединению и слиянию в рамках одного предмета обобщенных знаний охватываемых областей. Это позволяет устранить существующие в системе предметов школьной программы противоречие между разрозненным содержанием целостного знания в программах различных предметов и необходимостью комплексного применения знания на практике профессиональной деятельности [11].

Интегрирование межпредметного содержания в рамках одной дидактической системы требует соответствующих действий учителя (в обучающей деятельности) и действий учащихся (в учебно-познавательной). Оба вектора деятельности имеют общие мотивы, цели, средства, содержание и результаты, однако содержание деятельности учителя и учащихся имеет различие [4].

1. На целевом этапе учитель ставит общепредметную цель. Учащиеся под руководством учителя должны осознать межпредметную сущность, осуществить отбор необходимых знаний из различных предметов, направив внимание, мысль не только на усвоение обобщенных знаний, но и на развитие умений переноса и синтеза, качеств личности, способностей и интересов.

2. На мотивационном этапе учитель стимулирует учащихся к мировоззренческим знаниям, к обобщению понятий из различных предметов.

3. На этапе содержательной стороны деятельности учитель вводит новый учебный материал, одновременно привлекая опорные знания из других предметов на уровне интеграционных фактов, понятий и комплексных проблем. Учащиеся усваивают общепредметные понятия, проблемы на уровне обобщенных знаний.

4. На этапе выбора средств учитель определяет наглядные пособия, учебники, таблицы, схемы, вопросники и задания, практические задания, способствующие обобщению знаний различных предметов. Учащиеся выполняют действия переноса, синтеза, обобщения при решении интеграционных задач с помощью наглядных пособий.

5. Следующий этап – результативный. Учитель применяет педагогические умения осуществлять интеграцию в целях образования, развития, воспитания. Учащиеся, используя системность знаний, умение обобщать, применяют знания на практике.



б. На этапе контроля учитель осуществляет взаимооценку, взаимоконтроль подготовленности учащихся по связываемым друг с другом предметам, оценивает качество усвоения. Учащиеся проявляют самооценку знаний и самоконтроль по различным предметам, а также умения их синтезировать [4].

Для того чтобы вывести наиболее правильное и информативное определение понятию «межпредметные связи», надо подвести его под другое, более широкое. Таким более широким, родовым понятием по отношению к категории «межпредметная связь» является понятие «межнаучная связь», но и первое и второе являются производными от общего родового понятия «связь» как философской категории. Отсюда становится очевидным, что «межпредметные связи» есть, прежде всего, педагогическая категория, и сущностной основой ее является связующая, объединяющая функция. Исходя из этого, можно сделать определение: межпредметные связи есть педагогическая категория для обозначения синтезирующих, интегративных отношений между объектами, явлениями и процессами реальной действительности, нашедших свое отражение в содержании, формах и методах учебно-воспитательного процесса и выполняющих образовательную, развивающую и воспитывающую функции в их ограниченном единстве [14].

Рассмотрим теперь классификацию межпредметных связей В. Н. Максимовой, так как правильная классификация, отображая закономерности развития классифицируемых понятий, глубоко вскрывает связи между ними, способствует созданию научно-практических предпосылок для реализации этих связей в учебном процессе.

*Таблица 3. Классификация межпредметных связей*

Формы межпредметных связей	Типы межпредметных связей	Виды межпредметных связей
----------------------------------	---------------------------------	---------------------------

1) По составу	1) содержательные	по фактам, понятиям законам, теориям, методам наук
	2) операционные	по формируемым навыкам, умениям и мыслительным операциям
	3) методические	по использованию педагогических методов и приемов
	4) организационные	по формам и способам организации учебно-воспитательного процесса
2) По направлению	1) Односторонние, 2) Двусторонние, 3) Многосторонние	Прямые; обратные, Или восстановительные
3) По способу взаимодействия связеобразующих элементов (многообразие вариантов связи)	1) хронологические	1) преемственные 2) синхронные 3) перспективные
	2) хронометрические	1) локальные 2) среднедействующие 3) длительно действующие

Чтобы создать дидактическую модель межпредметных связей в учебной теме, необходимо провести два структурно-логических анализа содержания учебных дисциплин: внутренний и внешний. Внутренний – это структурно-логический анализ содержания изучаемой темы на предмет выявления ее ведущих положений и основных связеобразующих элементов [14].

