

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

Технические средства  
обучения

ВЫПУСК 1

Министерство высшего и среднего специального образования  
Латвийской ССР  
Латвийский ордена Трудового Красного Знамени  
государственный университет имени Петра Стучки  
Физико-математический факультет

Ученые записки  
Латвийского государственного университета  
имени Петра Стучки  
том 213

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

Выпуск I

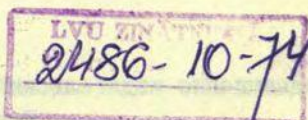
Редакционно-издательский отдел ЛГУ им. Петра Стучки  
Рига 1974

УДК 681.142.5

Предложен автомат для индивидуального программированного обучения. Дана схема прибора. Обсуждаются методы обучения, применяемые на этом приборе и составлен ряд программ для этого прибора. Сборник предназначен для преподавателей, интересующихся программированным обучением.

© Редакционно-издательский отдел ЛГУ им.П.Стучки, 1974 г.

Т 0-2-2-4-122у 74  
М 812(II)-74



200024390

УДК 681.142,5

К. А. Штейнс  
П. П. Розенберг  
Б. К. Юдрупа

## ПРИБОР ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

### § 1. Задачи приборов для программированного обучения

В настоящее время предложено и построено много различных приборов для обучения и контроля [1 - 3]. Различные приборы ставят перед собою различные цели. Распространены приборы "Львов", "ЭМКА", "Экзаминатор", при помощи которых преподаватель может заниматься в некотором смысле индивидуально с каждым из учащихся, которые находятся в одной аудитории, притом не мешая остальным. В памяти некоторых автоматов запрограммирован ответ, что облегчает оценку знаний. В некоторых оценку определяет и фиксирует автомат, как бы заменяя преподавателя. В большинстве случаев применяются весьма примитивные приборы - перфокассеты и шаблоны, которые делают непривлекательной весьма ценную и перспективную идею программированного обучения. Имеются также сложные и технически совершенные приборы обучения, например "Ока", однако многие из них страдают неэффективностью и неустойчивостью работы. Создается впечатление, что конструкторы старались без всякой нужды, с точки зрения методики преподавания, усложнить автоматику.

При конструкции автоматов обучения следует учитывать, что одной из основных задач автомата является

преодоление и выявление некоторых неправильных методических взглядов и приемов человека, который изучает данный вопрос, если обучающийся имеет сильную волю, то вполне может обойтись классическим обучением при помощи книг и наглядных пособий, пользуясь соответствующими методическими указаниями на страницах книг. Очевидно, что выбор того или другого варианта автомата обучения во многом зависит от того, какие недозволенные приемы и неправильные методические взгляды приписывает конструктор человеку, который обучается при помощи данного автомата. По нашему мнению, автомат обучения должен быть таким, чтобы обучающийся следовал бы по пути обучения, заложенному в автомате или по крайней мере всякие отступления от этого пути были бы автоматом обучения зафиксированы. Именно такой прибор мы старались создать. Можно отметить несколько причин, почему учащийся хочет "обмануть" автомат. Основная причина — большой и упорный труд, который необходим при освоении таких дисциплин как математика, физика, химия и т. д. После неудачи учащийся соображает, что ему не удалось понять и освоить изучаемый круг знаний и начинает сомневаться в целесообразности предлагаемой методики, своих способностях и в необходимости освоения этих знаний и прибегает к недозволенным приемам.

Вторым основным требованием мы считаем простоту, устойчивость и надежность работы автомата. Другими словами, чтобы обращение с автоматом могло бы быть "неделикатным". Несложность прибора, с другой стороны, может быть в том смысле отрицательной, что его система может быть сравнительно просто понята и один обучающийся может передать другому дешифровку работы системы контроля и функционирования. В связи с этим автомат должен быть таким, чтобы существовала возможность легко менять задачи.

В-третьих, мы считаем, что автомат обучения одновременно должен быть автоматом контроля и, следовательно, должен давать информацию о том, как проходил процесс обучения. Именно этому требованию слабо удовлет-

воряют известные нам автоматы обучения. В следующих параграфах настоящей статьи будет описан предлагаемый нами вариант прибора для индивидуального обучения и его оценка с вышеизложенной точки зрения.

## § 2. Замена кадров

Предлагаемый нами прибор программированного обучения "Лубурс" состоит из трех частей, а именно: из устройства, меняющего согласно программе кадры, которые видны на экране /рис. 1/, логического устройства, при помощи которого определяется, какие из указанных на кадре заданий решены правильно и какие неправильно и, наконец, из прибора, который фиксирует номер кадра, соответствующую длительность задерживания обучающегося на данном кадре и временно предоставляет обучающемуся контрольный лист.

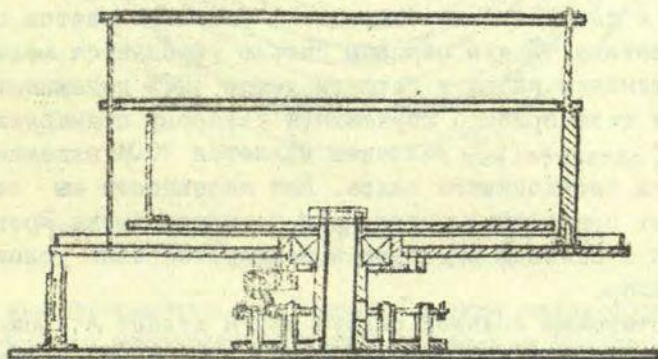


Рис. 1. Устройство, меняющее кадры.

В приборе на диске помещаются 36 кадров. На первый взгляд это число может показаться недостаточным. Однако интенсивное изучение сложных и трудных дисциплин требует много энергии и утомляет, поэтому непрерывное интенсивное обучение может длиться не более двух - трех часов. За это время вряд ли можно выучить больше чем 36 страниц текста или решить около 100 -

300 задач. Следует также отметить, что замена одного набора кадров другим в предлагаемом приборе при удачном подборе программ требует только несколько минут. Опыт показывает, что 36 кадров вполне достаточно, чтобы обучить таким курсам, как сферическая астрономия [4], если пользоваться также и литературными источниками.

Замена одного кадра другим осуществляется в различных приборах обучения или проекторах диапозитивов по-разному. Например, в широко распространенном в настоящее время приборе "Протон" кадры автоматически вталкиваются рычагом на место против объектива. Однако "Протон" работает ненадежно. При автоматическом просмотре негативов с отпечатками показаний кругов в астрометрии на кадр наносят специальные метки, чтобы негатив занял при помощи осмотра меток фотодиодом более или менее фиксированное место относительно экрана. В предлагаемом приборе обучения фильм помещен перпендикулярно к диску и поворотом диска устанавливается против объектива. Таким образом сильно упрощается механизм установки кадра и гарантируется 100% надежность. В случае типа прибора обучения, к которому принадлежит "Жубурс", обязательным условием является 100% надежность установки необходимого кадра. Для надежности мы отказались от применения мотора для поворота диска. Процесс обучения протекает медленно и нецелесообразно усложнять прибор.

Достаточно большой радиус круга делает возможным получение четких изображений, даже если пленка устанавливается по окружности. Действительно, при наличии 36 кадров, т.е. при центральном угле в  $10^\circ$  стрелка равна 0,004 радиуса, что при радиусе 108 мм вносит отклонение в  $\pm 0,2$  мм. Такие отступления практически не влияют на резкость изображения на экране. В нашем приборе используется оптика и монтаж проектора "Этюд". Фильм с кадрами должен для "Жубурса" быть заснят на фотоаппарате типа "Чайка".

Установка перпендикулярно к кольцам 36 стержней, на которые натягивается фильм, происходит следующим

образом. Во-первых, устанавливаются через  $120^\circ$  три по возможности перпендикулярные к диску стержня /рис. 2/.

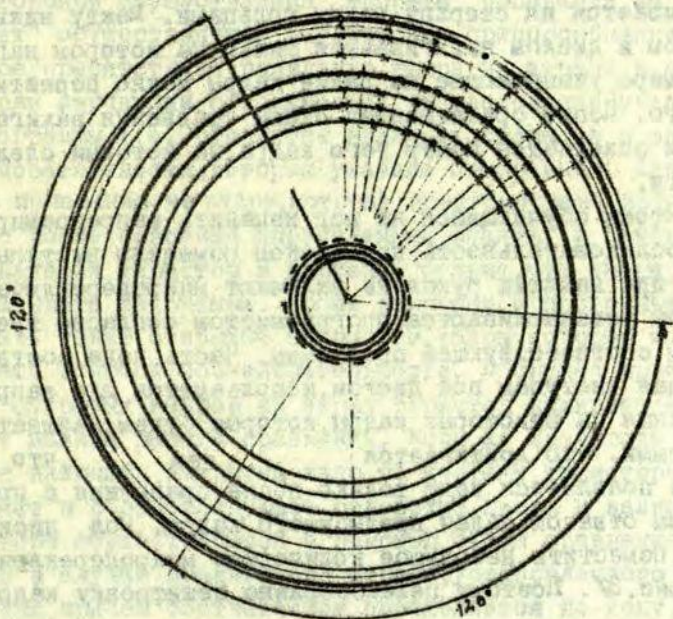


Рис. 2. Диск с выступами для включения микропереключателей.

На них надеваются два кольца. Стержни необходимы для установки плоскостей колец параллельно плоскости диска. Это достигается при помощи подкладок в местах закрепления колец. В диске и в кольцах имеются три круглых отверстия малого диаметра. Устанавливая отверстия диска точно против отверстий кольца, достигаем того, что все 36 отверстий диска помещаются против 36 отверстий каждого из колец. В эти отверстия вставляются стержни, на которые натягивается фильм с кадрами и фильм с номерами, указывающими, на какой кадр следует перейти; кольца закрепляются при помощи завинчивания соответствующих винтов. Чтобы диск занимал относитель-



но объектива при любом кадре одинаковое положение, вращение определяется двумя подшипниками и фиксатором. На ободе диска имеются отверстия против каждого кадра, в которые входит шарик фиксатора. Фильм натягивается на стержни между кольцами. Между нижним кольцом и диском натягивается фильм, на котором написаны номера, указывающие на какие кадры можно перейти от данного. После срабатывания схемы сравнения загорается свет и освещается номер того кадра, на который следует перейти.

Чтобы обучающийся не мог изменить запрограммированную последовательность, под диском помещены выступы, которые при нажатии рукоятки включают микропереключатели. Выступы устанавливаются программистом согласно требованиям соответствующей программы. Часть кода, соответствующая выступам под диском, используется для запрета попадания на некоторые кадры, которые будем называть закрытыми. Это достигается тем, что на экране появляется кадр только после сравнения с правильным ответом задач предыдущего кадра. Под диском можно поместить небольшое количество микропереключателей /рис. 3/. Поэтому целесообразно дешифровку кадров

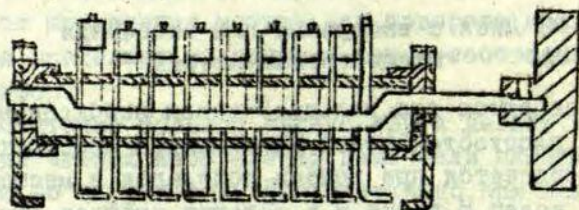


Рис. 3. Рычаг для включения микропереключателей

производить дважды. Во-первых, контрольное сравнение на усвоение знаний данного кадра. В итоге контрольного сравнения выясняется, какой кадр должен быть включен. Если должен быть включен закрытый кадр, то должно быть произведено вторичное

сравнение, которое при правильном ответе включает свет. При вторичном сравнении учитывается часть кода соответствующая микропереключателям. Познакомимся с технической стороной осуществления "запрета" попадания на кадр. "Запрет" осуществляется техническим приспособлением, которое препятствует появлению кадра на экране в случае, если изучающий отказывается от следования указаниям программы, т.е. старается включить кадры не в той последовательности, которая указана программой. Для запрета попадания на кадры, которые предусмотрено изучать только после освоения определенных знаний, в "Жубурсе" используется тиристор в ключевом режиме. Эти кадры будем называть закрытыми. Кроме закрытых, в программе могут быть также открытые кадры, т.е. кадры, которые можно включать в любой последовательности. В случае проецирования открытых кадров на экран тиристор загорается в момент нажима рычага сравнения. Если же изучающий пытается включить закрытый кадр, то контакт тиристора попадает в соответствующее отверстие диска и загорание тиристора осуществляется с помощью схемы сравнения только в случае правильного ответа, установленного на клавишах, причем соответствие определяется по коду, помещенному под диском. Последнее условие введено для более трудной дешифровки системы "Жубурса". Гашение тиристора происходит при переходе на следующий кадр размыканием цепи питания фиксатором, который касается диска. Тиристор включен последовательно с лампой проектора.

### § 3. Л о г и ч е с к а я   ч а с т ь

Современная электроника позволяет построить весьма мощные схемы сравнения для установления правильности полученного ответа. К приборам обучения подключаются целые электронно-вычислительные машины или строятся сложные схемы сравнения. Логическая часть "Жубурса" ограничена вследствие нескольких причин. Во-первых, так как "Жубурс" не имеет никаких специальных приспособлений для набора знаков, а изучающему следует самому на-

брать на тумблерах ответ, то нецелесообразно пользоваться большим числом знаков. Кроме того, при наборе ответа, если он сложный, тоже можно легко ошибиться. Во-вторых: под диском можно поместить ограниченное количество микропереключателей, в "Жубурсе" их шесть. Практически вполне достаточно 36 знаков для записи ответов в двоичной системе. Если этого числа недостаточно, то следует производить не одно, а несколько сравнений для информации, находящейся на одной странице.

Остановимся на недостатках и на преимуществах мощных схем сравнения. Классически хорошо разработаны два метода контроля. Во-первых, контроль за знаниями проводится целой серией вопросов и ответов. Следующий вопрос зависит от предыдущего ответа. Метод этот неудовлетворителен тем, что вопросам поддается ожидаемый ответ. Во-вторых, при контроле изучающий дает достаточно обширный, порой плохо сформулированный ответ. В этом случае оценка ставится по совокупности ответа. Несомненно, что имеются большие трудности осуществления этих методов контроля автоматически. Однако в некоторых случаях контроль не представляет трудностей. Весьма прост контроль при решении математических задач, где ответ дается в числах или в виде формул. Контроль легко осуществляется также при доказательстве теорем или выводе формул, если целая группа теорем или выводы формул имеют аналогичную структуру. Правда, в последнем случае автоматически легко проверить только правильность доказательства, осуществленного по наперед условленной схеме. Однако это не является недостатком приборов обучения, т.к. приборы строятся именно для того, чтобы неуспевающего обучить достаточно общим методам доказательств, т.е. для того, чтобы научить выделить из сложной проблемы основные ее черты [4]. Контроль просто проводить также при изучении грамматики и т.д.

Перейдем к рассмотрению схемы сравнения, примененной в "Жубурсе". Она построена на микрореле, контакты которых переключаются в зависимости от положений ми-

кропереключателей, включенных последовательно с их обмотками. На рис. 4 через  $K_i$  обозначены микропереключатели одной группы, которые устанавливаются обучающимся или же автоматически согласно расположению выступов под диском. Через  $K'_i$  обозначены переключатели второй группы. Независимо от положения контакта  $K_i$  правильный

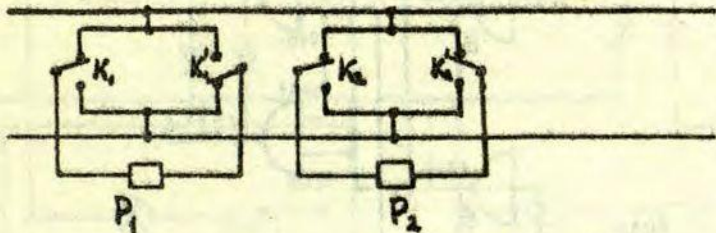


Рис. 4. Схема включений реле.

