

1228

P-P

581/—

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ УССР
КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ ИМЕНИ А.М.ГОРЬКОГО

На правах рукописи

В.Н.КАСАТКИН

ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА
КИБЕРНЕТИКИ ДЛЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

19791 -- методика преподавания математики

(Диссертация написана на русском языке)

А в т о р е ф е р а т

НБ НПУ
імені М.П. Драгоманова



100313121

К И Е В - 1 9 7 2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ УССР
КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ А.М.ГОРЬКОГО

На правах рукописи

В.Н.КАСАТКИН

ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА
КИБЕРНЕТИКИ ДЛЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

18781 - методика преподавания математики
/Диссертация написана на русском языке/

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук
по методике математики

К И Е В - 1 9 7 2

Работа выполнена на кафедре прикладной математики
Крымского государственного педагогического института
имени М.В.ФРУНЗЕ

Официальные оппоненты:

Доктор физико-математических наук, профессор Е.Л.КЩЕНКО
Кандидат педагогических наук, доцент Г.П.БЕВЗ

Внешний отзыв -- Научно-исследовательский институт психологии
АН УССР

Автореферат разослан "18" мая 1972

Защита диссертации состоится " " _____ 197
на заседании Ученого Совета Киевского государственного педагогического
института им. А.М.ГОРЬКОГО (КИЕВ - 30, ул. Пирогова, 9)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института

Ученый секретарь Совета

Проблема соответствия школьных учебных программ, всего содержания воспитательной и учебной работы требованиям общества, достигнутому уровню производства и научной мысли является одной из самых важных и сложных, стоящих как перед теоретической, так и перед практической педагогикой.

В настоящей работе рассматриваются результаты наших исследований, посвященных решению одной из задач в рамках указанной проблемы, а именно - задаче исполнения школьного курса основными понятиями кибернетики, и в частности - задаче ознакомления учащихся с математическим аппаратом кибернетики.

В последние годы в нашей стране ведутся теоретические исследования, ставятся эксперименты, цель которых отыскать лучшие пути для связи курса математики средней школы с современным состоянием математики.

Наиболее активно продвигаются в школу основы классического математического анализа. Решению возникающих при этом методических и организационных задач посвящены многочисленные работы отечественных методистов, профессиональных ученых-математиков и учителей.

Но наряду с этим в нашей стране осуществлено и проводится немало исследований, авторы которых имеют целью апробирование в средней школе идей, связанных с новейшими разделами математики, обычно именуемыми собирательно - конечной математики.

Эти направления в педагогических исследованиях отражают объективно существующее стремление в самой математике к некоторому пересмотру практической значимости и общеобразовательной весомости отдельных разделов и направлений её.

"То обстоятельство, что большое прикладное значение неожиданно получила математическая логика и многие отделы так называемой финитной математики (из которых некоторые вновь сформировались за последние 2 десятилетия), заставило математиков не рассмотреть сложившуюся оценку математического анализа, как важнейшего для практики математического инструмента. В результате возник вопрос о том, что математика непрерывного и бесконечного должна несколько потесниться в пользу математики дискретного и конечного" - в этих словах И.Яглома отражена вся суть вышеуказанной ревизии взглядов в математике.

В качестве существенной причины такой переоценки следует указать на появление кибернетики. Представление информации в дискретной форме и обработка ее в таком виде - характерная черта кибернетических методов, а это и объясняет интерес к аппарату конечной математики.

Естественно, что часть исследований рассматривали задачи продвижения в школу отдельных разделов конечной математики, не связывая их изучение школьниками с овладением основами кибернетики. Можно указать на работы Ганчева И., Боковнева О.А., Волкова В.А., Геронимуса Д.В., Котий О.А., Рабинович И.И., Исаченкова А.И., Малинина А.В., Монахова В.М., Нагибина Ф.Ф., Потапова В.Г., Столяра А.А., Шварцбурда С.И. и других.

В то же время широкое общенаучное и прикладное значение кибернетики выдвигает вопрос о рассмотрении ее с общепедагогических позиций. Выдвигаются идеи о том, чтобы наиболее фундаментальные ее понятия нашли место в комплексе знаний, который

принято называть общим образованием. Такой позиции к началу 70-х годов придерживались Леднев В.С., Раковер Б.Д., Столяров Ю.С., Богатырев А.Ю. и другие.

