

36

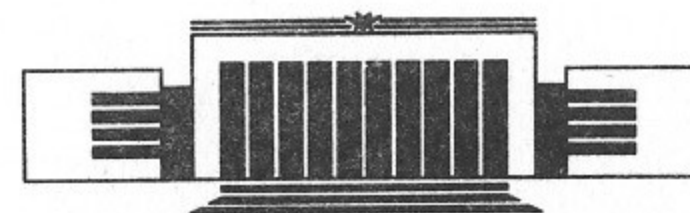
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР



А.Г. Зоркольец, Ю.В. Коршунов

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ НАБОР  
МАТЕМАТИЧЕСКИХ ФОРМУЛ**

**ПРЕПРИНТ 86-172**



НОВОСИБИРСК  
1986

## 1. ВВЕДЕНИЕ

При подготовке печатных изданий набор формул относится к наиболее сложным видам работ. При описании формулы необходимо предвидеть заранее все тонкости расположения ее элементов, получаемые в результате применения большого числа взаимосвязанных правил и ограничений. Все это осложняется тем, что информацию о двумерной формуле необходимо задавать последовательно с помощью одномерной строки.

В данной работе описываются языковые средства набора математических формул, реализованные в рамках входного языка ТХТ фотонаборной автоматизированной системы [1]. Язык позволяет набирать математические формулы практически любой степени сложности и не требует от наборщика знаний большого числа полиграфических правил по оформлению формулы.

Описываемый язык построен по функциональному принципу с практически неограниченным уровнем рекурсии (вложенности функций друг в друга), что позволяет одинаково просто набирать как двухстрочные, так и многострочные формулы. Использование языковых средств в совокупности с возможностями набора таблиц [1] позволяет набирать многоформульные системы уравнений.

## 2. НЕФОРМАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ЯЗЫКА

Подсистема набора математических формул является составной частью языка ТХТ, поэтому все лексические единицы входного языка являются основными единицами и формульного набора. Кроме этого, введено понятие *функции*.

Что такое функция? При анализе большого числа математических формул был сделан вывод, что любую формулу можно разбить на фрагменты (возможно вложенные друг в друга), причем большинство фрагментов имеют однотипное оформление. Так были выделены пять типовых фрагментов (назовем их *шаблонами*): ДРОБЬ, ИНДЕКС, РАДИКАЛ, ПРИСТАВНОЙ ЗНАК и СКОБКИ. Для каждого шаблона характерно наличие некоторых элементов (например, у ДРОБИ: числителя, знаменателя и дробной черты), топологически связанных между собой и имеющих собственный набор характеристик. Определение функции — это задание характеристик элементов того или иного шаблона. При этом некоторые элементы можно опускать (например, у ДРОБИ черту). Следует отметить, что на одном шаблоне можно построить несколько функций.

## 2.1. Описание шаблонов

**ДРОБЬ.** Для данного шаблона характерно наличие следующих элементов:

- числителя (1),
- знаменателя (2),
- дробной черты (3),

взаимное расположение которых показано на рисунке 1.

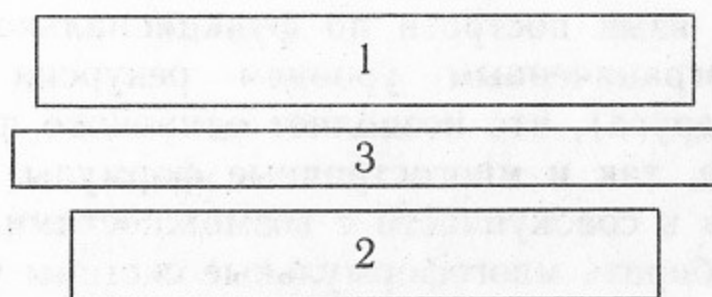


Рис. 1. Элементы шаблона ДРОБЬ.

Как видно из рисунка, *числитель* и *знаменатель* центрируются относительно друг друга. Их текстовое наполнение является переменной величиной.

*Дробная черта* — это некоторая последовательность одинаковых знаков фотоавтомата, следующих друг за другом. Как прави-

ло, этот знак фиксируется для большинства формул и переменным остается лишь число этих знаков, которое зависит от наибольшей из длин *числителя* или *знаменателя*.