ответ приводит реле  $P_i$  в одно, а неправильный ответ - в другое положение. В случае несогласия некоторые реле  $P_i$  случайным образом займут положение, соответствующее правильному ответу. Контакты реле подключены к устройству сравнения. На рис. 5 контакты реле разделены на две группы и подключены к логическим ячейкам "и, не"  $A$  и  $A_1$ . В "Жубурсе" контакты разделены на две группы. Возможны четыре случая в зависимости от напряжения на входе логических ячеек  $A$  и  $A_1$ . Они показаны на рисунке. Первый случай представляется первыми числами-напряжениями, второй - вторыми и т.д. На выходе логических ячеек  $pp, nn, pr, rp$  низкое напряжение /обозначенное через нуль/ получится соответственно в 1, 4, 3 и во 2 случаях. На рисунке 6 дана принципиальная схема устройства сравнения, из которой легко усмотреть, что одна из лампочек загорится, если на одном из выходов  $pp, nn, pr$  и  $rp$  будет низкий потенциал. Лампочка осветит находящийся против нее номер, который указывает, на какой кадр следует перейти. Если имеется желание указать изучающему, что ответ, например, был правильным, то номера следует нанести цветными чернилами. Красный -

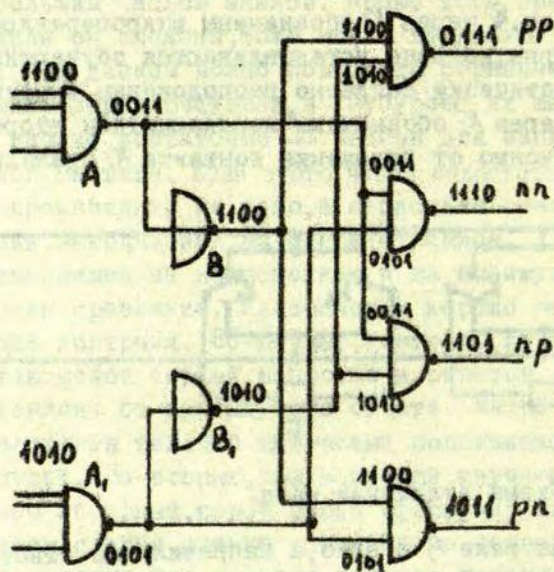


Рис. 5. Логическая схема сравнений.

правильный, черный - неправильный и т.д.

В "Жубурсе" нет специального устройства для записи ответа, что затрудняет проверку правильности ответа. На кадре должно быть объяснено, как устанавливать ответ на тумблерах /рис.7/. Можно, например, ответ  $x = 5/\sqrt{3} \cos 30^\circ$  представить следующим образом  $x = a/b \cos c$  и предложить набрать в соответствующих местах значения пара-



Рис. 7. Распределение ячеек данные на кадрах фильма

метров. Получается некоторое подсказывание ответа.

На первый взгляд может показаться, что 36 тумблеров слишком мало, чтобы провести контроль решений задач, представленных на одной странице. Это действитель-

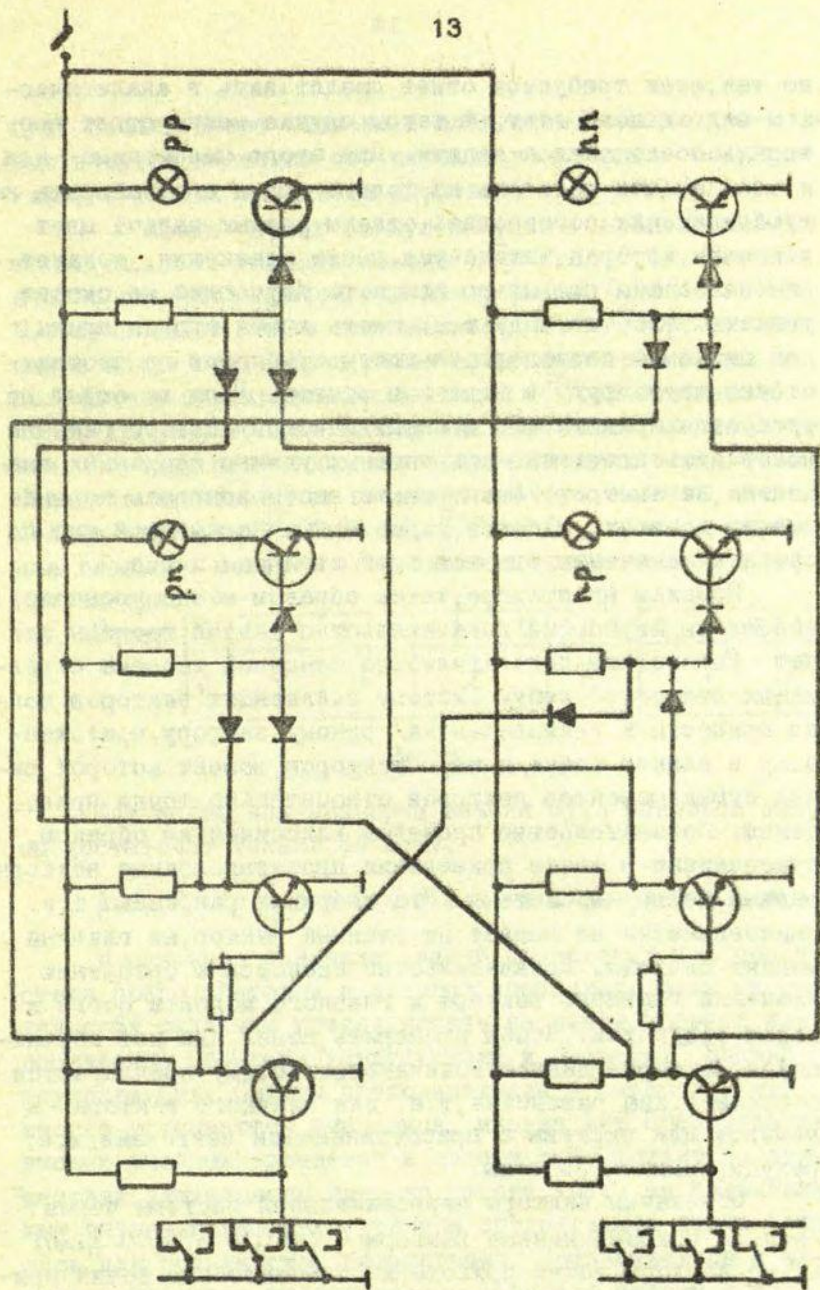


Рис. 6. Принципиальная схема сравнений.

но так, если требуется ответ представить в аналитическом виде и полностью. В таком случае можно ответ проверять после каждой задачи. Для этого необходимо для каждой задачи задавать на фильме код и его набирать на тумблерах или согласовать ответы разных задач. Цвет лампочки, которая загорается после сравнения, покажет — решена задача правильно или нет. Изучающий не сможет угадать ответ по коду, т.к. шесть ячеек его спрятаны под диском и последовательность тумблеров не соответствует друг другу в коде и в ответе. Если же ответ не требуется представить в аналитическом виде, то решение может быть проверено при частных удачно избранных значениях параметров. Можно также вести контроль по значениям не всех, а более характерных параметров или по среднему значению ответов всей страницы и т.д.

Покажем на примере, каким образом можно проверить, усвоил ли изучающий доказательство данной теоремы или нет. Рассмотрим доказательство основной теоремы скользящих векторов: любую систему скользящих векторов можно привести к /эквивалентна/ одному вектору, приложенному в данной точке, и паре векторов, момент которой равен сумме моментов векторов относительно точки приведения. Доказательство проведем классическим образом, присоединяя в точке приведения противоположные векторы, равные векторам системы. Эта операция разрешима, т.к. присоединение не меняет ни главный вектор, ни главный момент системы. Доказательство сводится к сравнению значений главного вектора и главного момента после и перед редукцией. Чтобы проверить, понял или нет обучающийся вышеприведенное доказательство, ему предлагается составить два равенства, т.е. для главного вектора и момента для системы с присоединенными векторами, т.е. редуцированной системы.

Обозначим векторы первоначальной системы через  $\vec{F}_i$  /код 1/, присоединенные векторы  $\vec{F}_i''$  (код 0) =  $-\vec{F}_i$  (код 11) =  $-\vec{F}_i$  (код 1), радиус-векторы точек приложений относительно точки приведения  $\vec{r}_i$  (код 10). Код знака суммы  $\Sigma$  - 100, умножения - 110 и равенства - 11. Ответ сле-

дует писать слева направо в следующем порядке: во-первых, пишутся величины без штрихов, во-вторых - со штрихами, в-третьих - с двумя штрихами.

В левых частях формул пишутся определяемые величины, т.е. главный момент  $\vec{M}_0$  /код 0,1/. Если ячейка остается пустой или число равно 0, то ставится 0. Обучающийся легко воспринимает, что вектор, приложенный в точке приведения, равен сумме векторов и что он получается суммированием векторов  $\vec{F}_i$ , но остальная часть теоремы во многих случаях ему остается непонятной. Поэтому целесообразно задать следующее задание. Напишите значение для главного вектора системы, состоящей из векторов  $\vec{F}_i$  /код 1/,  $\vec{F}_i''$  /код 0/, а потом формулу для главного момента этой системы относительно точки приведения.

Ответ

0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1
0	$\vec{M}_0$	=	$\Sigma$	$\vec{F}_i$	x	$\vec{F}_i$							

Рис.8

Как видно, для проверки знания сути основной теоремы достаточно только 14 мест.

#### § 4. Р е г и с т р а ц и я и н ф о р м а ц и и

В основном освоение знаний происходит без присутствия преподавателей и авторов учебников. Даже на практических занятиях преподаватель не имеет времени для достаточно обширных консультаций и проверки знаний неуспевающих. Советы преподавателей и авторов книг иногда учитываются учащимися, иногда нет. Преподаватели высших учебных заведений и авторы книг только по прошествии длительного времени узнают, какие из изложенных ими знаний легко были усвоены студентами, а какие остались для большинства непонятными. Преподаватели и авторы книг плохо информированы о запасах знаний и способностях обучающихся и читателей, притом запасы эти весьма различны. Более подробная информация о процес-



се усвоения знаний дает преподавателю, т.е. составляющему программу обучения, возможность изменить ее и облегчить и интенсифицировать процесс восприятия. К прибору обучения "Жубурс" приспособлено устройство, которое может по желанию составителя программы записать данные о том, в какой последовательности просматривались кадры, сколько времени обучающийся потратил на изучение материала каждого кадра и дать оценку правильности ответа. Правда, такую информацию непосредственно можно получить только для каждого второго кадра, однако можно программу составить таким образом, что из этих данных можно узнать о длительности пребывания на любом кадре.

Для накопления информации в "Жубурсе" имеется кольцо из диэлектрика с контактными пластинами. По этим контактам при вращении диска скользит щетка, другой конец которой подведен к самопишущему гальванометру посредством латунного кольца, по которому скользит конец щетки. К контактам подведены провода от делителя напряжения. Скользящая щетка при осмотре данного кадра останавливается над соответствующим контактом и подает на самописец определенное напряжение. В зависимости от величины напряжения, регистрирующее перо пишет на ленте самописца прямые отрезки различной высоты /слева направо/ равномерно. По длине и высоте зарегистрированных штрихов можно определить, сколько времени обучающийся потратил на каждый кадр. Если он успешно преодолел все предвиденные в программе проверки, то общее время, потраченное на прохождение темы, является хорошей оценкой. Чем меньше затраченное время, тем выше оценка.

Конкретно в "Жубурсе" для записи информации применен амперметр с автоматической временной записью. Если ответ кадра правильный, то включается короткий импульс. Самопишущий амперметр А с делителем напряжения В, скользящей щеткой С и включателем указателя оценки осуществляет запись номера кадра и затраченного на него времени.

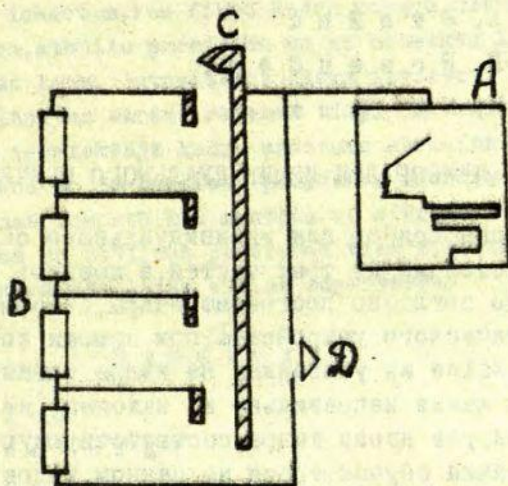
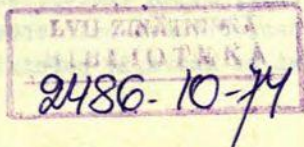


Рис.9. Схема регистрирующего устройства Лубурса.

### Л и т е р а т у р а

1. Клегерис И.Д. Автореферат диссертации. Рига, 1973.
2. Stolurow L., Fauser G. Das rechengesteuerte Lehrsystem kybernetischer und padagogischer sicht 4, Munchen, 1966.
3. Никандров Н.Д. Программированное обучение и идем кибернетики. М., 1970.
4. Briggs L. Proc.Conf.applic. Digital Computers to Automat-Instruction. New York, 1962.



## Р е з ю м е

К. А. Ш т е й н с .

П. П. Р о з е н б е р г

Б. К. Ю д р у п а

## П Р И Б О Р Д Л Я И Н Д И В И Д У А Л Ъ Н О Г О О Б У Ч Е Н И Я

Описан прибор для индивидуального обучения "Жу-бурс" состоящий из трех частей, а именно: из устройства, меняющего согласно программе кадры, которые видны на экране, логического устройства, при помощи которого определяется, какие из указанных на кадре заданий решены правильно и какие неправильно и, наконец, из прибора, который фиксирует номер кадра, соответствующую длительность задерживания обучающегося на данном кадре, правильность ответа и временно представляет обучающемуся контрольный лист. В приборе на диске помещаются 36 кадров, некоторые из них появляются на экране только после сравнения с правильным ответом задач предыдущего кадра. Ответы набираются на 36 тумблерах в двоичной системе устройства сравнения, построенного на микрорелеях. Длительность задержки и правильность ответа фиксируется на амперметре с автоматической временной записью.

Иллюстр.: 9, библиогр.: 4 назв.