Внешний – это структурно-логический анализ содержания тем других дисциплин учебного плана школы с целью определения степени перекрываемости их содержания с содержанием изучаемой темы и выявление «опорных» межпредметных знаний, которые необходимо использовать, чтобы научно и всесторонне раскрыть ведущие положения изучаемой темы рассматриваемого учебного предмета.

Межпредметные связи требуют координации деятельности учителей разных предметов. Инициатива в проведении уроков, основанных на межпредметных связях, должна исходить от преподавателя, он должен выступать проводником информационной культуры в другие предметные области [14].

Воспитательный эффект обучения: позитивные изменения в сознании, чувствах и поведении ученика возможен лишь тогда, когда он занимает позицию активного субъекта познания, общения. Организуя учебную деятельность, необходимо учитывать ее структуру, взаимосвязь в ней таких компонентов, как мыслительная, умственная, познавательная, репродуктивная, творческая, художественная, практическая, оценочная, коммуникативная, речевая деятельность. Взаимодействие разных видов деятельности в процессе обучения создает благоприятные возможности для всестороннего развития способностей и потребностей ученика полноценной личности [4].

Таким образом, подходя к вопросу систематизации знаний учащихся 11 класса научно-технического профиля в научных областях, можно сделать вывод, что методика такого интеграционного занятия, должна комплексно соединять ряд тем, принципиально важных для рассматриваемых наук (физики, информатики, основ логики и т.д.), на основе точек соприкосновения содержания и методических форм преподавания такого содержания. Согласно выбранной тематике работы, актуальным становится разработка элективного курса, как методологической формы и сборка

арифметико-логического устройства их электромагнитных реле, как содержания обучения. На основе описанных ранее теоретических основ, необходимо разработать методическое сопровождение элективного курса, которое бы наиболее эффективно решало запрос систематизации знаний.

## **Выводы по главе 1**

В рамках данной главы был проведен анализ литературы по вопросам теоретических основ информатики, преподаваемых в рамках школьного предмета «Информатика и ИКТ», в частности тема «архитектура ПК», а также принципам функционирования арифметико-логического устройства; проведен анализ эффективности сборки АЛУ как средства систематизации знаний в старшей школе, по итогам чего были получены следующие результаты:

- существует прямая потребность усиления внимания к преподаванию теоретических основ информатики в рамках школьной программы;
- тема «архитектура ПК» в рамках школьной программы курса «Информатика и ИКТ» должна преподаваться в большем объеме, в том числе и за счет дополнительных образовательных механизмов;
- самостоятельная сборка арифметико-логического устройства является эффективным механизмом систематизации знаний учеников по предметным областям научно-технического цикла;
- самостоятельная сборка арифметико-логического устройства возможна в рамках дополнительного элективного курса для старших школьников научно-технического профиля обучения.

На основании этих результатов в дальнейшем будет составлена программа элективного курса, учитывающая все выделенные ранее ключевые аспекты и несущая в своем содержании положения, рассмотренные в рамках данной работы. Это позволит эффективно систематизировать имеющиеся у учеников старших классов научно-технического профиля обучения по предметным областям физики и информатики.

## **Глава 2. Методическое обеспечение элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле».**

### **2.1 Дидактические принципы, цель и содержание программы элективного курса**

Элективный курс «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле» построен на основных дидактических принципах обучения, некоторые из которых наиболее значимы именно для этого направления.

Согласно А.В. Хуторскому: «дидактические принципы обучения - это основные положения, определяющие содержание, организационные формы и методы учебного процесса в соответствии с его общими целями и закономерностями» [17].

На сегодняшний день, в разной литературе встречается довольно большое количество дидактических принципов обучения, из которых базовыми, определяющими систему целей элективного курса, были выбраны следующие:

**Принцип связи теории с практикой**, в рамках которого полученные теоретические знания сразу же применяются учеником на практике. Разобрав в теории функционирование какого-либо элемента или блока, собираемого учеником в рамках курса, появляется возможность реализовать его "в материале", тем самым, закрепив полученные знания и использовать в дальнейшем, как часть более сложной конструкции.