Для определения функций типа ДРОБЬ служит команда, имеющая формат:

ДРОБЬ, <ИМЯ ФУНКЦИИ>, <КЕГЛЬ ЧИСЛИТЕЛЯ>, <КЕГЛЬ  
ЗНАМЕНАТЕЛЯ>, [<ПЕРЕМЕЩЕНИЕ К ЧИСЛИТЕЛЮ>],  
[<ПЕРЕМЕЩЕНИЕ К ЗНАМЕНАТЕЛЮ>], [<НОМЕР  
ДРОБНОЙ ЧЕРТЫ>, <ЕЕ ШИРИНА>, <ДЛИНА  
«ХВОСТИКОВ»>, <ПАРАМЕТР ВЫРАВНИВАНИЯ  
ЧЕРТЫ ПО СРЕДНЕЙ ЛИНИИ>]

где: <ИМЯ ФУНКЦИИ> — символ, отличный от признаков и разделителей (см. [1]), по которому будет распознаваться данная функция при наборе.

Смысл следующих четырех параметров понятен из названий. Задаются они в единицах (назовем их *формульными*), определенных в режиме описания в команде ЕДИНИЦА и зафиксированных командой ШАГ. Так как значения характеристик, задаваемых этими параметрами, как правило, зависят от кегля, то будет лучше, если *формульная единица* будет относительной. Так например, командами:

↑ЕДИНИЦА, ПУ = 100ФЕ:ПУ  
↑ШАГ, ..., ФЕ

в качестве *формульной единицы* задается величина, равная 0.01 пункта в расчете на кегль 1 пункт. Другими словами, это не что иное как процент от кегля.<sup>1)</sup>

В последующем, при описании параметров, задаваемых в *формульных единицах*, иногда будем опускать название единицы и указывать лишь от чего зависит абсолютное значение данного параметра.

Так, <КЕГЛЬ ЧИСЛИТЕЛЯ> и <КЕГЛЬ ЗНАМЕНАТЕЛЯ> должны задаваться относительно текущего кегля (кегля основной строки), а <ПЕРЕМЕЩЕНИЕ К ЧИСЛИТЕЛЮ> и <ПЕРЕМЕЩЕНИЕ К ЗНАМЕНАТЕЛЮ>, соответственно, — относительно реального значения кегля *числителя* и кегля *знаменателя*. Причем в качестве реальных величин кеглей и перемещений будут выбраны ближайшие из допустимых значений соответствующих характе-

<sup>1)</sup> Далее в примерах в качестве *формульной* используется эта единица.

ристик фотоавтомата. Например, если кегль числителя задан равным 91 проценту от текущего кегля 9 пунктов, а ФА1000 имеет в этом диапазоне возможные кегли 8 и 9 пунктов, то реально для числителя будет выбран кегль 8 пунктов (как ближайший к 8.19). Пропуск параметров, задающих перемещения, означает, что они принимают значение 0.

Параметрами  $\langle$ НОМЕР ДРОБНОЙ ЧЕРТЫ $\rangle$  и  $\langle$ ЕЕ ШИРИНА $\rangle$  задается некоторый знак шрифтоносителя фотоавтомата, которым будет рисоваться *дробная черта*, и ширина этого знака в *единицах ширин*. Если параметры не заданы, то *дробной черты* на выходной полосе не будет. Кегль *дробной черты* выбирается равным кеглю основной строки.

$\langle$ ДЛИНА «ХВОСТИКОВ» $\rangle$  предназначена для определения величины, на которую *дробная черта* должна быть длиннее (с обеих сторон) максимальной длины *числителя* или *знаменателя*. По умолчанию параметр принимает нулевое значение.

$\langle$ ПАРАМЕТР ВЫРАВНИВАНИЯ ЧЕРТЫ ПО СРЕДНЕЙ ЛИНИИ $\rangle$  предназначен для выравнивания *дробной черты* по средней линии формулы. Он может принимать как положительное значение, так и отрицательное и определяет величину смещения знака (в расчете на кегль знака), выбранного для рисования *дробной черты*, относительно линии шрифта, неподвижной при изменении кегля. По умолчанию параметр принимает нулевое значение, то есть считается, что на шрифтоносителе знак располагается точно на линии шрифта. Уровень средней линии формулы задается в *формульных единицах* один раз в *режиме описания* вторым параметром команды ФОРМУЛА.<sup>1)</sup>

Величина подъема/спуска *дробной черты* равна разности между расстоянием от линии шрифта до средней линии формулы и расстоянием от линии шрифта до знака *дробной черты*. При этом, если полученная разность больше нуля, то *дробная черта* поднимается, если меньше, опускается. Нулевая разность означает, что знак, заданный для рисования *дробной черты*, располагается точно на средней линии формулы.