К о р з а в и л к у ш в

К. Š t e i n s

P. R o z e n b e r g s

B. J u d r u p a

## I N D I V I D U Ā L Ā S A P M Ā C Ī B Ā S A U T O M Ā T S

Publikācija dots individuālās apmācības automāta "Žuburs" apraksts. "Žuburs" sastāv no iekārtas, kas, saskaņā ar programmu, maina kadrus, kas redzami uz ekrāna, no loģiskas iekārtas, ar kuras palīdzību nosaka, kuri no uzdevumiem, kas redzami uz kadra, ir pareizi atrisināti un kuri nepareizi.

atrisināti; no iekārtas, kas fiksē kadra numuru, uzturēšanas ilgumu pie kadra, atbilžu pareizību un uz noteiktu laiku izsniedz kontroles lapu. Automātā uz diska izvietoti 36 kadri. Daži no tiem kļūst uz ekrāna redzami tikai pēc salīdzināšanas ar pareizu iepriekšējā kadra uzdevumu atrisinājumu. Atrisinājumus fiksē ar 36 tumbleru palīdzību divnieku sistēmā salīdzināšanas iekārtā, kas montēta uz mikrorelejiem. Uzturēšanas ilgums un atbildes pareizums tiek fiksēts ar automatisku reģistrējoša laika skalas ampermetru.

### S u m m a r y

K. Š t e i n s

P. R o z e n b e r g s

E. J u d r u p a

#### AUTOMATIC DEVICE FOR INDIVIDUAL TEACHING

An automatic device - "Žuburs" designed for purposes of individual teaching is described. It consists of three parts: a mechanism manipulating the slides displayed on the screen, a logical device by means of which the correct and false solutions of the problems proposed in a slide are fixed, and a system designed for fixing the number of a particular slide and time spent by the examinee on it and for temporary discharging check card to the examinee. The device contains 36 slides on a reel some of which are displayed on the screen only after the correct answers to the problems of the preceding slide are obtained. The answers are picked by setting 36 digital switches of the comparison device built on microrelays. Display time and correctness of answers are fixed by automatic ammeter with time scale recording.

## ОБ ОБУЧЕНИИ НА ПРИБОРЕ "ЖУБУРС"

§ 1. Прибор для индивидуального обучения "Жубурс" имеет следующие характеристики [1]:

1/ программа обучения содержит 36 кадров. В кадре помещается текст объемом в один машинописный лист.

2/ Ответ и его шифр записываются в двоичной системе и содержат 36 ячеек, кроме того, имеется 6 ложных мест. Ложные ячейки предвидены для облегчения записи ответа и для затруднения дешифровки кодовой системы. Для включения зашифрованного ответа шесть ячеек устанавливаются составителем программы механическими деталями. Они автоматически включают ячейки, притом для каждого кадра индивидуально. Механически включаемая часть ответа затрудняет дешифровку системы зашифрованного ответа. Остальными 24 ячейками программист может распорядиться по своему усмотрению. Некоторые из них включаются учащимися по коду, заданному на соответствующем кадре, некоторые невидимы. Они включены составителем программы и составляют общую часть зашифрованного кода для всех кадров фильма. Чем больше общих ячеек, тем труднее согласовать ответы разных кадров. Наконец все 24 ячейки могут быть использованы для набора ответа, если ответ внутренне согласован.

3/ В "Жубурсе" имеются открытые, закрытые и барьерные кадры. Освещение открытого кадра возможно /зажигается проекционная лампа/ как при правильном, так и при неправильном ответе на предыдущий кадр. Освещение закрытого кадра возможно только при правильном ответе на предыдущий кадр. Чтобы спроецировать закрытый кадр

на экран, следует предварительно произвести сравнение зашифрованного и полученного учащимся ответов предыдущего кадра на электронном устройстве. Во время просмотра барьерного кадра учащемуся автоматически представляется контрольный лист.

4/ Имеется регистратор последовательности кадров с записью длительностей времени на просмотренных кадрах и отметки о правильности ответа. Регистрация "номер - длительность - оценка" возможна для 18 кадров, /т.е. через кадр/. В промежутки времени, когда рассматривается кадр, который не регистрируется, пере регистрирующего устройства находится в нулевом положении.

В автомате "Жубуров" ячейки или соответствующие тумблера могут быть классифицированы следующим образом:

1) действительные и ложные, 2) тайные и открытые, 3) легко или сложно меняемые, 4) индивидуальные, согласованные и несогласованные.

1) Действительные ячейки присоединены к электронному прибору сравнения, а ложные нет. Ложные предвидены для затруднения дешифровки системы сравнения. Учащемуся неизвестно, что существуют ложные тумблеры.

2) Тайными ячейками называются ячейки, в которые заложены учащемуся неизвестные значения. Это - ячейки, включаемые при помощи микропереключателей, а также тумблеры, спрятанные от глаза учащегося и закрытые ключом. На открытых ячейках звучащий сам набирает соответствующие значения "0" и "1".

3) Чтобы не дать возможности учащемуся механически набирать незаконно подсказанный ответ, рекомендуется задачи часто менять. Одновременно меняются ответы и, следовательно, следует менять зашифрованные значения в ячейках. Наиболее просто в "Жубурсе" менять значения на спрятанных тумблерах. Изменение значений на микропереключателях значительно сложнее. Можно также сравнительно легко менять местами тумблеры и их направления включения. Задавать на фильме для каждого варианта свой код не представляет трудности, но это связано с опасностью расшифровки системы "Жубурса". Чтобы избежать

расшифровку, рекомендуется для каждого варианта менять местами тумблеры и направления их включения.

В индивидуальных ячейках помещаются части ответов, которые для различных кадров могут иметь различные значения. Индивидуальными ячейками являются ячейки, включаемые микропереключателями и тумблерами, при помощи которых учащийся набирает написанный на кадре код. Введение большего количества ячеек со значениями, данными на кадрах, не желательно, т.е. это облегчает дешифровку кодовой системы "Жубурса" и затрудняет замену одних валов другими. С другой стороны, в некоторых программах имеются значительные трудности при согласовании ячеек. Строго согласованным ячейкам соответствуют спрятанные тумблеры.

Две ячейки называются полусогласованными, если они подключены к одному и тому же микрореле и в случае правильного ответа в них вкладываются одинаковые значения. На следующем кадре в них вкладываются также одинаковые значения, однако значения разных кадров не согласуются. При переходе на другой вариант согласованность ячеек может быть перестроена переключением данного тумблера на другое микрореле.

§ 2. В настоящей статье предлагается ряд характерных режимов обучения для прибора "Жубурс".

#### а/ С в о б о д н ы й   р е ж и м

При этом режиме конструкция "Жубурса" дает возможность учащему отказаться от указанной прибором последовательности включения кадров и избрать последовательность произвольно. Однако, рассматривая график "номер - длительность - оценка", все "незаконные" изменения в последовательности изучения тем могут быть обнаружены. Правильные ответы на этом графике отмечены пиками, которые возникают от импульсов на выходе логического элемента, который устанавливает правильность ответа. Такой информации не имеется для кадров через один, которые не подключены к регистрирующему устрой-

ву. В кадрах, не имеющих регистрации, следует помещать материал, который не требует проверки в том же кадре. Если учащийся следует указанной программой последовательности, то программу можно составить так, что в промежуточных кадрах имеется информация "номер-длительность", т.к. длительность записывается регистрирующим устройством, но номер можно узнать по данным предыдущего и последующего кадров. При свободном режиме нет особых требований относительно типа ячеек. Следует использовать все ячейки, включаемые микропереключателями. Не рекомендуется производить многократные сравнения для дешифровки ответов представленных на одной странице, т.к. это поощряет стремление к дешифровке всей системы.

#### б/ Ц и к л и ч е с к и с в о б о д н ы й р е ж и м

Свободный режим неоправдывает себя, если учащийся неподчиняется указаниям составителя программы и пытается получить ответы на задания просмотром всей программы. Поэтому предлагается циклически свободный режим, в котором вся программа разбита на циклы. В циклически свободном режиме цикл состоит из свободных кадров и ограничен в конце закрытым кадром, который может быть многократным. В барьерном кадре данного цикла указывается, что изучающий освоил материал данного цикла. При включении барьерного кадра учащемуся представляется контрольный лист. В барьерном кадре можно поместить также краткую характеристику законченного цикла и показать, как правильно решаются задачи и задать задачи следующего цикла. В свободных кадрах цикла изучаются вопросы данного цикла и дается вспомогательная литература. В свободных кадрах можно задать задания, правильно решив которые, можно попасть на закрытые. Введение барьерного кадра технически требует добавочного микропереключателя, который срабатывает, если включается барьерный кадр. У кадров цикла, после которых в случае правильного ответа следует закрытый, имеется



одинаковый код, т.к. сравнение ответа должно производиться дважды. На открытом кадре, чтобы узнать на какой кадр отправляться, и на закрытом кадре, чтобы на этом кадре зажечь свет. Если же имеются подряд несколько закрытых кадров, то в случае использования схемы для сравнения двух групп закрытые кадры должны иметь общую часть кода. Это облегчает дешифровку системы, т.к. свет можно зажечь во всех кадрах данного цикла, зная одно решение. Поэтому предлагается схема сравнения для трех групп, разделяя микропереключатели на две группы по закону шахматной доски. В циклически свободном режиме возможно заставить учащегося выполнять задачи в предвиденной программой последовательности. Для этого следует формулировать задания в барьерном кадре предыдущего цикла, а проверку ответа, т.е. зашифрованный код, задавать на открытом кадре данного цикла.

#### в/ Жесткий режим

Жестким режимом называется такой режим, при котором на любой кадр программы, за исключением первого кадра, можно попасть только зная правильные ответы на определенное число вопросов.

В жестком режиме изучающему следует записывать ответ в кодовой системе, т.к. может возникнуть необходимость вернуться на просмотренный кадр. Записывание ответа в кодовой системе поощряет дешифровку кодовой системы Жубурса. Поэтому в жестком режиме необходимо иметь большое количество микропереключателей. Для этого в диске с отверстиями следует сделать вдвое большее количество отверстий и увеличить вдвое число микропереключателей. Если микропереключателей 6, то жесткий режим не рекомендуется. Остановимся на вопросе о построении схемы сравнения для трех групп. Микропереключатели разделяются на две группы по правилу шахматной доски, т.е. на первом и на втором кадрах одинаковы первые три ячейки, на втором и на третьем кадрах одинаковы 4, 5, 6 ячейки,

на третьем и четвертом кадрах одинаковы первые три ячейки и т.д. В итоге сравнения должно быть выяснено, правильный ли получен ответ на вопросы данного кадра, и, во-вторых, создать необходимый код для попадания на следующий кадр. Соответствующая функциональная схема дана на рис. 1. Все ячейки разделены на три группы. В первую группу входят три первые микропереключателя и соответствующие тумблеры, во вторую - остальные три микропереключателя и их тумблеры, а в третью остальные тумблеры.

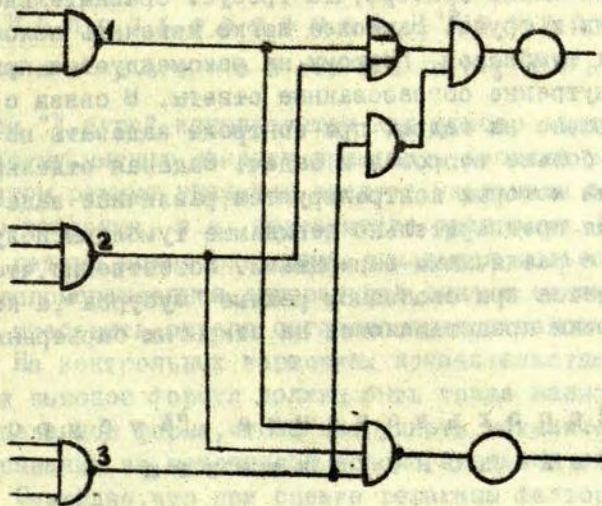


Рис. 1

Первые две группы соединены схемой "или", а потом схемой "и" с третьей группой. Таким образом, получается код для зажигания света. Схема "и" для всех трех групп оценивает правильность ответа на вопросы кадров.

§ 3. С помощью "Жубурса" можно проводить разные[23] виды обучения. Рассмотрим наиболее характерные из них.

### 1. К о н т р о л ь з н а н и й

Контроль знаний на "Жубурсе" предвиден без присутствия обучающего. Чтобы ответы на поставленные вопросы или решения задач не были бы заранее известны, следует менять содержание кадров. Это связано с перестановкой деталей на диске прибора, что требует сравнительно много времени и труда. Наиболее легко изменить положение невидимых тумблеров, поэтому не рекомендуется применять только внутренне согласованные ответы. В связи с этим целесообразно на кадрах при контроле задавать по возможности больше вопросов и задач. Задавая отдельным лицам, знания которых контролируются, различные задачи и переключая предварительно невидимые тумблеры, получается контроль с различными вариантами. Естественно, что контроль ведется при свободном режиме "Жубурса", а контрольные карточки представляются на открытых барьерных кадрах.

### 2. И с п о л ь з о в а н и е " Ж у б у р с а " как консультанта

Программу можно приурочить к определенному учебнику. На кадрах задаются вопросы. В зависимости от степени правильности учащийся посылается к кадру, где поясняется, что он понял неправильно и что ему следует пересмотреть. В этом случае можно вполне применить свободный режим и задать на одном кадре несколько вопросов.

### 3. Использование "Жубурса" для самообучения

Если же программа приурочена к достаточно объемистому и сложному материалу, из которого учащемуся следует выделить основные идеи, то возможно, что после неправильного ответа он получает некоторые пояснения и добавочные вопросы, которые его направляют на правильный путь. В этом случае устройство выступает как обучатель и надо перейти на циклически свободный режим. В этом виде обучения контрольные карточки могут играть роль материала, по которому специалист может дать личные консультации.

### 4. Использование "Жубурса" как устройства обучения

Если "Жубурс" используется как прибор обучения, то, по нашему мнению, следует применить жесткий режим, т.к. в этом режиме учащийся следует указаниям более опытного товарища, т.е. составителя программы. При жестком режиме можно разрешить учащемуся пользоваться вспомогательной литературой, однако ответы следует требовать строго согласно предлагаемой методике. На контрольных карточках доказательства теорем и выводов формул должны быть также написаны по определенной форме, чтобы затруднить механическое списывание из источников вспомогательной литературы. Очевидно, что при оценке решающим фактором должна быть продолжительность времени исполнения данного задания.

#### § 4. На устройстве обучения "Жубурс" применяются следующие методы проверки знаний [2,3,4]

1. Выбор ответов является наиболее распространенным методом в технически слабо оснащенных устройствах

обучения. Учащемуся предлагается несколько ответов, среди которых имеется правильный и ему следует лишь указать на него. В наиболее упрощенном виде предлагается только один вопрос, на который следует ответить "да" или "нет". Получается явное подсказывание ответа. Чтобы уменьшить случайное совпадение ответа с правильным, оценка ставится по достаточно большому количеству вопросов.

2. Задолго до введения программированного обучения при изучении грамматики применялась проверка знаний методом дополнения текста. Этот способ весьма эффективно может быть применен на рассматриваемом приборе.

3. Подобным образом классически применялось изучение математических дисциплин вписыванием выкладок на бланках с напечатанным текстом. Этот метод применим на "Жубурсе" при исполнении временных контрольных листов.

4. При контроле и в особенности при изучении математических дисциплин широко применяется метод нахождения ошибок в достаточно сложных выкладках. Этот метод также удобен для "Жубурса".

5. Отождествление оцифрованных рисунков широко применяется при обучении геометрии, начертательной геометрии и весьма просто осуществляется на "Жубурсе".

6. Дополнение и упрощение оцифрованных рисунков также можно осуществить на "Жубурсе". При дополнении рисунка следует вести коды, указывающие прохождение вновь вводимой линии через имеющиеся на рисунке точки и линии.