**Принцип сознательности и активности**, для реализации которого необходимо: приучать школьников к правильной постановке вопросов для поиска самостоятельного ответа и разрешения; выработать у учащихся

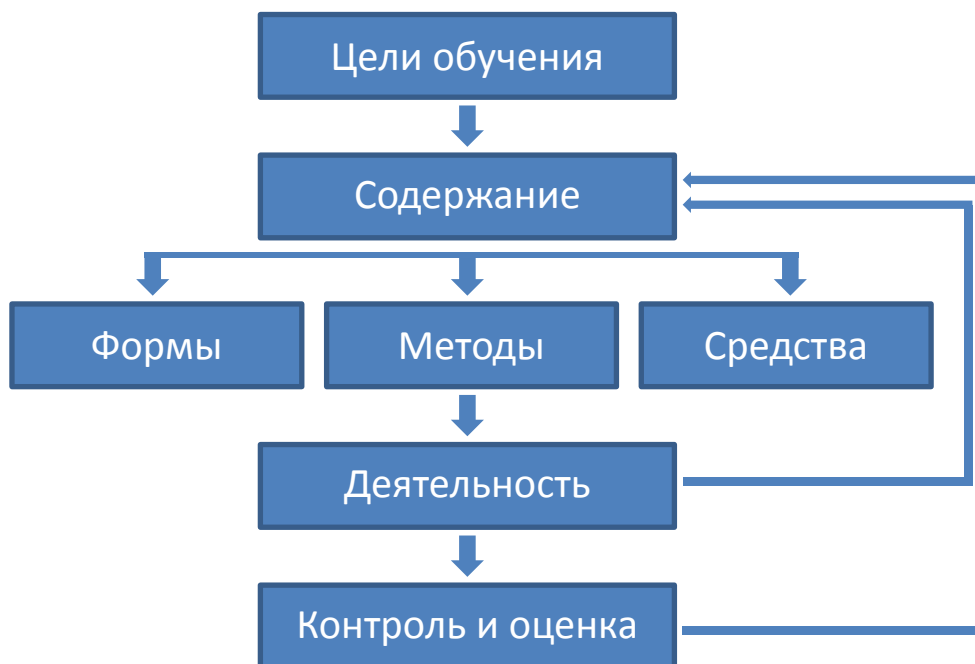
самостоятельный подход к изучаемому материалу, собственные технологии постановки и решения индивидуальных задач.

**Принцип доступности**, соответствие которому обязывает определённым образом адаптировать для учеников информационный материал, а так же, выстроить проведение практических занятий, доступно для каждого участника элективного курса.

В целом, на основании принципов к элективному курсу «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле» предъявляются следующие требования:

1. Цели и содержание элективного курса должны полностью соответствовать современному уровню научно-технического развития;
2. Учебный материал должен быть представлен в доступной для понимания учащимся форме;
3. Должны быть сформированы конкретные блоки теоретических, практических, а так же творческих заданий направленных на общую систематизацию знаний учащихся;
4. Должны применяться современные методы обучения;
5. Результаты самостоятельной деятельности детей должны использоваться для их дальнейшего обучения;
6. Стимулирование и поощрение самостоятельной исследовательской деятельности.

В целом, методику обучения детей в рамках элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле» можно представить схемой, изображенной на рис.17.



*Рис. 17. Методика обучения детей в рамках elective курса*

На основании вышеприведённых требований можно выделить следующие цели elective курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле»:

1. *Систематизация знаний* об архитектуре ПК, логических операциях в компьютерной технике, физическими принципами функционирования комплектующих ПК.

2. *Овладение умениями*

- проектирования электронных схем;
- сборки электронных схем.

3. *Применение на практике* фундаментальных научных знаний, полученных в ходе освоения образовательной программы по дисциплинам «Физика», «Информатика и ИКТ».

В целом, *назначение программы* elective курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле» можно сформулировать следующим образом: **систематизация знаний учеников 11 классов научно-технического профиля, через практико-применимые**



**задания, в ходе самостоятельной сборки арифметико-логического устройства.**

Исходя из целей и назначения программы элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле», было определено следующее его содержание:

Тема 1. Вводное занятие «Мир – это мастерская». В рамках данной теме разрушаются привычные стереотипы о неприменимости на практике фундаментальных научных знаний физики, информатики, основ логики и других предметов научно-технического цикла. Ученикам предоставляется возможность принять тезис о том, что для конструирования нет необходимости в каких-либо конкретных конструкторах и конструкторских наборах. Предметы окружающего мира могут становиться средством и инструментов для решения практических задач, которые ранее казались узкоспециализированными и непостижимыми.