Наша позиция к началу исследований (1962-63 учебный год) может быть сформулирована следующим образом: с применением математики для описания энергетических процессов (механическое движение, тепловые, электрические и другие явления) и процессивное преобразования веществ (электролиз, описание растворов и расчет смесей, расчет химических реакций и другие) учащиеся знакомятся на уроках физики и химии.

Но в настоящее время активному математическому анализу подвергаются и информационные процессы, то есть явления, связанные с передачей сигналов хранением и логической их обработкой. Математическому описанию подвергаются объекты живой природы, социальные и экономические явления. Естественно, что это сопровождается введением в самой математике новых методов. Однако, эти новые тенденции, несмотря на их общепризнанное значение, все еще находят слабое отражение в школьном математическом образовании.

Учащимся не сообщаются, например, даже элементарные идеи моделирования информационных процессов. Моделирование запоминания, вспоминания, моделирование элементарных арифметических и логических операций, моделирование условных рефлексов - все эти простые для понимания, но весьма важные в образовательном отношении вопросы, стоят за рамками школьной математики.

Мы полагаем, что ознакомление с принципами и средствами моделирования информационных процессов позволит создать завершенный (в современном смысле) цикл первоначальной математической

подготовки учащегося в средней школе. Вводимые при этом понятия и аппарат будут полезны при любом пути в продолжении образования.

Такая позиция привела нас к следующей постановке задачи исследования - определить содержание учебного курса "Элементы математического аппарата кибернетики для средней школы", разработать методики изложения с практической проверкой их эффективности, а также создать систему специфического для данного курса учебно-демонстрационного оборудования и выяснить возможность реализации курса в форме факультативных занятий.

Решение поставленной задачи и отражено в диссертации, написанной на основании исследований, проведенных автором в 1962 - 1972 годах.

В ходе исследований потребовалось решить следующие организационные задачи:

1. Определение аудитории, на которой осуществляется проверка различных характеристик разрабатываемого курса и выяснение качества методики курса.
2. Определение методов оценки эффективности различных форм ведения курса.
3. Определение способов, которые позволили бы выяснить влияние содержания и методов изложения курса на общенаучную подготовку школьников.

Учебные группы были созданы специально (очная и заочная школы гных кибернетиков из числа желающих школьников),

использовались возможности вести занятия на уроках в обычных классах и классах с математической специализацией, проводились занятия с наиболее успевающими учащимися из числа школ кибернетиков в период летних - оздоровительных лагерей МАН "Искатель" в Крыму; разработан методический спецкурс для студентов - математиков, который читался в течении ряда лет в КПИ, а также на курсах повышения квалификации учителей.

Всего в ходе исследований участвовало более 1900 учащихся различных классов и школ Крыма и Украины.

В ходе исследований следует выделить три периода:

Основной задачей первого периода (1962 - 1965 гг.) была разработка программы в ее исходном варианте и организация первых попыток работы с учащимися.

Во второй период (1965 - 1969 гг.) центральной задачей явилось создание специальной базы для наблюдений и экспериментальных занятий. Этой базой являлась школа юных кибернетиков. В этот же период мы начали работу по созданию специфического для нашего курса демонстрационного оборудования и проверку его эффективности на занятиях со школьниками.

Третий период (1969 - 1972 гг.) характерен распространением исследований на учащихся сельских школ. Сегодня заочная школа юных кибернетиков объединяет около 400 занимающихся из 9 областей УССР.

В этот же период возобновлены занятия с учащимися средней школы (без отбора желающих) в рамках факультатива - в 7-й средней

школе г. Симферополя проводится факультатив для 9 класса, а в средней школе №40 - для 9 и 10 класса. Указанные занятия организованы при сотрудничестве с НИИ общей педагогики АПН СССР.

Глава первая диссертации посвящена анализу литературы и постановке конкретной задачи исследования.

В исследовании нами выделены два аспекта: теоретический и опытно-экспериментальный. Важнейшей задачей теоретической части исследования является обоснование необходимости предлагаемого пополнения математической программы школьного курса и определение такой структуры разрабатываемого курса, которая позволила бы его рассматривать целно, как вполне завершенную часть математического образования школьника.