7. Ответ может быть представлен в виде рисунка. Имеются определенные трудности представить рисунок в двоичной системе. Поэтому на кадре можно нарисовать составные части рисунка, совмещая которые параллельным перемещением, можно получить правильный рисунок. В ответе изучающий указывает на его вариант совмещения составных частей.

8. При проверке числовых ответов можно написать одно число, имеющее 36 мест в двоичной системе, или не-

сколько с соответственно меньшим числом мест. Если количество мест оказывается недостаточным, то контроль можно вести по сумме ответов, или некоторые ответы пропускать и т.д. Следует указать места, где должны набираться ответы.

При записи ответов в элементарных функциях можно поступать различным способом. Отметим два способа.

9. На кадре дается ответ в более общем виде и, подбирая параметры, из него можно выделить правильный ответ. Например, задавая параметру, который представляет показатель степени, значение нуль, соответствующий множитель исключается и т.д.

10. На кадре можно указать код, с помощью которого записываются не слишком сложные выражения.

### Л и т е р а т у р а

1. Штейнс К.А., Ровенберг П.П., Юдрупа Б.К. См. настоящий сборник, с.3.
2. Скиннер Б. Наука обучении и искусство обучения. Сб. "Программированное обучение за рубежом", М., 1968.
3. Briggs L. Proc. Conf. Applic. Digital Computers to Automat-  
Instruction. New York, 1962.
4. Никандров Н.Д. Программированное обучение и идеи кибернетики. М., 1970.

## Р е з ю м е

Б. К. Ю д р у п а

## ОБ ОБУЧЕНИИ НА ПРИБОРЕ "ЖУБУРС"

Ответ и его шифр на приборе "Жубурс" записываются в двоичной системе и содержат 36 ячеек, кроме того, имеется 6 ложных мест. Лчейки или соответствующие тумблеры могут быть классифицированы следующим образом: 1/ действительные и ложные, 2/ тайные и открытые, 3/ легко или сложно меняемые, 4/ индивидуальные, полусогласованные и согласованные. Даны рекомендации, как выбирать число соответствующих тумблеров в зависимости от примененного режима обучения, свободного, циклически свободного или жесткого. Дана функциональная схема сравнения для обучения по разветвленной программе. Описаны следующие виды обучения на "Жубурсе": контроль знаний, использование "Жубурса" как консультанта или как устройства обучения. Описаны восемь методов проверки, удобно применяемых на "Жубурсе".

Иллюстр.: 1, библиогр.: 4 назв.

К о р в а в и л к у м а

B. J u d r u p a

## PAR APMAČIŠANU UZ AUTOMĀTA "ŽUBURS"

Atbildi un tās šifru uz automāta "Žuburs" fikse divnieku sistēmā uz 36 tumbļiem, bez tam automāta ir 6 fiktīvi tumbļi. Šādas vai attiecīgie tumbļi var tikt sekojoši kvalificēti: 1) istie un fiktīvie, 2) apslēptie un atklātie, 3) ērti un neērti maināmi, 4) individuālie, daļēji un pilnīgi saskarjami. Dotas rekomendācijas, kā izvēlēties tumblera skaitu atkarībā no apmācības režīma (brīva, cikliski brīva un stingrā). Sazarotai apmācības sistēmai dota salīdzinošās iekārtas funkcionālā shēma. Aprakstīts, kā realizēt uz "Žubura" kontroli, konsultācijas un apmācību. Aprakstīti astoņi kontroles veidi, kas ērti piemērojami "Žuburam".

## Summary

B. Judrupa

## ABOUT THE TEACHING ON AUTOMATE "ŽUBURS"

The answers and their code for automate "Žuburs" must be done in digital system and have 36 cells besides 6 cells fictitious. The cells or corresponding swithes can be clasifide following: 1) real and fictitious, 2) secret and accessible, 3) easy and difficult rearrangable, 4) individual and coordinate. It is shown how the swithes must be choosen when the automate is established in accessible, cyclic accessible or strict regime. Functional sheme of comparison is given for branching programme. Realisation by "Žuburs" the control, the consultation and the teaching are discusse. Eight methods are given to control the answers on the "Žuburs".



УДК 681.142.2

Д. В. Д а м б е р г а

### ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ "ПРЕДЕЛЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ И ФУНКЦИЙ ДЛЯ "ЖУБУРСА"

Студенты 1 курса по специальности физики в первом семестре по высшей математике должны в быстром темпе усвоить большой объем материала, так как математика необходима для понимания курса общей физики. В связи с этим для индивидуального обучения студентов целесообразно использовать прибор "Жубурс". В настоящей статье описана программа обучения по теме "Пределы последовательностей и функций". Программа предназначена как дополнение к практическим занятиям по указанной теме. Основная цель практических занятий - объяснить и закрепить основы теоретического материала изложенного на лекциях и научить студента применять теорию при решении разных задач. Обычно студентам после нескольких занятий или после какой-то части курса дается контрольная работа. Из-за недостатка времени подготовка студента к контрольной работе преподавателем не контролируется. Как показывает практика, студенты 1 курса не используют консультации преподавателя. По нашему мнению, неуспеваемость в большинстве случаев происходит из-за того, что студент изучает математику методически неправильно, т.е. не умеет выделить из огромного материала главное, а старается запомнить менее существенные понятия курса. При составлении программы для прибора "Жубурс" по теме: "Предел последовательности и предел функции" главное внимание обращено на следующее:

- 1/ научить студента решать задачи и усваивать основы теории;
- 2/ методически правильно управлять работой студента;
- 3/ дать возможность студенту контролировать правильно ли он понял и усвоил данный материал;
- 4/ по информации, полученной от регистрирующего устройства прибора, дать возможность преподавателю исследовать темп и трудности усвоения материала.

Программа составлена для работы прибора в циклически свободном режиме. Она имеет семь циклов на следующие темы: 1/ числовая последовательность, ее свойства и предел последовательности; 2/ определение предела функции; 3/ раскрытие неопределенностей вида  $\left(\frac{0}{0}\right)$  ( $\infty - \infty$ ); 4/ использование предела  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$ ; 5/ использование предела  $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x = e$ ; 6/ раскрытие неопределенности на основе непрерывности показательной и логарифмической функции; 7/ односторонние пределы, точки разрыва функции.

В первом кадре каждого цикла студенту даются сведения о структуре цикла. Основным учебником считается В.А. Ильин, Э.Г. Позняк "Основы математического анализа", Москва, 1967 г. [2] Потом следуют кадры, в которых дано короткое изложение теоретического материала цикла и примеры с решениями, задачи с подробными указаниями их решения и, наконец, задачи с ответами. Студенту рекомендуется ознакомиться со всем кадром не сразу, а за несколько подходов. Во-первых, рекомендуется познакомиться с образцом решения примера, а потом перейти к решению зачетных контрольных задач, которые помещены на одном свободном и на одном или нескольких закрытых кадрах цикла. [1] В случае, если студент неправильно решил контрольные задачи открытого кадра, он направляется обратно к кадрам, где изложена теория или же к кадру с образцами решения задач. Студенту рекомендуется изучить задачи с подробными объяснениями хода решений и после этого вернуться опять к решению зачетных контрольных задач. В крайнем случае студент прибегает к

литературным источникам, указанным на кадрах. Имеется также другой путь, а именно, если студент считает, что он знает теорию, он может сразу обратиться к кадру с зачетно-контрольными задачами и при успешном решении их попасть на барьерный кадр, где он получает временный контрольный лист с задачами [1]. Если студент не может правильно решить зачетно-контрольные задачи, он вынужден заняться изучением теории. Для этого рекомендуется использовать открытые кадры цикла, в которых коротко изложена теория и схема решения задач, а также свои записи лекций или учебники. На кадрах указано, к какой странице учебника следует обратиться.

По мнению автора, студенту легче и быстрее изучить данную тему, если он будет строго придерживаться к указаниям программы, прочтет и выполнит все задания на кадрах в указанном машиной порядке. Программа предназначена для обучения студента, поэтому задачи первых кадров циклов легче. В конце программы даны окончательные контрольные задачи на всю тему. Соответствующие кадры являются свободными и задачи на кадрах выбраны различной степени трудности, что позволяет автоматически оценить знания оценками: неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо и отлично. Данные о процессе обучения на "Джубурсе" позволяют оценить способности студента, а также выявить неудачно составленные места программы [3].

Тема "Пределы" для программированного способа изучения трудна из-за двух причин. Во-первых, ответы задач имеют сложный вид, что затрудняет запись ответов в аналитической форме и ввод их в машину. В связи с этим в программе в многих случаях контроль ведется или по значениям ответов при заданном значении параметра или по значениям параметров общего вида формулы. Во-вторых, определение предела  $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_n = \alpha$  на языке " $\varepsilon - N$ "  $\forall \varepsilon > 0 \exists N, \forall n > N \Rightarrow |\alpha_n - \alpha| < \varepsilon$  и аналогичные не требуют однозначного  $N = N(\varepsilon)$ , так как каждое число  $N, N > N$  также является решением. Эта весьма существенная неопределенность в определении  $N(\varepsilon)$  затруд-

няет автоматический контроль и по сути дела требует контроль всего решения. В связи с этим задачи на усвоение понятия предела в зависимости от их трудности расположены в двух кадрах - в открытом и в барьерном. Для решения соответствующих задач на предел в открытых кадрах требуется найти "наипростейшее решение", которое в большинстве случаев совпадает с минимальным значением  $N=N(\epsilon)$ . Это оправдано тем, что студент должен не только уметь решать задачи, но делать это наиболее рационально /вернее, обще принятыми методами/.

В настоящей статье не будем рассматривать содержание кадров, где даны сведения из теории и образцы решения задач, а только дадим краткое распределение программы по кадрам. Главное внимание обратим на преодоление вышеуказанных трудностей автоматического контроля решений задач и ответов на вопросы и на основании связи теории с решением задач.

## Программа на тему

### "Пределы последовательностей и функций"

Ц и к л 1. Предел последовательности.

№ 1, 2, 3. Теория и образцы решения примеров,

№ 4 /свободного режима/. Контрольные задачи на проверку знания основ теории и приемов решения задач. В случае правильного ответа студент направляется к кадрам с зачетными контрольными задачами. В первой половине кадра № 4 /т.е. в пунктах 1, 2/ контролируется знание теории. Во-первых, проверяется знание определения предела методом дополнения текста, например, в записи

$$\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = a \leftrightarrow 1. \epsilon > 0 \quad 2. \exists N \exists n > N \Rightarrow |a_n - a| < \epsilon$$

следует указать, который из символов  $\forall$  или  $\exists$  помещается на свободных местах 1, 2, 3. Во-вторых, проверяется знание основ теории, установлением сходимости или расходимости несложных последовательностей с указанием признака, название которого или краткое содержание и его код даны на кадре, например: признак Коши,

признак сходимости монотонной последовательности, выделение нескольких последовательностей с различными пределами, теорема о пределе последовательности  $\{c_n\}$ , если  $a_n \leq c_n \leq b_n$  и  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = A$  и т.п. В-третьих, для задач, в которых  $n$ -тый член последовательности является частным от деления многочленов натурального аргумента  $n$ , следует определить предел и найти  $N(\varepsilon)$  или  $N(\delta)$   $\varepsilon$ -малое,  $\delta$ -большое число. Ответ контролируется при определенном значении  $\varepsilon$  ( $\delta$ ). Если студент правильно ответил только на пункты 1 и 2, то предлагается включить кадр 3, если же правильный ответ получен только на пункт 3, то предлагается включить кадр 1, если 1, 2, 3 решены неправильно, то предлагается заняться изучением литературы. При правильном решении пунктов 1, 2, 3 автоматически включается кадр № 5.

№ 5 является зачетным контрольным кадром по вопросам теории предела последовательности и содержит некоторые вопросы теоретического характера по геометрической интерпретации  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n$ ,  $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_n$ . Задачи на запись определений  $+\infty$ ,  $-\infty$ ,  $\infty$  и бесконечно малых величин методом дополнения текста. Задачи на нахождение  $N = N(\varepsilon)$  в случае, если не требуется усиления неравенств. Контроль по определенным значениям  $\varepsilon$  и значениям параметров  $\alpha$ ,  $\alpha$ ,  $b$  в формуле  $N(\varepsilon) = \frac{\alpha}{\varepsilon^2} + b$ . Контроль на знание метода нахождения предела отношения двух многочленов натурального аргумента  $n$  при  $n \rightarrow \infty$ . Оба члена отношения полезно предварительно разделить на  $n^\alpha$ , где  $n^\alpha$  - наивысшая степень этих многочленов.

№ 6 является зачетным контрольным кадром для проверки усвоения техники нахождения пределов последовательностей, общий член которых имеет вид частного от деления двух целых многочленов относительно  $n$  [4], [5].

На барьерном кадре, т.е. на кадре № 7, предлагаются задачи на доказательство предела последовательности, т.е. на нахождение  $N(\varepsilon)$  с усилением неравенства и на доказательство некоторых признаков сходимости

последовательностей.

### Ц и к л 2. Предел функции.

В первых двух кадрах этого цикла даны основы теории и образцы решения примеров.

№ 10 является открытым кадром зачетного контроля, в нем, во-первых, даны определения пределов функции на языке  $\varepsilon - \delta'$ , которые следует переписать в форме  $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = ?$  и т.д. Во-вторых, студент должен ответить на вопросы о возможном изменении  $\varepsilon$  и  $\delta$ , если дано  $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = A$  и согласованные значения  $\varepsilon$  и  $\delta$ . В-третьих, требуется доказать утверждение  $\lim_{x \rightarrow x_0} x^n = x_0^n$

согласно вышеуказанному учебнику, т.е. найти оценку для  $|x^n - x_0^n|$  в зависимости от оценки  $|x - x_0|$  и упростить ее до одночлена. На шкале ответов следует набрать значение коэффициента оценки. Аналогичную оценку требуется найти для функции  $\sin x$  в точке  $x_0 = 0$ .

№ 11 является зачетно-контрольным кадром на обоснование утверждений  $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = A$  и на определение оценок для различных функций  $f(x)$ . Следует найти зависимость  $\delta(\varepsilon)$  или  $\delta(\varepsilon)$  и на шкале ответов нанести значения  $\delta$  для конкретных значений  $\varepsilon$  или  $\varepsilon$ . Рассматриваются задачи, которые решаются усилением исходного неравенства по заданным образцам, например, используя

$$\frac{x^{2n} + a}{x^{2n} + b} < \frac{x^{2n} + a}{b}$$

№ 12. Барьерный кадр с задачами более общего типа и задачами, в которых для усиления исходного неравенства  $|\frac{P(x)}{Q(x)} - \frac{P(x_0)}{Q(x_0)}| < \varepsilon$  используется вышеуказанная оценка  $|x^n - x_0^n|$  в зависимости от оценки  $|x - x_0|$ . Для оценки выражения в знаменателе, задаются нули и точки экстремума многочлена  $Q(x)$ .

Ц и к л 3. Раскрытие неопределенностей. В первом и во втором кадре этого цикла даны правила действия с пределами и показано, как решать примеры на раскрытие неопределенностей типа  $(\frac{0}{0})$ ,  $(\infty - \infty)$ .