Тема 2. Светодиод. Задача о параллельном соединении. Рассматривается светодиод как элемент электронной схемы, многообразие видов светодиодов и способов его применения в электронных схемах. Предлагается задача о параллельном соединении источника тока и подключенного к цепи светодиода (горит или не горит светодиод и при каких условиях).

Тема 3. Реле. Анализ реле светодиодом. Вводится понятие реле, его назначение, область применения. Предлагается задача проанализировать работу реле, собранным ранее участком цепи со светодиодом.

Тема 4. Ключ. Изготовление ключа. Использование ключа в схеме. Рассматривается ключ как часть электронной схемы, его предназначение, применение и способы самостоятельного изготовления.

Тема 5. Творческая задача: логический элемент из единственного реле. Блок самостоятельной работы: ученики решают задачу построения логического элемента с использованием только одного реле в схеме.

Тема 6. Полусумматор. Сумматор. Рассматриваются понятия полусумматора и сумматора, их функционал, особенности строения и сборки. Анализируются применение аналогичных блоков в архитектуре современных компьютеров.

Тема 7 и 8. Творческие задачи ввода и вывода данных. Ученики самостоятельно осваивают материал, попутно решая в творческом исполнении задачи ввода данных в схему и способов их вывода, с использованием 7-сегментного дисплея, стрелки вольтметра и делителей.

*Таблица 3. Почасовое планирование программы элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле».*

№	Тема занятия	Количество часов	
		Теория	Практика
Входной модуль			
1	Вводное занятие «Мир – это мастерская». Использование бытовых предметов (блоки питания, power banks, автомобильные зарядки) в конструировании.	1	3
2	Светодиод. Задача о параллельном соединении.	1	3
3	Реле. Анализ реле светодиодом.	1	3
4	Ключ. Изготовление ключа. Использование ключа в схеме.	1	3
5	Творческая задача: логический элемент из единственного реле.	0	4
6	Полусумматор. Сумматор.	2	4
7	Творческая задача: ввод данных.	0	5
8	Творческая задача: вывод данных, 7-сегментный дисплей, стрелка вольтметра и делители.	0	5
<b>Итого:</b>		<b>6</b>	<b>30</b>
		<b>36 часов</b>	

## 2.2 Методы, приемы, формы и средства обучения в рамках элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле»

При разработке программы элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле», одной из проблем является разработка комплекса методов и средств обучения, обеспечивающего систематизацию знаний учеников 11 классов научно-технического профиля, через практико-применимые задания, в ходе самостоятельной сборки арифметико-логического устройства.

Термин «метод обучения» может трактоваться по-разному, Ю.К. Бабанский считает, что метод обучения – это способ упорядоченной взаимосвязанной деятельности преподавателя и учащегося, направленной на решение задач образования. Согласно определению, приведенному в педагогической энциклопедии, метод обучения – это система последовательных взаимосвязанных действий учителя и учащихся, обеспечивающих усвоение содержания образования [1].

Количество различных методов довольно велико, в связи с чем их можно классифицировать по нескольким основаниям (Таблица 4).