Глава вторая диссертации посвящена рассмотрению и анализу теоретических вопросов, возникавших в ходе исследования.

Для создания требуемой цельности создаваемого курса, мы предложили считать стержневой, центральной идеей всего учебного курса ознакомление с принципами действия и принципами конструирования автоматов, как преобразователей информации. Иначе говоря, главным в содержании выступает ознакомление с моделированием информационных процессов дискретного характера.

Теоретическое обоснование такого подхода осуществлено нами в работах (3), (5) и (12). Ниже мы приводим лишь краткую сводку доводов:

1. Поскольку в разрабатываемом курсе определение кибернетики дано как науки о способах хранения, обработки и передачи информации, то принципы реализации этих процессов и математический аппарат, обслуживающий её, выступают главными.

2. Курс, при таком выборе основной методической идеи, получается логически завершенным, а учащиеся получают при этом знания,

которые могут и и полезно использоваться при любом пути в продолжении образования.

3. Элементы теории автоматов, изученные школьниками, создаст естественную основу для ознакомления с наиболее совершенными автоматами - с ЦВМ.

4. В курс хорошо вписывается лабораторно-практический цикл, как по моделированию, так и по управлению автоматами - программированию.

Одним из важнейших теоретических вопросов для нас в ходе исследования явился вопрос о критериях успешности освоения курса школьниками. Приводим выработанные нами критерии:

1. Учащийся должен уметь объяснить и подкрепить примерами понятие "преобразование информации", должен уметь разъяснить важность информационного подхода к изучению явлений.

2. Учащийся должен знать основные принципы работы дискретных преобразователей информации и уметь конструировать одноктактный автомат, если он задан словесно.

3. У занимающихся должно быть выработано ясное представление об алгоритмическом подходе к решению задач. Учащийся должен уметь приводить алгоритмы в различной форме и знать общие свойства алгоритмов.

4. Учащийся должен отчетливо представлять весь процесс подготовки и решения задач с использованием ЦВМ. Как минимум, каждый из занимающихся должен уметь программировать для машины Поста или Тьюринга.

Глава третья диссертации посвящена рассмотрению задачи результатов опытно-экспериментального раздела исследований, главными задачами явились:

1. Определение доступности содержания курса.
2. Выяснение эффективности методик и их совершенствование в ходе исследований.
3. Разработка системы демонстрационного обеспечения курса.

Доступность содержания и качество методик определялось главным образом экспертным методом, практически реализованном в формах:

- а) По конкретной методике занятия проводились нами. В качестве наблюдателей приглашались учителя и научные сотрудники. Всего в роли экспертов участвовало более 30 человек. Имелась возможность получить полезные советы и обменяться мнениями не только от профессиональных математиков и кибернетиков, а и от наблюдавших за работой специалистов-психологов.
- б) В роли эксперта выступал и сам автор. Занятия в этом случае проводились студентами КИИ. Всего в такого рода учебной работе участвовало 23 студента. Часть наблюдений, осуществленных студентами, оформлены в виде студенческих научных публикаций.
- в) С 1969-70 учебного года после открытия заочной школы юных кибернетиков появилась возможность оценить эффективность наших методик в условиях массовой сельской школы. Учителя ряда сельских школ поставили перед нами ряд вопросов, учти которые, мы смогли улучшить текст пособий.

Такое широкое использование экспертного метода способствовало повышению качества исследований. Самостоятельным разделом экспери-

ментально-опытного этапа была наша личная конструкторская деятельность и организация конструкторской работы школьников. Мерилом успеха в этой части исследований явилось признание системы демонстрационного обеспечения, разработанной нами.

Средствами анализа успеваемости учащихся, помимо оценки успеваемости по итогам зачетов и контрольных работ, были:

- а) Применение контрольных мероприятий с использованием программированных текстов автоматизированных средств контроля.
- б) Проведение олимпиад (с 1968 г.) и рассмотрение допущенных погрешностей.
- в) Проведение научно-практических конференций, на которых учащиеся выступали с отдельными работами, как теоретического, так и практического характера.
- г) Участие в выставках и конкурсах технического характера.