№ 15. Открытый кадр на проверку знаний основных свойств и действий с пределами. Проверка знаний методов раскрытия неопределенностей. Рассматриваются следующие приемы: в случае  $x \rightarrow \infty$  деление числителя и знаменателя, которые являются многочленами на  $x^n$ , где  $x^n$  — наивысшая степень этих многочленов, в случае  $x \rightarrow x_0$  сокращение дроби на выражение, которое в пределе превращается в нуль. У студентов, окончивших специальные математические школы, имеется тенденция избегать применения этого приема и все сводить к правилу Лопиталля. Поэтому предлагается, например, следующая задача:

$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{x}}{\sqrt{x}}$  = ? или ее некоторые обобщения. Некоторую путаницу вносит преждевременное применение подстановок, поэтому подстановки в программе введены после рассмотрения замечательных пределов, которые не могут быть решены методом сокращения на выражение, которое в пределе обращается в нуль. У слабых студентов имеется неясности о роли уничтожения иррациональностей при раскрытии неопределенностей. Поэтому рассматриваются, например, следующие задачи

$$\lim_{x \rightarrow 9} \frac{\sqrt[3]{x-1} - 2}{x-9}, \quad \lim_{x \rightarrow \alpha} \frac{\sqrt{\sin x - \sin \alpha}}{\sqrt{\sin(x-\alpha)}}, \quad \text{и т. п.}$$

Эти примеры и подобные примеры должны объяснить студенту, что преобразования проводятся с целью получения в числителе и знаменателе одинакового выражения, которое  $\rightarrow 0$  и на которое можно сократить, притом совершенно безразлично, уничтожаются ли иррациональности или появляются новые. Рассматриваются примеры, содержащие тригонометрические выражения, которые  $\rightarrow 0$  при  $x \rightarrow x_0$  и которые могут быть сокращены. Все примеры несложные и на шкале ответов следует указать значение предела и номер метода из данной подробной классификации методов раскрытия неопределенностей.

№ 16. Закрытый зачетно-контрольный кадр на проверку знаний методов раскрытия неопределенностей. Формулировка теоремы Безу. Задачи на деление полино-

мов на  $x = x_0$ . Действия со степенями, имеющими дробные показатели. Проверка знаний некоторых формул тригонометрии методом дополнения текста [2], [4], [5].

Ц и к л 4. Использование формулы  $\lim_{x \rightarrow x_0} \frac{\sin x}{x} = 1$  (1) для вычисления пределов.

В кадрах № 17 и № 18 дан вывод формулы и образцы решения примеров.

На кадре № 19 приведен рисунок, на котором показаны графики функций  $\sin x$ ,  $x$ ,  $\operatorname{tg} x$ . Следует написать неравенство для вывода формулы (1). Кроме того, неравенство следует уточнить, заменяя равенством, и получить более точную оценку [6]. Проверяется знание метода. Для сравнительно легких задач следует на шкале ответов нанести подстановки, ведущие /для соответствующих примеров/ к формуле (1).

На закрытом кадре № 20 даны задачи на применение формулы (1) для вычисления пределов.

Ц и к л 5. Использование формулы  $\lim_{x \rightarrow \infty} (1 + \frac{1}{x})^x = e$  (2) для вычисления пределов.

На кадрах № 21 и № 22 даны вывод формулы (2) и образцы решения примеров.

На кадре № 23 проверяется знание признака существования предела, если функция включена между двумя функциями  $f_1(x) < f_2(x)$ , имеющими общий предел. На шкале ответов следует указать знак неравенства. Показать с каким рядом в теории числа сравнивают ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^p}$  и как этот ряд возникает. Студент должен нанести на шкале ответов коэффициент общего члена бинома Ньютона при данном  $n$ .

Кадр № 24 содержит задачи на применение формулы (2).

Ц и к л 6. Раскрытие неопределенностей на основе непрерывности показательной и логарифмической функции.

Ввиду того, что доказательства непрерывности элементарных функций в большинстве случаев на лекциях не рассматривается, непрерывность показательной



функции в общем виде не изучается.

В кадре № 25 даны образцы решения примеров.

В кадре № 26 имеются вопросы по доказательству непрерывности показательной функции, используя знания о действиях с рациональными показателями степени, например: 1. Пояснить, почему из равенства

$$a^x - a^{x+h} = a^{x+h}(a^{-h} - 1), \quad a < 1$$

следует монотонность функции  $a^x$ . Ответ в виде неравенств. 2. Перечислить свойства обратных функций для монотонных функций. Ответ выбором свойств из предложенных [73]. Проверить равенства

$$\lim_{n \rightarrow \infty} a^{\frac{1}{n}} = 1, \quad a > 0, \quad n - \text{целое число}$$

методом нахождения  $N(\varepsilon)$  с привлечением линейного члена формулы бинома Ньютона.

В закрытом контрольном кадре № 27 рассматриваются неопределенности, раскрыть которые можно при помощи подстановок с показательными функциями. Рассматриваются общие соображения по раскрытию неопределенностей со степенно-показательными функциями, т.е. с функциями вида  $y = u^v$ , где  $u = u(x)$ ,  $v = v(x)$ .

Ц и к л 7. Классификация разрывов функций и сравнение бесконечно больших и бесконечно малых величин.

В кадрах № 28 и № 29 даются основные сведения из теории этого вопроса и даны образцы решения примеров.

Кадр № 30 является открытым зачетно-контрольным кадром по определению вида разрыва функции. Здесь даны графики функций и следует на шкале ответов нанести тип разрыва и значения функций для возможного устранения некоторых разрывов. Определение порядка бесконечно малых и бесконечно больших величин контролируется в виде формул.

На кадре № 31 даны задачи на определение типа разрыва функций.

На кадре № 32 даны задачи для раскрытия неравенств методом выделения главной части бесконечно ма-

лых и больших величин.

На кадрах № 33 - № 35 даны контрольные задачи на всю тему.

### Л и т е р а т у р а

1. Штейнс К.А., Розенберг П.П., Юдрупа Б.К. См. статью настоящего сборника на с.3.
2. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа. М., 1967.
3. Ильина Т.А. О методике разработки программированных учебных материалов. М., 1967.
4. Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа. М., 1971.
5. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по курсу математического анализа. М., 1952.
6. Дамберга Д.В. См. настоящий сборник, с.72.
7. Методика составления обучающих программ. Некоторые средства механизации учебного процесса. В коллективном труде: Памятка участнику семинара проф.-пред. состава с-х вузов МСХ СССР по вопросам прогр. обучения и прим. ТС в уч. процессе. Рига, 1967.

## Резюме

Д. В. Дамберга

ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ "ПРЕДЕЛЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ  
И ФУНКЦИИ ДЛЯ "ЖУБУРСА"

В статье описана методика программированного обучения по разделу курса математического анализа "Пределы последовательностей и функций" для студентов по специальности "физика". Вся программа имеет семь циклов и в статье дан анализ этих циклов по кадрам. Показано, как устранить трудности при вводе ответов в автомат, если ответ задачи имеет сложный вид или даже неоднозначен. В общем решаются задачи из задачника утвержденных Министерством высшего и среднего специального образования. Однако для усвоения основ теории введены новые задачи, при решении которых автомат требует знания некоторых этапов доказательств основных теорем. Библиогр.: 7 назв.

К о р а в и л к и н а

D. D a m b e r g a

PROGRAMMAS APRAKSTS TEMAI "VIRKŅU UN FUNKCIJU  
ROBEŽAS "ŽUBURAM"

Rakstā dota programmētās apmācības metodika matematis-  
kā analizē kursa nodaļai "Virkņu un funkciju robeža" fi-  
zikas specialitātes studentiem. Visa programma sadalīta  
septiņos ciklos un dota katra cikla analīze pa kadriem. Pa-  
rādīts, kā novērst grūtības, kas rodas ievadot automātā uzde-  
vumu atbildi gadījumos, kad atbilde ir sarežģīta analītiska  
izteiksme un, kad atbilde nav viena vienīga. Vispār tiek ri-  
sināti uzdevumi no uzdevumu krājumiem, ko apstiprinājusi  
Augstākās un vidējās speciālās izglītības ministrija. Tomēr,  
lai labāk apgūtu teoriju, ievesti jauni uzdevumi, kuru risi-  
nāšanā automāts prasa galveno teorēmu pierādījumu atseviš-  
ķu etapu zināšanu.

## Summary

D. Danberg

PROGRAMME DESCRIPTION TO THEME "LIMITS OF SERIES  
AND FUNCTIONS FOR "ŽUBURS"

The article presents methods of programmed instruction for the branch of mathematical analysis "Limits of Series and Functions" for physical students. The programme is divided into seven items, each having analysis in frames. Instructions are given for eliminating difficulties that will arise when the student's response to the problem is led into the machine in case the answer is a complicated analytical expression or several solutions are possible. The problems are selected from text-books acknowledged by Ministry of Higher and Secondary Special Education. However, for mastering the fundamentals of theory, new problems are presented the correct solution of which requires the knowledge of certain stages in proving principal theorems.

УДК 681.142,2

К. А. Ш т е й н с

## О ПРОГРАММИРОВАННОМ ОБУЧЕНИИ ПО СФЕРИЧЕСКОЙ АСТРОНОМИИ

Программу для программированного обучения можно приспособить к определенному учебнику или к разным литературным источникам [1]. Курсы сферической астрономии рассчитаны на использование различных вспомогательных таблиц промежуточных величин ежегодников. На быстродействующих ЭВМ легче провести определение промежуточных величин, чем вводить эти величины в большом количестве в машину. С другой стороны, в классической сферической астрономии окончательные формулы весьма громоздки, т.к. считается, что искомые величины должны быть выражены в явном виде через известные. На ЭВМ достаточно задать алгоритм для получения искомых величин. Другими словами для вычисления на ЭВМ более выгодными являются другие формулы, чем для вычисления на арифмометрах. В связи с этим в предлагаемой программе программированного обучения мы иногда считали достаточным получить систему, которая определяет искомые величины, указать алгоритм ее решения и явный вид решения искать только для первого приближения. В программе мы широко пользовались матрицами вращения.

В первую очередь программа предназначена для сотрудников обсерватории, которые закончили высшие технические заведения или студентов, специализирующихся по астрономии начиная с третьего курса физико-математического факультета. В связи с этим большинство выводов формул после общих замечаний предлагается вывести изучающему. В его распоряжении имеется также далее указан-

ная литература. Программа разбита на звенья соответственно следующим темам. 1. Основные понятия. 2. Параллакс. 3. Основы. 4. Аберрация света. 5. Сведения из теории движения Земли. 6. Прецессия. 7. Рефракция.

Основные характеристики тем следующие:

1. В звене "основные понятия" изучающий осваивает основные понятия астрономии.

Звено 2. Параллакс начинается с рассмотрения параллакса в прямоугольных координатах с последующим переходом на сферические. Параллельный перенос и сферические координаты точки хорошо известны студентам и составление основных соотношений для определения сферических координат, исправленных за параллакс, не представляет трудности. Однако нахождение приближенных формул или формул в виде степенных рядов по малому параметру для параллактических смещений изучающим представляет значительные трудности. Поэтому в программе имеются вопросы следующего характера. а/ В каких задачах астрономии следует исправлять координаты за параллакс и какой порядок этих величин? б/ В чем заключается метод малого параметра? в/ Как линеаризуются уравнения по малому параметру? г/ Общий план решения системы? Вопросы ставятся на конкретных примерах или методом выбора ответа. Только после правильных ответов изучающий допускается /на следующей кадре/ к выводу упрощенной формулы. На барьерном кадре он получает письменное задание, где ему предлагается вывести упрощенную формулу для учета параллакса в других координатах, чем в предварительных дискуссиях. Вопросы о поправке за переход от географических координат на геоцентрические ставятся аналогично. В курсах высшей математики достаточно подробно изучают определение нормали к поверхности и т.д., так что соответствующие формулы студент может вывести сам при соответствующих наводящих указаниях.

Звено 3. Основы сферической тригонометрии.

Предполагается, что изучающий достаточно хорошо владеет аналитической и дифференциальной геометрией

и теорией матриц, но не знаком со сферической тригонометрией. Считается, что нет надобности вникать во все тонкости сферической тригонометрии, а можно обойтись освоением основ сферической тригонометрии и при надобности использовать формулы, вывод которых изучающий не просмотрел. Вывод основных формул сферической тригонометрии предлагается сделать самому изучающему, применяя матрицы вращения.

Звено 4. Аберрация. С аберрацией изучающий знаком из курса общей физики, поэтому изучение аберрации сводится к освоению применения формул сферической тригонометрии.

Звенья 5-6. Из курса механики изучающий хорошо знает углы Эйлера и теорию сферического движения. После повторения интерпретации углов Эйлера на сфере изучающий знакомится с величинами, в которых задается вращение Земли в сферической астрономии, и констатирует, что это ему знакомые углы Эйлера, следовательно, он убеждается, что с теорией прецессии и нутации он по сути дела знаком. Все трудности состоят в выводе традиционных формул, знание которых при применении ЭВМ не обязательно. Однако при применении арифмометров традиционные формулы необходимы. Изучающий должен знать, что имеется также другая система величин при помощи которой вращение Земли задается не менее точно. Поэтому особое внимание обращается на способы задания вращения Земли.

Наиболее неприятным вычислением на ЭВМ является учет аберрации. При не слишком больших значениях склонения звезд формулы для определения аберрации можно значительно упростить, поэтому изучающий должен быть знаком с оценкам точности отдельных членов формулы для определения аберрации.

Звено 7. Из курса физики изучающий знаком с законами преломления луча света. Единственные трудности изучающий испытывает при оценке членов в разложении интеграла рефракции, т.к. при оценке следует хорошо ориентироваться в тонкостях строения стандартной ат-

мосферн.

## Программа сферической астрономии для "Жубурса"

Основная литература: курсы по сферической астрономии С.А.Казакова, К.А.Цветкова и И.Ф.Полака, С.Н.Блажко, К.А.Куликова, Астрономический ежегодник 1970 года [2-5].

Режим жесткий с последовательным включением кадров. Метод дешифровки - запись в двоичной системе. Если применяются другие методы, то это отмечается в описании соответствующего кадра [6].

### Звено 1. Основные понятия

№ 1. Кадр с общими указаниями. Определения: экватор, полюса мира, горизонт, зенит, меридиан, точки  $O, S, W, N$ , астрономическая, геоцентрическая, географическая и геодезическая широты и долготы. Правильность определений контролируется по методу выбора ответов. На кадре показан геоид с двухосным эллипсоидом, основные направления. Задание: отождествить рисунок.

№ 2. На одном рисунке показаны Солнце и вращающаяся Земля с указанием топоцентра. На другом рисунке видна небесная сфера с экватором, горизонтом, эклиптической и соответствующими полюсами. Задание: отождествить рисунки и указать точки.

№ 3. На небесных сферах показаны экваториальная, горизонтальная и эклиптические системы координат и светила. Следует показать координаты светил и пределы их изменений. Даются три вспомогательных шифра.

№ 4. Определения: звездное время, истинное солнечное время, среднее солнечное время, гражданское, поясное и всемирное время. Зфмеридное и координированное время. Проверка правильности определений по методу выбора ответов.

№ 5. Приближенный переход от одного счета времени на другой. Контролируются ответы конкретных примеров перехода. При сравнении не учитываются те разряды,



которые зависят от округления. На кадре представлено несколько вариантов, но решаются только задачи одного варианта, которые соответствуют легко меняемой части зашифрованного кода.

№ 6. Задачи на точный перевод времени при использовании ежегодника. Перевод пишется на временном контрольном листе.

### Звено 2. П а р а л л а к с

№ 7. Определение параллаксов согласно представленным в виде рисунков задач. Контроль ведется по оцифрованным вершинам треугольников.