*Таблица 4. Классификации методов обучения*

Основание классификации	Виды методов
Источники знаний (Е.Я. Голант, И.Т. Огородников, С.И. Перовский).	<ul style="list-style-type: none"><li>• словесные (рассказ, беседа);</li><li>• наглядные (показ, демонстрация);</li><li>• практические (практические и лабораторные работы).</li></ul>
Этапы обучения (М.А. Данилов, Б.П. Есипов)	<ul style="list-style-type: none"><li>• методы приобретения знаний;</li><li>• методы формирования умений и навыков;</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• методы применения полученных знаний;</li> <li>• методы творческой деятельности;</li> <li>• методы закрепления;</li> <li>• методы проверки знаний, умений и навыков</li> </ul>
<p>Характер деятельности и степень самостоятельности и творчества (М.Н. Скаткин, И.Я. Лернер)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• объяснительно-иллюстративный, преподаватель передает учащимся информацию в «готовом» виде, используя различные средства обучения;</li> <li>• репродуктивный;</li> <li>• проблемного изложения;</li> <li>• частично-поисковый, преподаватель организует поиск новых знаний;</li> <li>• исследовательский метод, преподаватель вместе с учащимися формирует задачу, в ходе которой ученики овладевают методами научного познания;</li> </ul>
<p>Отношение обучающихся и обучающихся к источникам передачи и приобретения знаний (И.Т. Огородников)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• словесные;</li> <li>• работы с книгой;</li> <li>• наблюдения;</li> <li>• эксперимент;</li> <li>• упражнения и практическая работа</li> </ul>
<p>Сочетание метода преподавания с соответствующим методом учения (М.И. Махмутов)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• информационно-обобщающие и исполнительские;</li> <li>• объяснительные и репродуктивные;</li> <li>• инструктивно-практические и продуктивно-практические;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• объяснительно-побуждающие и частично-поисковые;</li> <li>• побуждающие и поисковые</li> </ul>
Деятельность преподавателя (Ю.К. Бабанский)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• методы организации и осуществления учебной деятельности (словесные, наглядные, практические, репродуктивные и проблемные, индуктивные и дедуктивные, самостоятельной работы и работы под руководством преподавателя);</li> <li>• методы стимулирования и мотивации учения (методы формирования интереса - познавательные игры, анализ жизненных ситуаций, создание ситуаций успеха; методы формирования долга и ответственности в учении - разъяснение общественной и личностной значимости учения, предъявление педагогических требований);</li> <li>• методы контроля и самоконтроля (устный и письменный контроль, лабораторные и практические работы, фронтальный и дифференцированный, текущий и итоговый).</li> </ul>

В комплекс методов обучения в рамках элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле» были включены следующие ведущие методы:

- проблемное изложение;
- частично-поисковый (эвристический) метод;

- метод ошибок;
- метод проектов;

Рассмотрим сущность указанных выше методов обучения, а так же примеры их практического применения.

***Проблемное изложение*** предполагает знакомство школьников не столько с уже существующими решениями некоторых, поставленными перед ними задачами или проблемами, сколько со способами поиска этих решений на основе знаний, уже имеющимися изначально или полученными на предыдущих этапах. Использование этого метода обоснованно, по причине того, что он позволяет актуализировать знания, тем самым формируя целостное представление ученика об изучаемом материале.

В рамках описываемого элективного курса, метод проблемного изложения используется повсеместно – технология использования на занятии материала, созданного учениками на предыдущих занятиях, полностью отвечает особенностям данного метода. К примеру, собираемое в рамках занятий темы 3, реле, анализируется и проверяется на работоспособность элементом светодиод, сборка которого произошла на занятиях темы 3.

***Частично-поисковый (эвристический) метод.*** Самостоятельное частичное решение сложной проблемы. Метод обеспечивает эффективность познавательной деятельности, способствует повышению мотивации школьников. Использование данного метода является базовым в ходе деятельности в рамках элективного курса. Заявленный в теме результат курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле» является итоговым результатом, общей целью, тогда как промежуточные занятия так же дают конкретный практический результат, который используется поэтапно в ходе достижения цели. Разбиение сложных задач на подзадачи, решение которых суммарно приводит к конечному результату должно формировать у учеников верную технологию решения задач даже

при значительном увеличении их трудности. Согласно И.Я. Лернеру эвристический метод позволит обеспечить поэтапное усвоение опыта деятельности, овладение отдельными этапами решения задач [7].

**Метод ошибок** – предполагает сознательное допущение преподавателем ошибки в приводимом примере. Задача учащихся обнаружить ошибку и предложить пути ее устранения. Данный метод, при непременно верном исполнении, имеет непосредственное положительное влияние на процесс систематизации знаний, так как процесс нормализации электронной схемы для устранения ошибки формирует правильные взаимосвязи в знаниях учеников. Однако использование данного метода всегда сопряжено с опасностью неверного запоминания, что обозначает необходимость тщательного контроля учителем процесса решения задачи и итоговой рефлексии о верном решении задачи, в которой была допущена ошибка.

Данный метод имеет смысл использовать при изучении темы 6, когда общее представление о верной сборке схем уже сформировано, есть некоторый накопленный потенциал, а структура схемы позволяет допустить несколько логических ошибок, которые заметны не сразу, но ведут к критическому отклонению от работоспособного эталона. Довольно редкое использование метода объясняется трудностями указанными выше. В целом, применение метода ошибок позволяет ученикам не только понять принцип верного функционирования элемента схемы, но и научиться работать над образцом и улучшать уже созданные собственные решения.