Серьезность в отношении к делу, большие усилия, затраченные учащимися на подготовку к конференциям и олимпиадам, позволяют рассматривать итоги таких мероприятий, как весьма объективные формы контроля. О серьезности ученического труда говорят и 15 опубликованных школьниками работ, и 140 докладов от 400 занимающихся.

Наконец, следует иметь в виду, что для решения общепедагогических вопросов немалое значение имеет отношение родителей к тому, чем занимаются дети. Мнение родителей мы систематически сопоставляли с нашими наблюдениями.

В ходе всей нашей работы мы отдавали себе отчет в том, что данный курс во всей деятельности учащихся, даже весьма увлеченных,

занимает небольшое место и ожидать значительного влияния на личность школьника в целом нельзя.

Однако, некоторые попытки выяснить такое влияние мы предприняли. Нас, в частности, весьма заинтересовало сразу бросающееся в глаза влияние содержания курса на развитие материалистических взглядов учащихся. Занятия в значительной мере способствовали развитию материалистических убеждений. Вера в возможность реализации процессов обработки информации весьма высокой сложности, вера, опирающаяся не на словесные доказательства, а полученная в значительной мере на личном опыте, приобретает качества убежденности. В данном случае учащиеся имели возможность коснуться весьма острых вопросов, вопросов, связанных с деятельностью систем биологического характера, в частности могли знакомиться с некоторыми вопросами моделирования деятельности мозга.

Влияние содержания и методики проведения занятий мы обнаружили и в появлении у школьников элементов алгоритмической культуры. Учащиеся повысили личную требовательность к четкой формулировке условий задач, обнаружили стремление к обсуждению решения в общем виде, решения старались оформлять в виде четких процедур. Алгоритмический подход обнаруживался не только в период занятий математикой или программированием, но и при выполнении других работ. У занимавшихся школьников вырабатываются навыки самостоятельной работы. Особенно такие виды работы, как работа с книгой, умение подготовить доклад, умение сделать сообщение перед аудиторией, четко формулировать мысль и отстаивать убеждения.

Главным мы считаем, что в курсе есть возможность для воспитания подлинного уважения к труду. Это достигается благодаря

тому, что в ходе обучения реализуется один из важнейших принципов политехнизма - процесс обучения предусматривает сочетание теорией и практикой для каждого из учащихся без исключения. В числе выполняемых школьниками работ имелись работы, требовавшие большого труда.

В ходе исследований мы вели учет того, какой путь избирают учащиеся для продолжения образования по окончании средней школы. Выделить какую-либо тенденцию в выборе направлений не удалось. Подавляющее большинство ребят рассматривают приобретаемые знания как элемент их общего образования, как важный, но отнюдь не определяющий весь жизненный путь. Обнаружение такого взгляда полностью соответствует нашим планам.

Исследования в области разработки частных методик характерны следующими особенностями. По некоторым разделам курса мы использовали имеющиеся методические рекомендации, с неприменной практической проверкой их эффективности. Это относится прежде всего к разделам "Расширение представлений о системах счисления", "Расширение представлений об алгебрах" и "Элементы теории алгоритмов". Нами использованы работы Бермана Г.Н., Уадштейна И.С., Дешмана И.Я., Доморяд А.П., Колбертсона Дн.Т., Калужнина Л.А., Кольмена Э., Котий О.А., Рабинович И.М., Малинина А.В., Монахова В.М., Нагибина Ф.Ф., Райхштейн Б.Э., Столяра А.А., Трахтенброт Б.А., Успенского В.А., Фаизова Я.А., Яглома И.М. и других авторов.

Раздел "Элементы теории автоматов" методически разрабатывался нами полностью. Публикаций по методике, достаточно готовых к использованию, мы не обнаружили.

Приведем некоторые из наиболее принципиальных методических положений, которые удалось выработать в ходе исследований.

Изучение систем счисления рекомендуется проводить по следующему плану:

1. Краткий исторический обзор развития представлений о системах счисления.
2. Формула целого числа в позиционной системе счисления. Задачи на использование формулы.
3. Недесятичные арифметики целых чисел.
4. Единый алгоритм замены целых чисел одной системы счисления равными числами другой системы.