Приведем два примера определения функций типа ДРОБЬ.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> На шрифтоносителе ФА1000 средняя линия находится выше линии шрифта на 25% кегельной площадки, то есть средняя линия формулы должна задаваться:  $\uparrow$ ФОРМУЛА,,25

<sup>2)</sup> Примеры использования описанных функций будут приведены ниже, после описания синтаксиса языка.

Пример 1:

$\uparrow$ ДРОБЬ,Д,91,91,61,72,3,37,2,25

Данной командой описывается функция «Д», имеющая характеристики (в скобках даны их значения в расчете на текущий кегль 9 пунктов):

- кегль числителя и знаменателя составляет 91% от кегля основной строки (8 пунктов);
- перемещение к числителю 61% от кегля числителя (10 полупунктов);
- перемещение к знаменателю 72% от кегля знаменателя (12 полупунктов);
- номер знака дробной черты — 3;
- ширина знака дробной черты — 37 *единиц ширины* (если в качестве *единиц ширины* используются «относительные единицы» [1], то для кегля 9 пунктов эта величина равна 67 «абсолютных единиц»);
- дробная черта должна иметь «хвостики» с обеих сторон по 2 *единицы ширины*;
- расстояние от линии шрифта до знака дробной черты равно 25% кегля (для шрифтоносителей ФА1000 это уровень средней линии).

Пример 2: Построим на шаблоне ДРОБЬ еще одну функцию — «усреднение» (У):

$\uparrow$ ДРОБЬ,У,100,,0,,3,37,,—25

В данном случае задается лишь элемент *числитель*, кегль которого должен быть равен текущему кеглю (100%), и перемещение к нему равно нулю, то есть линия шрифта *числителя* будет совпадать с линией шрифта текущей строки. Для рисования *дробной черты* (черты усреднения) выбирается тот же знак, что и в предыдущем примере. Этот знак находится на уровне средней линии, что выше линии шрифта на 25% кегельной. Мы же умышленно указали, будто знак находится ниже линии шрифта на 25% высоты кегельной площадки (параметр выравнивания равен —25). В результате черта усреднения будет поднята на 50% кегля и расположится на уровне верхнего края кегельной площадки!

Недостатком данной функции является то, что высота, на которой будет находиться линия усреднения, никак не зависит от вы-

соты усредняемого выражения. Ниже с помощью шаблона РАДИКАЛ, мы определим еще одну функцию «усреднение», которая одинаково подходит как для однострочных, так и для многострочных усредняемых выражений.

ИНДЕКС. Шаблон ИНДЕКС имеет два элемента (см. рис. 2):

- верхний индекс (1),
- нижний индекс (2),

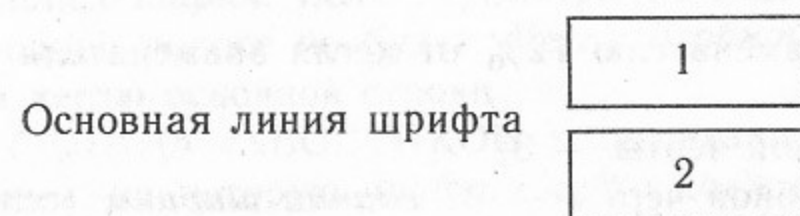


Рис. 2. Элементы шаблона ИНДЕКС.

каждый из которых имеет характеристики:

- кегль *индекса*,
- перемещение к *индексу*,
- отбивка перед *индексом*.

Функции на шаблоне ИНДЕКС определяются командой:

ИНДЕКС,⟨ИМЯ ФУНКЦИИ⟩,⟨КЕГЛЬ ВЕРХНЕГО ИНДЕКСА⟩,  
 ⟨КЕГЛЬ НИЖНЕГО ИНДЕКСА⟩,[⟨ПЕРЕМЕЩЕНИЕ  
 К ВЕРХНЕМУ ИНДЕКСУ⟩],[⟨ПЕРЕМЕЩЕНИЕ К  
 НИЖНЕМУ ИНДЕКСУ⟩],[⟨ОТБИВКА ПЕРЕД  
 ВЕРХНИМ ИНДЕКСОМ⟩],[⟨ОТБИВКА ПЕРЕД  
 НИЖНИМ ИНДЕКСОМ⟩]

Здесь параметры, задающие кегли элементов и перемещение к ним, считаются заданными относительно текущего кегля.

Отбивки перед элементами задаются в *единицах ширин* и так же, как перемещения к элементам, по умолчанию принимают значение 0.

Пример:

↑ИНДЕКС,И,65,65,49,19,3

Данной командой по шаблону ИНДЕКС построена функция «И», предназначенная для набора верхних и/или нижних индексов.