**Метод проектов.** Основное предназначение метода проектов состоит в предоставлении учащимся возможности самостоятельного приобретения знаний в процессе решения практических задач или проблем, требующего целостного и разностороннего подхода. Преподавателю в рамках проекта отводится роли эксперта и консультанта, чья задача - помогать в

работе над проектом в случае необходимости и в консультационном порядке и в составлении отчета.

Преподавателю следует учитывать следующие методические рекомендации для организации проектной деятельности учащихся:

- обеспечение возможности индивидуального контакта ученика с преподавателем-консультантом;
- обеспечить занятость каждого участник группы;
- объем проекта должен быть доступным для выполнения;
- проект должен побуждать к получению новых знаний;
- проект должен иметь некоторый конечный результат, имеющий вещественную форму.

На основании этого метода целиком выстроены темы 5,7 и 8 – творческие задачи. В каждой теме ученикам необходимо создать проект модели, наиболее эффективной для решения поставленной задачи. Работа выполняется учениками, как в группах, так и индивидуально, на разных этапах подготовки. Вся работа ведется самостоятельно, к учителю ученики обращаются лишь за консультациями и комментариями относительно целесообразности выбранной траектории движения проекта. Это позволяет повысить как ответственность за реализацию проекта, так и мотивацию, поскольку некоторый соревновательный аспект побуждает каждого ученика к высокоэффективной деятельности.

Выбор методов обучения, безусловно, зависит от формы организации учебных занятий. В большинстве современных исследований, как и в педагогической энциклопедии, под *организационной формой обучения* понимается способ организации, устройства и проведения учебных занятий [11].



При обучении детей в рамках элективного курса возможно использование целого спектра различных организационных форм: фронтальные, групповые, индивидуальные формы организации учебного процесса, которые позволяют разным образом формировать взаимоотношения педагога с детьми и детей между собой.

Наиболее эффективным является сочетание разных форм работы (как коллективной, так и индивидуальной). Более общие учебные задачи, такие как, например, сообщение нового материала, лучше решать на фронтальных занятиях, а конкретные, например закрепление знаний – в индивидуальных или микрогрупповых формах.

Эффективность обучения с помощью современных средств в значительной степени зависит от правильного выбора приемов их использования.

*Средства обучения*, согласно Российской педагогической энциклопедии, «это объекты, созданные человеком, а также предметы естественной природы, используемые в образовательном процессе в качестве носителей учебной информации и инструмента деятельности педагога и обучающихся для достижения поставленных целей обучения, воспитания и развития» [11].

Основными средствами обучения, в рамках элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле», являются:

- Печатные (*карточки проверки теоретических знаний, инструкции по сборке моделей, использующиеся на каждом занятии*);
- Электронные образовательные ресурсы (*часто называемые образовательные мультимедиа: мультимедийные презентации, электронные инструкции, которые используются на занятиях по мере необходимости*);

- *Аудиовизуальные (слайды, слайд-фильмы, образовательные видеофильмы, используются на занятиях для показа принципов работы конструируемых моделей);*
- *Наглядные плоскостные (плакаты, магнитные доски);*
- *Демонстрационные (макеты, стенды, модели демонстрационные, используются на занятиях для демонстрации моделей).*

### **2.3 Методы и формы контроля результатов обучения**

Для того чтобы проконтролировать достижение целей обучения, используются методы текущего и итогового контроля освоения знаний, а также формы самоконтроля своей деятельности обучающихся. Они решают задачи конкретизации образовательного процесса, определяют сложности в освоении программы и характеризуют дефициты и профициты в процессе систематизации знаний. Выбранные ранее содержательные и методические аспекты построения элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле» частично определяют и подходы к формированию модели контроля результатов обучения. Так как центральными методами обучения являются эвристический метод и метод проектов, контроль результатов обучения (как текущий, так и итоговый) в большей степени становится оценочно-результативным, т.е. учитель делает выводы постфактум выполнения поставленной задачи. Однако, использование только такой модели контроля результатов обучения не является целостным решением, так как процесс систематизации знаний является динамичным, требующим постоянного включения педагога на различных этапах как освоения программы, так и создания проектов. Это в совокупности обозначает потребность в усилении текущего контроля, к которому относятся:

Наблюдение за процессом обучения. Этот метод предоставляет возможность постоянного активного включения в образовательный процесс, как в качестве необходимого консультирования учащихся, так и в качестве внешнего автора проблемных вопросов, что позволяет сформировать деятельность обучающихся верным образом, направить движение ученика или микрогруппы в иное, адекватное целям и задачам курса, русло.