№ 8. Параллельный перенос прямоугольной системы координат. Инерциальные системы координат. Метод контроля - ответы на вопросы в виде "да" или "нет".

№ 9. Приближенные вычисления с выражениями, имеющими малый множитель. Задачи на линеаризацию выражений типа основных соотношений для параллакса. Контроль ведется по значениям коэффициентов линейного выражения.

№ 10. Определение суточного параллакса экваториальных координат. Приближенная оценка малого параметра. Исключение расстояния из членов нулевого порядка. Упрощенные формулы контролируются по параметрам решения более общего вида.

№ 11. Годишний параллакс. Приближенная оценка малого параметра. Годишний параллакс экваториальных координат. Упрощенные формулы контролируются по параметрам решений более общего вида.

№ 12. Вычисление геоцентрических координат, точек земной поверхности по ежегоднику. Вывод соответствующих формул на временном контрольном листе.

### Звено 3. О с н о в ы с ф е р и ч е с к о й т р и г о н о м е т р и и

№ 13. Сферический треугольник. Измерение сторон и углов сферического треугольника. Дуга большого круга - геодезическая кривая на сфере. Длина параллели.

Узкие сферические треугольники и выделение из них малых треугольников. Приближенные соотношения между элементами малых треугольников. Отображение разных пространственных фигур на небесную сферу. Вопросы задаются при помощи рисунков.

№ 14. Правила умножения матриц. Вращение системы координат в плоском случае. Матрицы вращения вокруг осей  $X, Y, Z$ . Обход сферического треугольника. Задание: написать матрицу вращения вокруг оси  $Y$  по аналогии с матрицей вращения вокруг оси  $X$ . Вывести основные формулы сферической тригонометрии. Контроль проводится по записи в матричном виде.

№ 15. Параллактический треугольник. Переход от экваториальных координат к горизонтальным. Определение квадранта неизвестного угла. Соотношения в меридиане. Задание: вывести соответствующие формулы. Контроль — запись на временном контрольном месте.

#### Звено 4. А б е р р а ц и я

№ 16. Основные понятия: апекс, абerrация. Основные соотношения между углом смещения и кажущимся направлением. Апекс скорости движения Земли вокруг Солнца и наблюдателя вокруг оси вращения Земли. Уравнение Кеплера и уравнение центра. Контроль по рисункам.

№ 17. Построение треугольника данной сферической системы координат, в который входит смещение вследствие абerrации. Применение формул узкого треугольника. Построение сферических треугольников для исключения вспомогательных величин. Подсчет числа неизвестных и уравнений. Контроль ведется по оцифрованным вершинам треугольников.

№ 18. Исключение неизвестных величин, т.е. вывод формулы абerrации, проводится на временном контрольном листе.

#### Звено 5. П р е ц е с с и я и н у т а ц и я

№ 19. Углы Эйлера: угол собственного вращения твердого тела, угол прецессии, угол нутации. Совмещение

двух систем координат путем вращения вокруг углов Эйлера. Вывод формул преобразования при помощи матриц вращения. Контроль по рисункам и записи формул.

№ 20. Интерпретация углов Эйлера на небесной сфере. Зависимость углов Эйлера от времени при переходе от одной эпохи систем координат к другой. Учет прецессии в прямоугольных экваториальных координатах. Контроль по рисункам и формулам в матричном виде.

№ 21. Переход от прямоугольных к сферическим координатам. Приближенные формулы. Контроль по аргументам тригонометрических функций.

№ 22. Движение полюса и соответствующие вращения его большого круга. Вариант движения полюса по окружности на сфере. Причины движения экватора. Причины движения эклиптики. Характерные данные. Контроль ведется по рисункам и ответам на вопросы.

№ 23. Основные параметры, характеризующие движение полюсов и соответствующих больших кругов за год: наклон эклиптики к экватору  $\varepsilon$ , лунно - солнечная прецессия  $p$ , прецессия от планет  $q$ , прецессия по прямому восхождению  $m$ , прецессия по склонению  $n$ , долгопериодическая часть нутации по долготе  $\Delta\psi$ , короткопериодическая часть нутации по долготе  $\delta\psi$ , долгопериодическая часть нутации наклона  $\Delta\varepsilon$ , короткопериодическая часть нутации наклона  $\delta\varepsilon$ . Связь между  $m$ ,  $n$  и  $p$ ,  $q$ ,  $\varepsilon$ . Интерпретация  $m$  и  $n$  как скорость движения полюса. Контроль по рисункам.

№ 24. Вывод формул для скорости изменения прямого восхождения и склонения. Контроль по рисункам и по записи формул.

№ 25. Проекция равномерно движущейся точки по большому кругу на сфере. Существование высших производных координат по времени как следствие криволинейности координат. Контроль по оцифрованным вершинам сферических треугольников и аргументам тригонометрических функций.

№ 26. Нутация как эффект периодического перемещения полюса экватора при постоянном положении полюса

эклиптики. Вывод зависимости углов Эйлера от наклона эклиптики к экватору и нутации по долготе. Ряды Буларда. Контроль по аргументам тригонометрических функций.

№ 27. Учет нутации в прямоугольных экваториальных координатах в матричном виде. Определение матрицы направляющих косинусов. Совместный учет прецессии и нутации. Контроль по аргументам тригонометрических функций.

№ 28. Координаты и скорость центра тяжести солнечной системы. Оценка влияния Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна на координаты и скорость. Вывод формул учета абберации в форме ежегодников. Контроль по аргументам тригонометрических функций.

№ 29. Оптимальная система формул для определения видимых мест звезд на быстродействующих ЭВМ. Ответ пишется на временном контрольном листе.

### Звено 6. Р е ф р а к ц и я

№ 30. Показатель преломления воздуха как функция давления и температуры воздуха. Закон синусов. Задача теории астрономической рефракции. Контроль методом выбора ответов.

№ 31. Вывод соотношения между углом падения на любой высоте над поверхностью Земли и видимым зенитным расстоянием на основе закона синусов преломления в случае сферической атмосферы. Контроль—упростить более общую формулу.

№ 32. Преобразование закона синусов преломления в дифференциальном виде. Интеграл рефракции и необходимые данные для его определения. Контроль по выборам ответов.

№ 33. Определение интеграла рефракции разложением подынтегрального выражения в ряд. Определение главного члена в зависимости от метеорологических данных у павильона. Контроль по параметрам общего вида ответа.

№ 34. Оценка остальных членов интеграла рефракции в предложении стандартной модели атмосферы. Кон-

троль по выборам ответов.

№ 35. Вопросы по всему курсу сферической астрономии. Контроль на временном контрольном листе.

№ 36. Поздравления и руководящие замечания.

### Л и т е р а т у р а

1. Штейнс К.А., Ровенберг П.П., Юдрупа Б.К. См. статью настоящего сб. на с.3.
2. Казаков С.А. Курс сферической астрономии. М., 1940.
3. Цветков К.А., Полак И.Ф. Курс сферической астрономии. М., 1945.
4. Блашко С.Н. Курс сферической астрономии. М., 1948.
5. Куликов К.А. Курс сферической астрономии. М., 1961.
6. Юдрупа Б.К. См. статью настоящего сб. на с.20.

### Р е в ю м е

К. А. Ш т е й н с

#### О ПРОГРАММИРОВАННОМ ОБУЧЕНИИ ПО СФЕРИЧЕСКОЙ АСТРОНОМИИ

Составлена программа по сферической астрономии для программированного обучения студентов физико-математического факультета, специализирующихся по астрономии. Так как студенты 3-го курса достаточно хорошо владеют математикой, то большинство выкладок предоставляется сделать самим студентам по определенным указаниям и только после неудачи они отсылаются к литературным источникам. Рассмотрены формулы, удобные для программирования на ЭВМ. Библиогр.: 6 назв.

## K o p s a v i l k u m s

K. Š t e i n s

PĀR PROGRAMĒTĀS APMĀCĪBAS PROGRAMMU  
SFĒRISKĀ ASTRONOMIJĀ

Sastādīta sfēriskās astronomijas programētās apmācības programma fizikas un matemātikas studentiem, kas specializējas astronomijā. Tā kā 3. kursa studenti labi zin matemātiku, tad lielākā daļa izvedumu, saskapā ar norādījumiem, uzticēti pašiem studentiem. Gadījumā, ja students cieš neveiksmi, viņam tiek norādīta attiecīgā literatūra. Apskatītas formulas, kas piemērotas programēšanai uz ātri darbojošā elektronu skaitļojamām mašīnām.

## S u m m a r y

K. Š t e i n s

## ON PROGRAMMED TEACHING IN SPHERICAL ASTRONOMY

The program for programmed teaching is written for physicist and mathematician especially for astronomer in spherical astronomy. The proof of theorems and formula with some instructions in generally must be done by students individually as the students learning spherical astronomy have good knowledges in mathematics only after unsuccessful attempt the text book is recommended to the student. The formula convenient for calculation on electronic computers are discussed.

УДК 681.142.2

Б. К. Ю д р у п а

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЯЗЫКА  
МНОЖЕСТВ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПРОГРАММ

Предлагаемая программа приспособлена к учебнику А. Н. Колмогорова, А. Ф. Семеновича, ш. Ф. Нагибина и Р. С. Черкасова "Геометрия, шестой класс, учебное пособие", Москва, 1973 г. [1]. Программа предназначена для неуспевающих учеников по геометрии или лиц, которые самостоятельно желают усвоить курс геометрии по новой программе с использованием языка теории множеств. Применение символов  $\cup$  /объединение/,  $\cap$  /пересечение/,  $\in$  /включение/,  $\perp$  /перпендикулярность/,  $\parallel$  /параллельность/,  $S$  /симметрично/ символическое уравнение прямой  $|AP| + |PB| = |AB|$ ,  $P$  - текущая точка на много облегчает составление программы на приборе "Жубуре" [2-4]. Обычно неуспеваемость по геометрии возникает из-за двух причин. Во-первых, некоторые ученики, особенно мальчики, интенсивно занимаются в кружках юных техников или самостоятельно осваивают технику и по сути дела применяют геометрию на практике. Они знают приемы геометрических конструкций и некоторые теоремы, но не имеют интереса к освоению теории. Незнание теории ограничивает их дальнейший путь не только по линии общего образования, но также по линии применения техники, так как для решения сложных технических проблем часто необходимо хорошо знать геометрию. Во-вторых, неуспеваемость возникает у учеников, которые совершенно не интересуются техникой и практикой и приобретают знания по книгам, не имея некоторого практического опыта, хотя бы в объ-

еме игрушки "конструкторов".

Настоящая программа составлена в основном для того, чтобы облегчить усвоение геометрии тем, которые имеют достаточно прочные геометрические представления; однако в программе имеются также указания на связи между геометрией и ее применениями. Освоение курса и доказательство теорем ведется по указанному учебнику, а в кадрах "Жубурса" предлагаются вопросы в различных формах, т.е. по методу выбора ответов, по отождествлению оцифрованных геометрических фигур, в виде задач и т.д. Ответы проверяются автоматически, а также после окончания сеанса обучения по временным контрольным картам. Из указанного учебника взяты в основном те вопросы и задачи, для которых в этом учебнике не даны ответы - некоторые вопросы теоретического значения, имеющие ответы в упомянутом учебнике, также помещены в кадрах программы. Программа для "Жубурса" составлена в жестком цикловом режиме и имеет следующие циклы.

### Ц и к л 1. Начальные понятия геометрии

Начальные понятия геометрии рассмотрены в первых пяти классах и поэтому в первом цикле основное внимание сосредоточивается на точных определениях и свойствах точки, прямой, отрезка ломаной, полуплоскости, фигуры и плоскости. Проверяется, усвоил ли учащийся применение языка теории множеств в геометрии.

¶ 1. Примеры, где показывается, как описать при помощи языка теории множеств чертежи и утверждения.

¶ 2. Классификация свойств, определений, теорем, аксиом, которые даются на языке теории множеств. Ответ согласно коду в двоичной системе.

¶ 3. Описание оцифрованных чертежей на языке теории множеств. Ответ - согласно коду в двоичной системе.

¶ 4. Задание: усвоение свойства, определения и аксиомы. Доказательство теоремы. Ответ на временном скользящем листе.



## Ц и к л 2. Классификация специальных видов отображения

В § 2 упомянутой книги из понятия отображения как специальные случаи выделены перемещения разных видов. Приведенные там примеры отображения не взяты из практики и, следовательно, не устраняют психологический барьер многих неуспевающих, что их заставляют изучать материал, который им никогда в жизни не пригодится. Чтобы преодолеть упомянутый барьер, на кадрах вопросы об отображении связаны с движением деформирующихся частиц газа и жидкости, с отождествлением фотографий звезд с картами звезд и т.д.

Ученики, как правило, знакомы с понятиями перемещения, центральной симметрии, осевой симметрии, поворота, параллельного переноса, однако с трудом запоминают, какие свойства использованы в предлагаемых определениях, а какие должны быть доказаны. В связи с этим на кадрах даются несколько правильных определений упомянутых понятий, несколько неполноценных, а также неправильных, и ученик должен указать на то определение, которое дано в учебнике и на неправильность утверждений. На кадрах описаны различные приборы для осуществления движений и ученик должен указать, какие из приборов действуют непосредственно по определениям.

№ 5. На рисунках дан прообраз и образ в виде кругов, прямоугольников и т.д. Установлено соответствие. Следует указать, какие точки образа соответствуют данным точкам прообраза. Ответ - отождествление оцифрованных рисунков.

№ 6. Задание. Даны различные определения отображения и его специальных видов. Указать, которые из них даны в учебнике, которые представляют свойства данного вида отображения, которые неправильны.

№ 7. Описаны приборы, которые используются в картографии, черчении и т.д. Следует установить, на каком принципе геометрии они построены, т.е. на основе каких теорем или определений.

№ 8. Расстояние от точки до фигуры следует ус-

тановить по рисункам. Задания на записи задания при помощи символов, параллельного переноса и симметрии.

№ 9. Доказательство теоремы о перпендикуляре к прямой пишется на контрольном листе.

### Ц и к л 3. Геометрические построения.

В предлагаемой программе изменена последовательность изучаемого материала § 3 так, чтобы задачи цикла соответствовали названию при построении с циркулем и линейкой. Цикл начинается с построения двух окружностей, пересечение которых изучается. Из равенства  $h = r_1 + r_2$  где  $h$  - расстояние между центрами,  $r_1, r_2$  - радиусы окружностей, следует способ построения окружностей, касающихся в одной точке. Остальные случаи тривиальны. При рассмотрении построения треугольников по данным элементам сохраняется последовательность, предлагаемая в учебнике, т.е. начинают с построения треугольника по трем заданным сторонам. В этом случае считается, что конгруэнтность следует непосредственно из его определения. В остальных случаях конгруэнтность доказывается, используя доказанную теорему о конгруэнтности треугольников с одинаковыми сторонами. При записи последовательности выполнения построений отмечаются номера используемых элементов. Если последовательность произвольна, то отмечается элемент, который имеет меньший номер. В качестве задач на использование признаков конгруэнтности треугольников рассмотрены задачи, данные на стр. 62. В ответе, который набирается на тумблерах, отмечается, какой из признаков конгруэнтности используется и для каких треугольников.