Выяснилось, что в качестве такого алгоритма лучше использовать алгоритм, основанный на схеме Горнера, нежели широко распространенный алгоритм с использованием деления на основание системы. Это объясняется тем, что в предлагаемом нами алгоритме не используются операции вычитания и деления.

5. Обыкновенные и систематические дроби в десятичных системах счисления.
6. Алгоритмы замены дробных и смешанных чисел одной системы счисления равными числами другой.
7. Двоичная система счисления. Связь двоичной системы с восьмичной. Знакомство с особыми формами представления чисел. Нормализации чисел.
8. Специальные коды двоичных чисел и их арифметика.

Последние два раздела программы рассматриваются на втором году обучения в связи с ознакомлением с принципами работы ЦВМ и

опросов кодирования информации. По существу, строится алгебра
одов двоичных чисел.

- 9. Системы счисления с симметричным основанием (на при-
мере троичной системы счисления с симметричным осно-
ванием).

Введение этого раздела (изучается на втором году обучения) по-
зволяет хорошо уточнить представления о позиционном принципе,
о возможных значениях цифр и особенностях системы счисления.
Материал этого раздела дает немало возможностей для того, чтобы
дать нагрузку для более сильных учащихся.

В ходе исследований была обнаружена потребность в специ-
альном задачнике, который и был разработан.

Изучение алгебры высказываний характерно следующими осо-
бенностями:

- 1. Мы считаем, что отсутствие определения "алгебры" в
школе является недостатком.
- 2. Расширение и уточнение представлений учащихся об ал-
гебрах способствует сознательному усвоению элементов
теории автоматов, а также повышает математическую куль-
туру школьников.
- 3. Мы полагаем, что ознакомление с основными операциями
алгебры высказываний следует начинать не с определения
их как функций от одного или двух аргументов, а вна-
чале определить их как содержательные грамматические
операции.

4. Важным элементом методики изложения в данном разделе является возможность демонстрации того, как конструируются алгебры. Схема такого конструирования принимается в виде:

- а) определение элементов (объектов) алгебры, над которыми будут определены операции.
- б) Составление списка свойств будущих операций.
- в) Определение операций над введенными объектами.

Примером конструируемой "на глазах" учащихся алгебры может быть "Алгебра делителей числа N " или "Алгебра Жегалкина". Использовать эту рекомендацию можно только на занятиях наиболее подготовленных учащихся в завершение работы по разделу.

5. Построение "Алгебры высказываний" ведется в курсе по следующему плану:

- а) Определение объектов алгебры высказываний.
- б) Определение операций: логического умножения, сложения и отрицания.
- в) Выяснение свойств отдельно рассматриваемых операций и их взаимно-распределительных свойств. Эквивалентные высказывания.
- г) Тавтологично-истинные и тавтологично-ложные высказывания, как особые объекты алгебры высказываний.
- д) Выяснение принадлежности алгебры высказываний к классу булевых алгебр. Алгебра высказываний - содержательная модель алгебры Буля.

- е) Использование аппарата алгебры высказываний для решения логических задач. Алгоритм решения задач.
- ж) Тождественные преобразования в алгебре высказываний. Операции поглощения и склеивания. Принцип двойственности.
- з) Специальные формы записи формул в алгебре высказываний (СДНФ и СКНФ). Алгоритм перехода от произвольной формы высказывания к СДНФ.
- и) Задача минимизации формул алгебры высказываний. Минимизация формул с привлечением геометрических моделей.
- к) Операции импликации и эквиваленции, их свойства. Решение задач повышенной сложности.

Из приведенного плана видно, что изложение алгебры высказываний ведется так, чтобы ее аппарат нашел важное применение не только для анализа умозаключений, а главным образом в теории автоматов.

Методика раздела "Элементы теории автоматов" разрабатывалась нами наиболее детально. По существу, данная тема является центральной для всего курса. Особенности темы следующие:

- а) Содержание темы принципиально ново для учащихся. Школьники впервые вплотную знакомятся с задачей преобразования информации.
- б) Постановка задачи логического преобразования информации требует введения новых понятий, ранее в школе не рассматривавшихся. К этим понятиям мы относим: дискретное представление информации,

понятие об алфавите, автомате, информационный подход к анализу явлений.

в) Конкретно учебная задача по этой теме формулируется нами так: выработать у каждого занимающегося четкое представление о том, как конструируют однотоктные автоматы и понимание того, как действуют многотоктные автоматы.