Проектная документация. Данный метод, заимствованный в профессиональной деятельности изучаемых дисциплин эффективно отражает личный вклад ученика в общую деятельность группы или понимание

деятельности ученика при индивидуальном решении поставленной задачи. Разберем метод проектной документации в рамках занятия темы 8 элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле». Перед учениками стоит творческая задача реализации вывода данных арифметико-логического устройства, где на выбор (или в совокупности, в зависимости от условий освоения программы и уровня подготовленности учеников) предоставляется несколько способов: 7-сегментный дисплей, стрелка вольтметра и делители. Вне зависимости от выбранной технологии, по итогам практического исполнения результата проектирования ученик заполняет проектную документацию, состоящую из 2 карт, отражающих учебную деятельность школьника (таблица 5) и его отношение к своей деятельности (таблица 6). Оформление первой из карт носит помимо контролирующей функции еще и профессионально-адаптационный характер, поскольку позволяет ученикам в некоторой мере погрузиться в квазипрофессиональную деятельность, принятую в профессиональном сообществе, вхождение в которую является задачей профильной старшей школы. Ученик заполняет пояснительную записку, прикладывает схему проекта и пишет собственный анализ собранного результата.

Таблица 5. Форма проектной документации результатов решения творческой задачи элективного курса

<p><b>Пояснительная записка</b> к проекту</p> <hr/> <hr/> <p style="text-align: right;"><i>Автор проекта:</i></p> <hr/> <hr/> <p style="text-align: center;"><i>Дата сдачи проекта:</i> <i>Подпись автора проекта:</i> <i>Подпись принимающего эксперта:</i></p>
<p><i>Актуальность проекта:</i></p> <p><i>Цель проекта:</i></p> <p><i>Применимость проекта:</i></p>

***Содержание проекта (схема, структурные особенности, рекомендации к исполнению):***

Цельное и верное заполнение данной документации невозможно без конкретного понимания собственной деятельности и ее результатов, что в совокупности с практическим результатом проектирования предоставляет учителю возможность целостного представления о деятельности ученика в рамках поставленной задачи.

Кроме знаниевого компонента, в условиях современного школьного образования есть потребность в понимании личностного отношения ученика к процессу обучения, его мотивационного поля и результатам обучения.

*Таблица 6. Карта результативности образовательного процесса ученика.*

**ФИО:**

**Класс:**

*Заполните данную карту предельно честно. Если затрудняетесь сформулировать ответ на поставленный вопрос – поставьте прочерк или оставьте поле пустым.*

**Что из представленного материала вызвало у Вас наибольшее затруднение?**

*Укажите, что считаете нужным: определения понятий, тема практической работы, внутреннее состояние и другое.*

---

**Постарайтесь указать конкретную причину затруднения:**

---

---

---

**Довольны ли Вы результатом своей деятельности? Что было успешным? Что можно было бы улучшить?**

---

---

---

---

---

Данная таблица предоставляет возможность учителю скорректировать образовательный процесс под индивидуальные особенности группы, осваивающей элективный курс, определить дефициты освоения программы, что позволило бы сделать процесс систематизации знаний каждого конкретного ученика наиболее комфортным и эффективным.

Элективный курс «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле» довольно сложный для освоения, требующий высокого уровня начальной подготовки учеников профильной школы, что так же делает сложным качественный процесс контроля результатов обучения. Однако совокупность предложенных методов, личный опыт и профессионализм педагогов-предметников, реализующих данный курс на практике, позволяет сделать образовательный процесс более доступным и решить все поставленные перед курсом задачи.

## **Выводы по главе 2**

В ходе работы над данной главой была разработана методика элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле», включающая:

- 1) описание ведущих дидактических принципов обучения, требований к программе;
- 2) формулировку целей и задач обучения школьников 11 класса научно-технического профиля в рамках элективного курса;
- 3) программу соответствующего целям и задач курса;
- 4) определены ведущие методы и приемы, формы, средства обучения и способы контроля успеваемости учеников.