Излагаемый в учебнике пункт 21 "Пересечение прямой и окружности" носит явно теоретический характер, и поэтому в программе задаются вопросы, как эту теорему доказывают и можно ли ее использовать как признак осевой симметрии. После освоения признака осевой симметрии на основе его устанавливаются свойства равнобедренного треугольника и теоремы о среднем перпендикуляре и биссектрисе угла. Упомянутые теоремы представ-

лены на кадрах при помощи рисунков и обозначений, применяемых в геометрии. Ученик на тумблерах должен указать, как в учебниках доказаны эти теоремы, т.е. указать, использована ли при доказательстве осевая симметрия и каким образом она установлена, или же использована конгруэнтность треугольников и каких. На следующих кадрах ученик должен сформулировать только что доказанные теоремы. Из задач на построение рассматривается построение прямого угла, построение биссектрисы и серединного перпендикуляра.

№ 10. Написать соотношения между центрами и точками касания окружностей в символической форме. Построить треугольник по данным элементам. Контроль по последовательности выполняемых действий.

№ 11. Решение задач стр. 62.

№ 12. Доказательство теоремы о перпендикуляре и наклонных к прямой. Контроль по проверке последовательности констатации симметричности на заданном рисунке.

№ 13. Теоремы § 3. Контролируются указания на симметричность и конгруэнтность используемых рисунков.

№ 14. Формулировка теорем § 3 согласно рисункам.

№ 15. Задачи на построения с указанием на решение и проверка.

№ 16. Задачи на построения на временном контрольном листе.

Ц и к л 4. Параллельность и параллельный перенос.

№ 17. Доказательство теорем от противного. Указать, что принимается в теореме о центрально-симметричных прямых, в теореме о параллельности трех прямых и к каким неправильным следствиям эти допущения приводят. Доказать, что если две прямые параллельны третьей прямой, то они параллельны между собой.

№ 18. Теорема о симметричности противоположно направленных лучей. Доказательство проверяется по правильности ответов на заданные вопросы.

№ 19. Теорема об угле между направлениями. Сум-

ма углов треугольника. Доказательство проверяется по правильности ответов на заданные вопросы.

№ 20. Правильность доказательств, признаков параллельности прямых проверяется по правильности ответов на заданные вопросы.

№ 21. Правильность доказательства, теоремы о конгруэентных отрезках проверяются по последовательности констатаций симметричности элементов рисунка. Следствие теоремы параллельного переноса и его интерпретация.

№ 22. Доказательство теоремы Фалеса на временном контрольном листе. Задача разделить данный отрезок на 5 равных частей.

### Ц и к л 5. Многоугольники

№ 23. Знание определений ломаной, простой ломаной, многоугольника, выпуклой фигуры контролируются по методу выбора ответов.

№ 24. Формулы о сумме углов выпуклых многоугольников выводятся на конкретных примерах, а потом обобщаются на произвольное число сторон.

№ 25. Примеры на определение величины угла в сложной фигуре, если известны некоторые ее углы с использованием параллельности некоторых прямых и равнобедренности некоторых треугольников.

№ 26. Указать методы доказательства теорем о соотношении между сторонами и углами треугольника.

№ 27. Установить центр симметрии в параллелограмме и указать на следствие в геометрической записи по данному рисунку. Указать, каким образом возможно использовать симметрию для вывода признаков параллелограмма.

№ 28. Решение задач стр. 100.

№ 29. Дан  $\triangle ABC$ , его средняя линия  $DE$ . Проведите  $DB$  и  $AE$ . Пусть  $P = |DB| \cap |AE|$ ,  $|BK| + |KP| = |BP|$ ,  $|AL| + |LP| = |AP|$ ,  $|BK| = |KP|$ ,  $|AL| = |LP|$ .

Какие свойства имеет  $\square KLEO$ ? Почему? Че-

му равно  $|DP| : |PK| = ?$  Чему равно  $|DP| : |DS| = ?$  Почему  $CP$  медиана? Какую линию на рисунке 97 следует провести, чтобы решить задачу 10 стр. 108 и свести ее к теореме о пересечении всех медиан в одной точке?

№ 30. Образовать из предложения обратное предложение. Контроль по изменению последовательности и добавлению слов.

№ 31, - 33. Задачи по всему курсу. Если ученик не справляется, то указывается литература, которую следует изучить.

№ 34. Теоремы по всему курсу. Если ученик не справляется, то указывается литература, которую следует изучить.

№ 35. Вопросы по всему курсу. Если ученик не справляется, то указывается литература, которую следует изучить.

### Л и т е р а т у р а

1. Геометрия, 6 класс, под редакцией А.Н.Колмогорова, М., 1973.
2. Беспалько В.П. Программированное обучение. М., 1970.
3. Берг А.И. Кибернетика - наука об оптимальном управлении. М., 1964.
4. Беспалько В.П. Некоторые вопросы педагогики высшего образования. Рига, 1972.

## Р е з ю м е

Б. К. Ю д р у а

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЯЗЫКА МНОЖЕСТВ  
ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПРОГРАММ

Составлена программа для "Жубурса", приспособленная к учебнику "Геометрия", шестой класс, учебное пособие под редакцией А.Н. Колмогорова, где использован язык теории множеств. Использование языка теории множеств намного облегчает составление программ на приборе "Жубурс" и ему подобных. Показано, что прибор индивидуального обучения "Жубурс" успешно может быть использован для обучения геометрии.

Библиогр.: 4 назв.

K o r v a i l k u s

B. J u d r u a

PIEMERS KĀ, SASTĀDOT PROGRAMMU, IZMANTOJAMI KOPU  
TEORIJAS SIMBOLI

Sastādīta programma "Žuburam", kas pieskaņota 6. klases ģeometrijas kursa A. Kolmagorova mācības grāmatai, kurā lietoti kopu teorijas apzīmējumi. Kopu teorijas apzīmējumi ievērojami atvieglo programmu sastādīšanu "Žuburam". Parādīts, ka individuālās apmācības automāts "Žuburs" sekmīgi izmantojams ģeometrijas mācīšanai.

S u m m a r y

B. J u d r u a

EXAMPLE OF USING OF THE SYMBOLS OF THE THEORY  
OF AGGREGATES IN WAITING OF THE PROGRAM

The program in plane geometry is written according a textbook where the symbols of theory of aggregates are used. Using of symbols facilitate the writing of program for automate "Žuburs". It is shown "Žuburs" can be successfully used for teaching of geometry.

К. А. Ш т е й н с

Д. В. Д а м б е р г а

УДК 378.143

### О ВЫБОРЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОБУЧЕНИЯ

В педагогической практике предпринимались усилия предварительного проектирования процесса обучения и анализа достигнутых результатов, прибегая к разным характеристикам процессов познавательной деятельности учащихся. Приведем некоторые примеры. В.П. Беспалько [1-2] предлагает рассмотреть примерно 20 параметров познавательной деятельности и соответствующего материала. Ц. Шеннон и В. Вевер [3] при определении количества информации в учебном материале предлагают использовать известную формулу формальной информации сообщения. Р.Э. Авчухова, И.Б. Бреслав и Д.А. Боже указывают за меру для определения информационной ценности учебного материала принять время, необходимое учащимся для усвоения смысловой единицы текста определенной сложности. Время, необходимое для изучения предложенного материала, вычислялось, используя следующие выражения для запоминания:  $z(t) = \frac{\alpha}{\beta} (1 - e^{-\beta t})$ , где  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $n$  - коэффициенты, характеризующие группу студентов [4, 5]. Вообще, как указывает Н.Ф. Талызина [6], учебный процесс надо рассматривать в трех основных аспектах: в структурном - со стороны строения системы реализующей этот процесс, функциональном - со стороны выделения основной схемы управления учебным процессом; в информационном - со стороны информации, функционирующей в системе. Мы подвергнем подробному анализу лишь один аспект - информационный, прибегая к конкретным

условиям обучения и к анализу успеваемости студентов с 1 по III курс на физико-математическом факультете Латвийского госуниверситета. Однако в выводах каснемся и других аспектов.

Объем усвоения мы определяли по следующей формуле:

$$Q = t + \sigma + \phi + n + Q^{\circ} k, \quad (1)$$

где  $t$  - количество теорем,  $\sigma$  - количество заново вводимых определений,  $\phi$  - количество формул,  $n$  - количество описанных экспериментов,  $Q^{\circ}$  - объем предварительных знаний, необходимых для усвоения объема  $t + \sigma + \phi + n$ ,  $k$  - коэффициент диссипации знаний. Значение коэффициента  $k$  меняется в пределах от 0 до 1, для первого семестра принимаем  $k = 0$ . По этой формуле (1) будем сравнивать объемы учебного материала только физико-математических дисциплин на первую трех курсах университета для студентов дневного обучения. Значения параметров  $t$ ,  $\sigma$ ,  $\phi$ ,  $n$  и  $Q^{\circ}$  определялись преподавателями, которые читали лекции по соответствующей дисциплине в течение 1968/69 по 1972/73 учебные годы. Данные об успеваемости студентов взяты за тот же промежуток времени. Чтобы согласовать масштаб трудности разных дисциплин, подсчет количества определений, теорем и т.д. проводился несколькими преподавателями для одной и той же дисциплины. Некоторые преподаватели оценивали объемы двух или трех дисциплин, которые им приходилось преподавать и по которым они принимали экзамены. В подсчетах объемов дисциплин участвовали 15 преподавателей. При определении объема предварительных знаний  $Q^{\circ}$  основные понятия и основные операции математики и физики считались известными и не вводились в  $Q^{\circ}$ .

В табл. 1 даются значения составных частей объемов усвоения дисциплин по семестрам для студентов по специальности "математика".

Согласно табл. 1 мы построили два графика, а именно, изобразили  $Q$  при  $k = 0$ , т.е. соответствующее студентам, увлеченным своей специальностью, и для  $k = 1$ , т.е. для студентов, которые находятся на грани отчис-



ления.

Т а б л и ц а 1

Се- местр	Дисциплина	Количество лекц. часов	$\sigma$	$t$	$\phi$	$n$	$\varnothing^\circ$
I	Математ. анализ	72	35	50	25		0
	Аналит. геометрия	54	35	30	50		0
	Высшая алгебра	72	30	25	15		
II	Мат. анализ	68	20	45	65		
	Аналит. геом.	34	30	20	30		100
	Высшая мат.	68	45	40	20		
III	Мат. анализ	72	20	35	20		
	Дифференц. геом.	72	45	15	40		125
	Физика	54	20	-	35	10	
IV	Мат. анализ	68	15	15	20		
	Дифференц. уравн.	102	50	35	20		75
	Физика	51	20	-	15	15	
V	Теория функции действ. перем.	72	40	50			
	Теория вероятностей	72	30	40	35		200
	Теорет. механика	104	80	-	45		
VI	Теория функции комплексного пер.	70	60	70	35		
	Функцион. анализ	68	70	50	-		100

На основе диаграмм рис. 1 убеждаемся, что студенту на физико-математическом факультете целесообразно особенно прочно усвоить ту часть курса, которая необходима для усвоения дальнейшего учебного материала. Считаем, что студенту увлеченному физикой и математи-

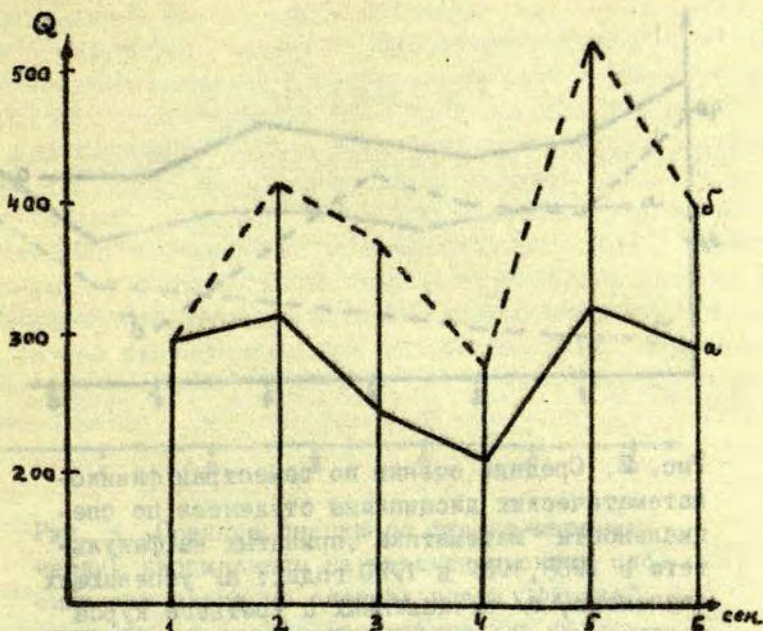


Рис. 1. Объем освоения по экзаменационным сессиям для студентов специальности математика по физико-математическим дисциплинам: а/ при  $k = 0$ ; б/ при  $k = 1$ .

кой, который интересуется и непрерывно повторяет усвоенный материал, гораздо легче усвоить новый материал, т.к. а, как правило, содержит элементы предыдущего материала.

Одновременно с оценкой объема освоения были определены средние отметки в экзаменационных сессиях студентов, принятых в 1968, 1969 и 1970 годах /см. рис. 2/. Средние отметки отчисленных с третьего курса студентов показаны на графике отдельно.

Объем освоения физико-математических дисциплин для студентов по специальности "физика" представлен на диаграммах рис. 3, соответственно при  $k = 0$  /непрерывная кривая/ и при  $k = 1$  /прерывистая кривая/ и соответствующие отметки на рис. 4.

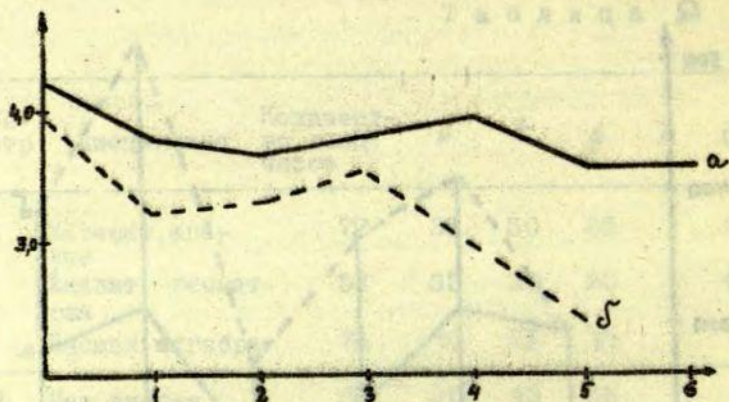


Рис. 2. Средние оценки по семестрам физико-математических дисциплины студентов по специальности "математика", принятых на факультете в 1968, 1969 и 1970 годах: а/ успевающих студентов, б/ отчисленных с третьего курса студентов.

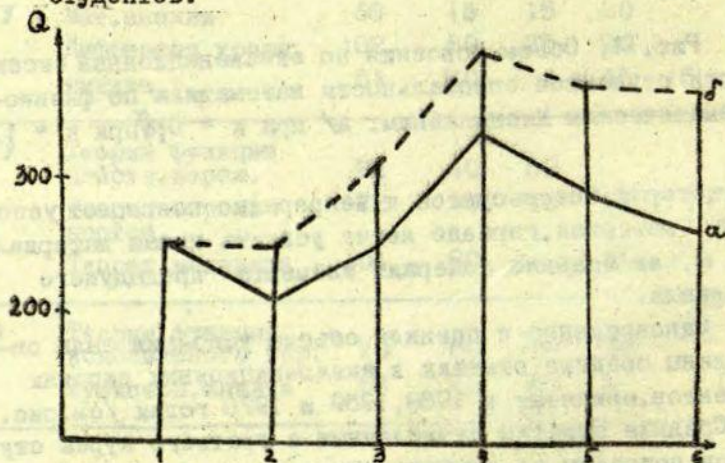


Рис. 3. Объем усвоения по экзаменационным сессиям для студентов специальности физики по физико-математическим дисциплинам: а/ при  $k = 0$ ; б/ при  $k = 1$ .