г) Изложение материала по данной теме требует хорошего и специфического учебно-демонстрационного обеспечения. В связи с этим нами были разработаны, изготовлены и успешно использованы на занятиях различные устройства; (подробный перечень и методические комментарии даны в тексте диссертации. Всего описано 28 действующих устройства, ряд стендов, плакатов, диафильмов и таблиц).

Ниже рассматривается только два наиболее интересных в учебном применении устройства, устройства, идея изготовления которых принадлежит нам.

1. Полигон дискретных логических структур.

Комплект логических элементов "И", "ИЛИ" и "НЕ", а также включающий два одноразрядных сумматора, двоично-десятичный и десятично-двоичный дешифратор и два триггера со счетным входом.

На полигоне можно, соединяя элементы и узлы друг с другом, получать различные логические структуры, как однотоктного, так и многотоктного действия. Полигон изготовлен в двух вариантах

исполнения: электромагнитный и полупроводниковый*. Оба варианта отмечены медалями ВДНХ. К полигону прилагается сборник упражнений и набор учебных карточек, которые используются во время занятий. Описания устройства даны нами в работах (3), (4),

2. Действующая модель машины Поста.

Действующая модель машины Поста является оригинальным учебным пособием, которое используется при введении основных понятий теорий алгоритмов и программирования. Модель является ЦВМ с весьма простой системой команд и очень проста в эксплуатации. Модель позволяет подробно и весьма убедительно для ребят разъяснить принцип автоматической обработки информации, сущность алгоритмической полноты системы команд, рассмотреть систему кодирования исходной информации и продемонстрировать процесс отладки программы. Описание модели дано нами в ряде работ (6), (7), (9). На модель подана заявка в Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР.

Характерной особенностью созданной в ходе исследований комплекта учебно-демонстрационного оборудования является то, что любое из устройств комплекта может рассматриваться не только как учебное пособие, но и как цель детского творчества. Практически в разработке всех устройств принимали участие школьники.

План раздела "Элементы теории автоматов" предлагается в такой редакции:

- а) Понятие о преобразовании информации. Определение автомата.

- б) Логические элементы - элементарные автоматы. Доказательства их существования.
- в) Синтез простейших автоматов. Функциональная схема автомата, структурная формула автомата.
- г) Алгоритм синтеза одноктактных автоматов. Примеры синтеза автоматов.

Опыт показал, что этот раздел весьма привлекает школьников, и учитель имеет возможность рассмотреть очень интересные в практическом отношении задачи. В наших исследованиях это нами успешно излагалось школьникам 7-8 классов.

- д) Многотактные автоматы - определение, примеры.
- е) Задача моделирования памяти. Триггер и его функциональная схема. Регистр триггеров.
- ж) Графическое и табличное задание автоматов.
- з) Рассмотрение примера синтеза многотактного автомата.
- и) ЦМ - как многотактный автомат.

Указанные разделы рассматриваются на втором году обучения. Учебная задача - понять как работают автоматы с памятью. Рассмотрение автоматов с памятью необходимо, четкое представление о использовании памяти автоматами расширяет представление учащихся о моделировании до современного уровня. В дальнейшем при объяснении структуры ЦМ эти знания играют весьма значительную роль.

Методика раздела "Первоначальные сведения о программировании" строится по такому методическому плану.

С идеями ручного программирования учащиеся знакомятся при изучении машины Поста. Система команд этой машины весьма проста (их всего шесть). Это позволяет сразу же переходить к составлению программ, не отвлекая внимания учащихся многочисленными деталями системы команд серийных ЦВМ. В наших исследованиях программирование "на бумаге" подкреплялось практическими занятиями на действующей машине Поста. (Это невозможно осуществить, если использовать обучение программированию с привлечением Условной Вычислительной Машины).

На этом этапе школьники рассматривали следующие вопросы программирования для ЦВМ на схеме:

1. Изучение существа поставленной задачи, разработка кодирования исходной информации и создание проекта алгоритма.
2. Выписывание текста программы в содержательных обозначениях.
3. Запись всех команд и адресов в соответствующих кодах.
4. Занесение исходной информации на информационную ленту.
5. Занесение текста программы в ЦВУ.
6. Отладка программы в тактовом режиме работы машины.
7. Счет.
8. Декодирование и анализ результатов.