По итогам вышеуказанных действий можно говорить о целостном создании элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле», разработанного для систематизации знаний учеников 11 классов научно-технического профиля, через практико-применимые задания, в ходе самостоятельной сборки арифметико-логического устройства. Гипотеза, выдвинутая в тексте данной работы, теоретически подтверждена, но требует практической апробации в дальнейшем.



## **Заключение**

В ходе исследования были получены следующие теоретические и практические результаты:

1. Была изучена литература по аспектам теоретических основ информатики, имеющих отражение в рамках школьного курса предмета «Информатика и ИКТ»;
2. Была изучена литература по аспектам физики в школьном курсе, которые могут быть интегрируемы в программу предмета «Информатика и ИКТ»;
3. Выделены ключевые особенности курсов, которые могут стать основой для разработки элективного курса в старшей школе «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле»;
4. Разработана программа элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле»;
5. Разработано методическое обеспечение элективного курса «Сборка арифметико-логического устройства из электромагнитных реле», позволяющее систематизировать знания обучающихся по предметам научно-технического цикла.

Таким образом, все поставленные задачи были выполнены, цель достигнута. Теоретико-логические основы работы позволяют говорить о теоретическом подтверждении выдвинутой гипотезы исследования, но требует практического доказательства методом педагогического эксперимента, что будет проделано в рамках продолжения данного научного исследования.

## Библиографический список

- [1] Бабанский Ю.К. Избранные педагогические труды.- М.: Педагогика, 1989. 560 с.
- [2] Беркс А., Голдстейн Г., Нейман Дж. Предварительное рассмотрение логической конструкции электронного вычислительного устройства // Кибернетический сборник. М.: Мир, 1964. Вып. 9.
- [3] Бобровский С. Цена ошибки. PCWeek/Russian Edition № 9/2007
- [4] Зверев И.Д. Максимова В.Н. Межпредметные связи в современной школе. – М.: Педагогика, 1981. – 160 с.
- [5] Кондаков Н.И. Логический словарь-справочник. – М.: Наука, 1975. – 720с.
- [6] Копосов Д.Г. Основы микропроцессорных систем управления — программа для учащихся 9–11-х классов // Информационные технологии в образовании: ресурсы, опыт, тенденции развития: сб. мат. Международной науч.-практ. конф. (30 ноября — 3 декабря 2011 г.). В 2 ч. Ч. 2. — Архангельск: Изд-во АО ИППК РО, 2011.
- [7] Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения. - М.: Педагогика, 1981. 186 с.
- [8] Макаренко А. С. Педагогические сочинения в 8-ми томах. — М.: Педагогика, 1983—1986.
- [9] Нортон П., Соухэ Д. Язык ассемблера для IBM PC. М.: Компьютер, 1992, 352 с.
- [10] Педагогические технологии: Учебное пособие для студентов педагогических специальностей / Под общей редакцией В.С. Кукушина. – Серия “Педагогическое образование”. – Ростов н/Д.: Издательский центр “Март”, 2002. – с. 174 – 212.
- [11] Российская педагогическая энциклопедия. В 2 т. / Ред. В.В. Давыдов и др. М: «Большая Российская энциклопедия», 1999.
- [12] Самарин Ю.А. Очерки психологии ума. – М., 1962.
- [13] Таненбаум Э. Архитектура компьютера. СПб.: Питер, 2003, 704 с.

- [14] Ушинский К.Д. Педагогические сочинения. В 6-ти томах. / Сост. С.Ф. Егоров. – М.: Педагогика. 1989.
- [15] Федеральный государственный образовательный стандарт (*утвержден приказом Минобрнауки России от 17 декабря 2010 г. № 1897*)
- [16] Философский энциклопедический словарь / Губский Е.Ф., Кораблева Г.В., Лутченко В. А. — М.: Инфра-М, 1997.
- [17] Хуторской А.В. Современная дидактика. – М., 2001
- [18] Энгельмейер П.К. Философия техники. М., 1912
- [19] Юськович В.Ф. Обучение и воспитание учащихся на основе курса физики средней школы. М.: учпедгиз мп РСФСР, 1963.