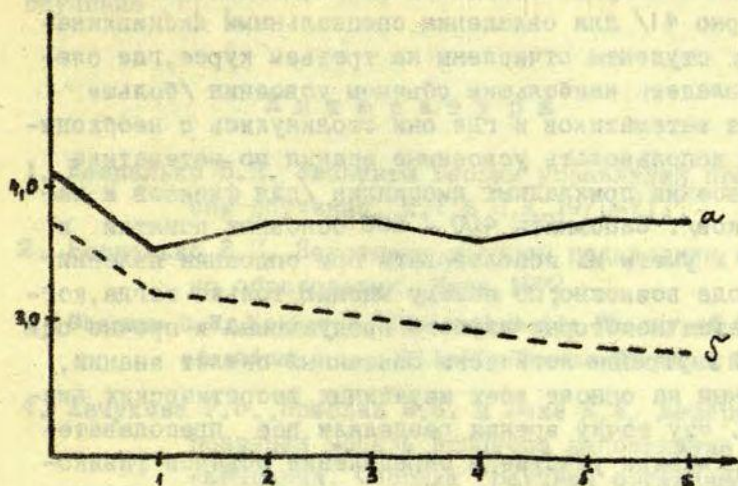


Рис. 4. Средние оценки по физико-математическим дисциплинам на экзаменационных сессиях студентов по специальности "физика", принятых на физико-математический факультет в 1968, 1969 и 1970 годах: а/успевающих студентов, б/отчисленных с третьего курса.

Если сравнить графики успеваемости и объемов усвоения /см.рис. 1-4/, то видно, что увеличение объема усвоения влечет за собой понижение среднего балла. Это указывает на целесообразность предложенной формулы определения объема усвоения (1). Студенты, поступившие на физико-математический факультет и оказавшиеся неспособными к усвоению физико-математических дисциплин отчисляются на первом курсе и их отметки неучтены. Студенты, отчисленные по неуспеваемости с третьего курса, усвоили огромный материал знаний по специальным дисциплинам, показали упорство при изучении сложных дисциплин и достаточно большой интерес, и, очевидно, имелась весьма серьезная причина, ведущая к неуспеваемости. Предварительные знания студентов, отчисленных на третьем курсе, несколько ниже, чем у остальных студентов, однако они, судя по отметкам дипломов сред-

них школ и вступительных экзаменов, достаточно хорошие /примерно 4! / для овладения специальными дисциплинами. Эти студенты отчислены на третьем курсе, где следует овладеть наибольшим объемом усвоения /больше 500 для математиков и где они столкнулись с необходимостью использовать усвоенные знания по математике при усвоении прикладных дисциплин /для физиков и математиков/. Запомнить 400 - 500 основных понятий и формул и уметь их использовать при описании явлений в природе возможно, по нашему мнению, только тогда, когда имеется некоторый глубоко продуманный и прочно освоенный внутренне логически связанный скелет знаний, созданный на основе всех изученных теоретических дисциплин. Эту точку зрения разделяли все преподаватели, принимавшие участие в определении объемов физико-математических дисциплин. Было проведено определение объема знаний основного скелета теоретических дисциплин и установлено следующее правило. Объемы скелетов на первых курсах составляют примерно 60% объемов соответствующих дисциплин, а объемы скелетов дисциплин третьего курса примерно вдвое меньше. Мы убеждены, что неуспеваемость студентов в основном объясняется неумением создать достаточно прочного и продуманного внутренне логически связанного скелета знаний. Создание скелета знаний есть индивидуальный процесс, однако можно предложить несколько мер способствующих созданию достаточно концентрированных объемов знаний по математическим дисциплинам. Следует учесть, что коэффициент  $K$  увеличивается со временем. Повторное усвоение гораздо легче. Если преподнести материал в другой форме, чем был преподнесен забытый, то учащемуся труднее создать основной скелет его знаний. Основной скелет знаний учащегося должен охватить  $Q^*$ . Поэтому рекомендуется составить список вопросов по данной дисциплине, которые необходимы для усвоения последующих дисциплин и с ними ознакомить студентов. Созданию прочного скелета знаний несомненно может способствовать индивидуальное программированное обучение с разветвленной программой

## Л и т е р а т у р а

1. Беспалько В.П. Элементы теории управления процессом обучения, ч.1 и П.М.,1970-71.
2. Беспалько В.П. Некоторые вопросы педагогики высшего образования. Рига,1972.
3. Shannon C.E., Weaver W, The mathematic Theory of Communication. Illincis Press. Urban , 1949,
4. Авчухова Р.Э.,Бреслав И.Б. и Боже Д.А. Детерминированная модель процесса запоминания и забывания. Сборник "Научная организация учебного процесса",Рига,1972.
5. Авчухова Р.Э.,Бреслав И.Б. Общие вопросы программированного обучения. Рига,1972.
6. Талызина Н.Ф. Теоретические проблемы программированного обучения. Изд. МГУ,1969.
7. Штейнс К.А.,Розенбергс П.П. и Юдрупа Б.К. См. настоящий сборник с.3.

## Р е з ю м е

К. А. Ш т е й н с

Д. В. Д а м б е р г а

## О ВЫБОРЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОБУЧЕНИЯ

В статье предложена формула подсчета объема усвоения. Показано, что эта формула может быть успешно применена для разработки планов учебного процесса. Используя эту формулу, найден объем усвоения по физико-математическим дисциплинам для студентов с первого по третий курс физико-математического факультета Латвийского государственного университета.

Анализирована успеваемость в этих же дисциплинах по результатам сессий на основе данных трех учебных годов. Сделано заключение, что основной причиной неуспеваемости является нерациональная методика усвоения математических дисциплин. Предложено несколько мер для рационального усвоения математических дисциплин. Иллюстр.: 4, табл.: 1, библиогр.: 7 назв.

### K o r v a v i l k u m s

K. Š t e i n s

D. D a m b e r g a

#### PAR APMĀCĪBAS HARAKTERISTIKU IZVĒLI

Darbā dota formula apmācības apjomu aprēķināšanai. Perādīts, ka attiecīgā formula sekmīgi izmantojama mācības plānu sastādīšanā. Izmantojot formulu, strasti fizikas un matematisks disciplīnu apjomi pirmā līdz trešā kursa LVU fizikas un matematisks fakultātes studentiem. Analizāta sekmība uz trīs mācību gadu datu pamata pēc sesijas sekmēm eksāmenos. Secināts, ka nesekmības galvenais cēlonis ir neracionāla matematisks disciplīnu apgūšanas metodika. Tiek izvirzīti daži priekšlikumi, kā racionāli apgūt matematisks disciplīnas.

#### S u m m a r y

K. Š t e i n s

D. D a m b e r g a

#### THE CHOICE OF CHARACTERISTICS OF INSTRUCTION

In this article a formula to calculate the range of the acquisition of knowledge is suggested. It is shown that the formula proposed can be successfully used to plan curricula. The range of physics and mathematics for the first, second and third year students of the Faculty of Physics and Mathematics of the Latvian State University

is found using the formula. The students examination results are analysed taking into consideration obtained marks in the period of three years. The authors have come to the conclusion that the main reason of unproficiency consists in irrational methods of studying the disciplines of mathematics. Several suggestions are made to acquire the disciplines of mathematics rationally.



Д. В. Д а м б е р г а

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ УТОЧНЕНИЯ ПРЕДЕЛА  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$ .

По теме "Пределы последовательностей и функций" в задачниках имеется мало задач, связанных с геометрическими представлениями. Поэтому особое значение имеет доказательство замечательного предела  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$ , которое обычно выводится, сравнивая площади сектора  $OAB$  и треугольника  $OAB$  и  $OBM$  /см.рис. 1/. Для укрепления упомянутого вывода предлагается рассмотреть также его уточнение с учетом более высоких степеней в разложении  $\sin x$ . Предлагаемый вывод имеет следующие преимущества. Во-первых, его можно рассмотреть как некоторое обобщение традиционного вывода замечательного предела. Во-вторых, предлагаемый вывод легко проверяется на автомате обучения "Жубурс" [1]. В-третьих, получаем разложение функции  $\sin x$  без дифференцирования. Если упор в обучении делается на повторение тригонометрических формул, то можно рекомендовать вывод на основе оценки  $\sin x - x > x - \sin x$  [2].

На основе рис. 1 можно написать следующее равенство

$$L_{\text{сект. } OAB} = L_{OAB} + 2 L_{BEF} + 4 L_{BCH} + \dots \quad (1)$$

где  $L_{\text{сект. } OAB}$  - площадь сектора, равная  $\frac{1}{2} R^2 \alpha$ ,  $R$  - радиус окружности,  $\alpha$  - угол  $BOA$ , измеряемый в радианах,  $L_{OAB}$ ,  $L_{BEF}$ ,  $L_{BCH}$ , ... - площади соответствующих треугольников. Учитывая, что  $BD = R \sin \alpha$ ,  $EB = R \sin \frac{\alpha}{2}$ ,  $BC = R \sin \frac{\alpha}{4}$ , ...,  $OD = R \cos \alpha$ ,  $OE = R \cos \frac{\alpha}{2}$ ,  $OG = R \sin \frac{\alpha}{4}$ , ... равенство (1) получаем в форме:

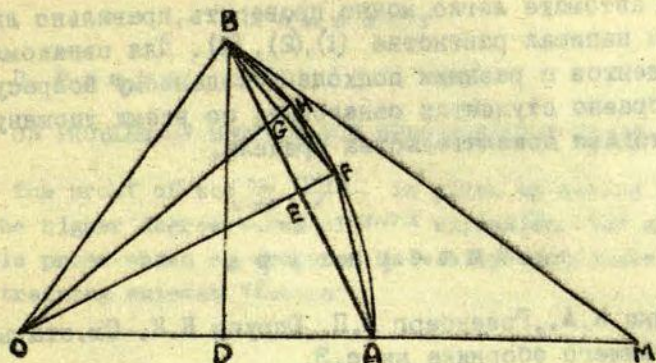


Рис. 1

$$x = \sin x + 2 \sin \frac{x}{2} (1 - \cos \frac{x}{2}) + 4 \sin \frac{x}{4} (1 - \cos \frac{x}{4}) + \dots + 2^n \sin \frac{x}{2^n} (1 - \cos \frac{x}{2^n}) + \dots$$

и, следовательно,

$$x = \sin x + \sum_{n=1}^{\infty} 2^{n+1} \sin \frac{x}{2^n} \sin^2 \frac{x}{2^{n+1}} \quad (2)$$

Учитывая равномерную сходимость из (2) следует

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x - \sin x - o(x^\alpha)}{x^\alpha} = 0, \quad \alpha \geq 2 \quad (3)$$

Перепишем (2) в форме:

$$x = \sin x + \sum_{n=1}^{\infty} 2^{n+1} \frac{x}{2^n} \left( \frac{x}{2^{n+1}} \right)^2 + \sum_{n=1}^{\infty} 2^{n+1} \left[ \sin \frac{x}{2^n} \sin^2 \frac{x}{2^{n+1}} - \frac{x}{2^n} \left( \frac{x}{2^{n+1}} \right)^2 \right]$$

$$\text{Ввиду того, что } \sum_{n=1}^{\infty} 2^{n+1} \frac{x}{2^n} \left( \frac{x}{2^{n+1}} \right)^2 = \frac{x^3}{3!}$$

и используя (3), получаем

$$x = \sin x + \frac{x^3}{3!} + o(x^3) \quad (4)$$

Аналогично преобразовывая выражение (2) используя (3),(4), можем получить разложение любой точности.

На автомате легко можно проверить, правильно ли учащийся написал равенства (1), (2), (4). Для ознакомления студентов с разными подходами к данному вопросу целесообразно студентов ознакомить со всеми упомянутыми методами доказательства предела.

### Л и т е р а т у р а

1. Штейнс К.А., Розенберг П.П., Юдрупа Б.К. См. статью настоящего сборника на с.3.
2. Nixon R.C.I. Elementary plane trigonometry. Oxford, 1892.

### Р е з ю м е

Д. В. Д а м б е р г а

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ УТОЧНЕНИЯ ПРЕДЕЛА  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$ .

Для укрепления вывода  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$  предлагается рассмотреть также его уточнение с учетом более высоких степеней в разложении  $\sin x$ . Предлагаемый геометрический вывод легко проверяется на автомате обучения "Жубурс". Иллюстр.: 1, библиогр.: 2 назв.

### К о р с а v i l k u m s

D. D a m b e r g a

PAR ROBEŽAS  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$  PRECIZĒŠANAS METODIKU.

Labākai robežas  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$  izveduma apgūšanai likts priekšā pierādīt šīs formulas vispārinājumu, ņemot vērā izvirzījumā augstākas pakāpē locekļus. Ieteiktais geometriskais izvedums viegli kontrolējams uz automāta "Žuburs".

## Summary

D. D a m b e r g a

ON PROBLEM OF METHODS FOR SPECIFICATION OF  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$ 

The proof of the  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$  is given by making use of the higher degree terms of  $\sin x$  expansion. The geometric proof which is proposed is easily controllable with the training automat "Žuburs".

## С о д е р ж а н и е

1. К.А.Штейнс, П.П.Розенберг, Б.К.Юдрупа. Прибор для индивидуального обучения ..... 3
2. Б.К.Юдрупа. Об обучении на приборе "Жубурс". 20
3. Д.В.Дамберга. Описание программы "Пределы последовательностей и функции для "Жубурса".." 32
4. К.А.Штейнс. О программированном обучении по сферической астрономии ..... 44
5. Б.К.Юдрупа. Пример использования элементов языка множеств при составлении программ..... 54
6. К.А.Штейнс, Д.В.Дамберга. О выборе характеристик обучения ..... 62
7. Д.В.Дамберга. К вопросу о методике уточнения предела ..... 72

## Contents

1. K. Šteins, P. Rozenbergs, B. Judrupa. Automatic device for individual teaching .....	3
2. B. Judrupa. About the teaching on automate "Žuburs" .....	20
3. D. Damberga. Programme description to theme "Limits of series and functions for "Žuburs"....	32
4. K. Šteins. On programmed teaching in spherical astronomy .....	44
5. B. Judrupa. Example of using of the symbols of the theory of aggregates in waiting of the programm .....	54
6. K. Šteins, D. Damberga. The choice of characteristics of instruction .....	62
7. D. Damberga. On problem of methods for specification of .....	72

Ученые записки, том 213

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

Выпуск I

Редактор Э. Каупш  
Технический редактор С. Плауде  
Корректор П. Розенберг

Редакционно-издательский отдел ЛГУ им. Петра Стучки  
Рига 1974

---

Подписано к печати 21.10.1974 ЯТ 12293 Зак. № 1172  
Ф/б 60x84/16. Бумага №1. Физ.п.л. 5,0. Уч.-и.л. 3,7  
Тираж 400 экз. Цена 37 к.

---

Отпечатано на ротационной машине, Рига-50, ул. Вейденбаума, 5  
Латвийский государственный университет им. П. Стучки

LU bibliotēka



200024390

PT-75

213

Цена 37 к.

Учен. зап. (ЛГУ им. Петра Стучки), 1974, т. 213, 1-76.