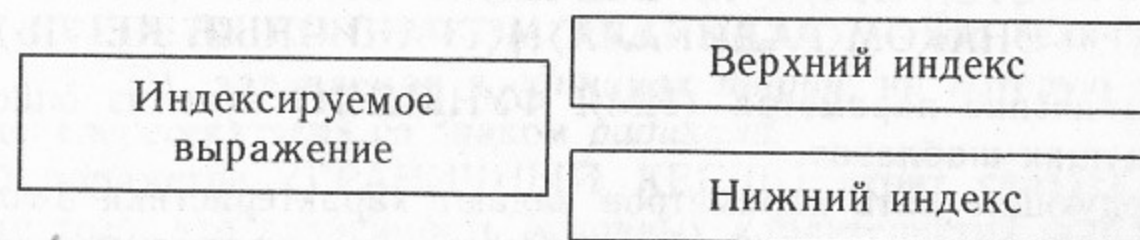
Кегли индексов заданы равными 65%, что в расчете на текущий кегль 9 пунктов составляет 6 пунктов.

При наборе верхний индекс будет поднят над основной линией шрифта на 49% (8 полупунктов) и смещен вправо на 3 *единицы ширины*. Отбивка перед верхним индексом задана ненулевой, так как индексируемые знаки, как правило, набираются курсивом.

Нижний индекс должен опускаться на 19% текущего кегля (4 полупункта) и не имеет перед собой никакой отбивки.

В качестве индексов можно использовать и соответствующие знаки, уже имеющиеся на шрифтоносителях фотоавтомата, но при этом не гарантируется единая линия шрифта этих знаков со знаками, полученными данной функцией.

Недостатком описанного шаблона является то, что основные характеристики его элементов зависят лишь от текущего кегля и на них никак не влияет «высота» индексируемого выражения. Пожалуй было бы лучше, если бы шаблон ИНДЕКС имел вид:



РАДИКАЛ. Данный шаблон имеет вид:

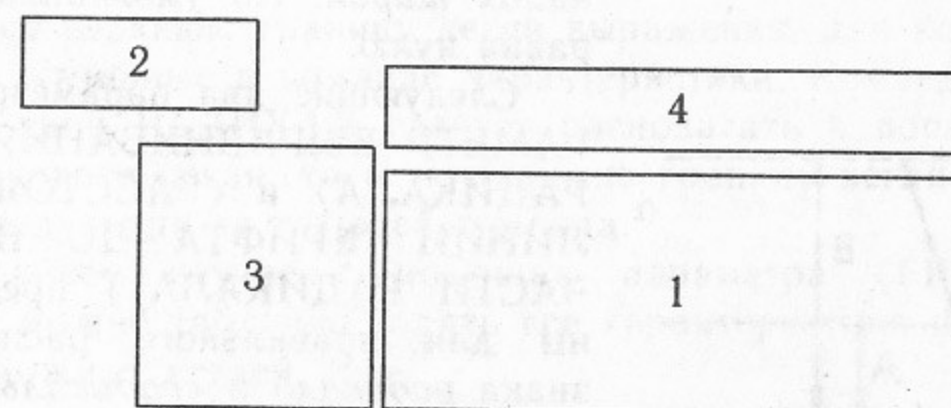


Рис. 3. Элементы шаблона РАДИКАЛ.

- 1 — выражение под радикалом;
- 2 — степень радикала;
- 3 — знак радикала;
- 4 — «радикальная» черта.

Первые два элемента шаблона являются переменными величинами, тогда как третий и четвертый, как правило, фиксируются и представляют собой:

- знак *радикала* — некоторый фиксированный знак шрифтоносителя фотоавтомата;
- «*радикальная*» черта — последовательность одинаковых знаков фотоавтомата (число этих знаков зависит от длины выражения под *радикалом*).

Команда для описания функций типа РАДИКАЛ имеет формат:

РАДИКАЛ, <ИМЯ ФУНКЦИИ>, [ $\langle$ НОМЕР ЗНАКА РАДИКАЛА>, <ЕГО ШИРИНА>, <ПАРАМЕТР ВЫРАВНИВАНИЯ ЗНАКА РАДИКАЛА>, <РАССТОЯНИЕ ОТ ЛИНИИ ШРИФТА ДО ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РАДИКАЛА>, <КЕГЛЬ РАДИКАЛА>], [ $\langle$ НОМЕР ЗНАКА ЧЕРТЫ РАДИКАЛА>, <ЕЕ ШИРИНА>, <ПАРАМЕТР ВЫРАВНИВАНИЯ ЧЕРТЫ ПО ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ЗНАКА РАДИКАЛА>, <КЕГЛЬ ЧЕРТЫ>], <КЕГЛЬ СТЕПЕНИ РАДИКАЛА>, <ПОДЪЕМ/СПУСК СТЕПЕНИ>, <ПЕРЕСЕЧЕНИЕ СТЕПЕНИ СО ЗНАКОМ РАДИКАЛА>, [ $\langle$ ГРАНИЧНЫЙ КЕГЛЬ>]

Назначение параметра <ИМЯ ФУНКЦИИ> ясно из описания предыдущих шаблонов.