Отметим, что простота системы команд предъявляет к сообразительности школьников высокие требования. У школьников развиваются аналитические способности, ведь им приходится составлять весьма детальные алгоритмы. Алгоритмическая полнота системы

команд позволяет рассматривать задачи не только вычислительного, но и общелогического характера. В частности программирование беспримитивных стратегий, когда соперником машины выступает человек. Для обеспечения занятий нами был разработан специальный сборник задач и упражнений (7). Обычно для освоения темы и приобретения ясного представления о сути ручного программирования достаточно 8-9 часов занятий. Мы проводим занятия дольше (18-20 часов) с тем, чтобы лучше использовать возможности этой темы для развития мышления. Нами было замечено, что те учащиеся, которые увлеклись программированием, заметно меняют стиль рассуждений в ходе решения задач. Они тяготеют к внимательному анализу и затем четко ставят задачу синтеза, у них вырабатываются элементы алгоритмической культуры.

На втором этапе занятий мы ведем ознакомление учащихся с принципами автоматизации программирования. Ведется рассказ о том, что такое алгоритмический язык, транслятор и их использование. Завершается работа демонстрацией использования языка машины МИР. Рассматриваются в качестве примера задачи вычислительного и общелогического характера.

Основные результаты исследований были доложены и обсужданы:

1. На кафедре математического анализа и прикладной математики Крымского государственного педагогического института им. М.В.Фрунзе
2. На республиканской конференции по проблемам программированного обучения (Киев, 1963)

3. На научно-практических конференциях профессорско-преподавательского состава Крымского Госпединститута (1964-1971 гг., пять сообщений), Симферополь.
4. На Всесоюзном научно-методическом семинаре по проблемам научно-технического творчества школьников (Москва, 1964)
5. На республиканских научных конференциях по проблеме "ВУЗ - школа" (Симферополь, 1968; Гродно, 1971).
6. На республиканском научно-техническом семинаре "Программированное обучение и обучающие машины" (Киев, 1967-1970, 71 гг.).
7. На III Всесоюзном съезде психологов (Киев, 1968).
8. На заседании отдела политехнического образования НИИ общей педагогики АПН СССР (Москва, 1971).

По материалам исследований был разработан спецкурс, который был в течение ряда лет прочитан студентам Крымского института, а также учителям - слушателям курсов повышения квалификации учителей.

С П И С О К

основных публикаций по теме диссертации.

1. Элементы анализа и синтеза простейших автоматов в школьном курсе математической логики.
Математика в школе, 1964, № 1, с. 50-53.
2. Азбука кибернетики.
Молодая гвардия, М., 1968. 160 с.
/ Работа переиздана в Японии, Испании и Болгарии, 1969-71 гг.
3. К вопросу о пропедевтике кибернетики.
Кибернетика, Киев, № 4, 1969.
4. Моделирование логических устройств в средней школе.
В кн. "Викладання математики в школі", вип. 5, 1969.
5. Вивчення елементів кібернетики в середній школі.
"Рад. школа", 1968, № 3, 54-58 стор.
6. Алгоритмическая система Э.Поста и обучение программированию в средней школе.
"Математика в школе", 1971, № 1, с. 80-81.
7. Программирование в алгоритмической системе Поста (задачи и упражнения).
М., 1971, 53 с.
8. Элементы кибернетики школьнику. Сборник упражнений и задач.
Киев, 1967 и 1970 г. (Библиогр. 16 назв.).
9. Секреты кибернетики.
"Радянська школа", К. 1971, 255 с. (Библиография, 24 назв.).
В соавторстве с А.Ф.Вермань /

10. Тайната на алгоритма в игрите с камъчета.
Сп. Математика, № 4,5, 1963 г. (Болгария)
11. Методическое пособие по курсу "Элементы математической логики" /Экспериментальный комплект учебно-контрольных карт для программированного обучения/.
Симферополь, 1964, 29 л. с черт.
12. К вопросу о методике ознакомления школьников с элементами кибернетики.
В кн. "Материалы III конф. мол. иссл. по кибернетике."
Киев, 1968.