Следующие пять параметров задают характеристики 3-го элемента шаблона (знак *радикала*). Первые два задают расположение знака *радикала* на шрифтоносителе фотоавтомата и его ширину в *единицах ширин*. По умолчанию ширина равна нулю.

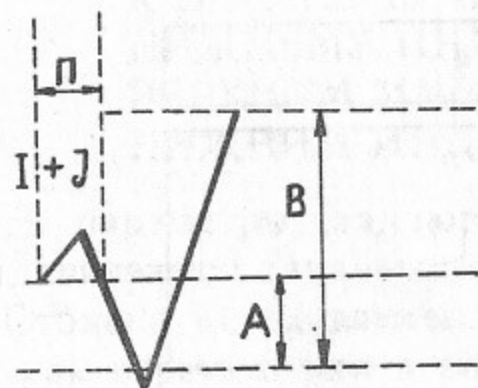


Рис. 4.

Следующие два параметра (<ПАРАМЕТР ВЫРАВНИВАНИЯ ЗНАКА РАДИКАЛА> и <РАССТОЯНИЕ ОТ ЛИНИИ ШРИФТА ДО ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РАДИКАЛА>) предназначены для правильного расположения знака *радикала* и «*радикальной*» черты относительно друг друга и относительно средней линии формулы. С их помощью задаются расстояния от ли-

нии шрифта до средней линии (на рис. 4 — А) и до верхней части (В) знака *радикала*, соответственно. Оба параметра должны задаваться относительно кегля знака *радикала* и по умолчанию принимают нулевое значение.

Параметром <КЕГЛЬ РАДИКАЛА> задается кегль знака *радикала* по отношению к кеглю выражения под *радикалом*.<sup>1)</sup>

<НОМЕР ЗНАКА ЧЕРТЫ РАДИКАЛА> и <ЕЕ ШИРИНА> предназначены для задания знака, которым будет рисоваться на выходной полосе черта над выражением (1). Выравнивание черты по верхней части знака *радикала* осуществляется параметром <ВЫРАВНИВАНИЕ ЧЕРТЫ ПО ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ЗНАКА РАДИКАЛА>, который определяет расстояние от линии шрифта до знака черты в расчете на кегль черты.

Параметр <КЕГЛЬ ЧЕРТЫ> есть зависимость кегля черты от кегля знака *радикала*.

Следующими тремя параметрами задаются характеристики элемента *степень радикала*, а именно: <КЕГЛЬ СТЕПЕНИ> — задает величину кегля степени относительно кегля знака *радикала*; <ПОДЪЕМ/СПУСК СТЕПЕНИ> — величину подъема (параметр больше нуля) или спуска (меньше нуля) степени относительно текущей линии шрифта. Данный параметр задается в расчете на кегль знака *радикала* и по умолчанию равен нулю; <ПЕРЕСЕЧЕНИЕ СТЕПЕНИ СО ЗНАКОМ РАДИКАЛА> — это величина (на рис. 4 — П), задаваемая в *единицах ширин*, на которую степень может «пересекаться» со знаком *радикала*.

О параметре <ГРАНИЧНЫЙ КЕГЛЬ> стоит сказать особо. Ввиду того, что зависимость основных характеристик шаблона от кегля выражения под *радикалом* не является линейной, появляется необходимость в их корректировке для различных диапазонов кегля выражения. Данный параметр и задает в *единицах измерения кеглей* верхнюю границу кегля выражения, для которого имеют силу указанные в команде характеристики. Команды описания функции типа РАДИКАЛ следует располагать в порядке убывания граничного кегля, то есть нижнюю границу кегля выражения задает следующая за текущей команда.<sup>2)</sup>

В крайнем случае с помощью параметра <ГРАНИЧНЫЙ КЕГЛЬ> можно таблично задать все характеристики шаблона для всех возможных кеглей.

<sup>1)</sup> Здесь и далее под кеглем выражения понимается сумма «высоты» выражения (максимальное перемещение вверх и вниз с основной строки) и кегля текущей строки.

<sup>2)</sup> По всей видимости, два предыдущих шаблона также должны иметь параметр <ГРАНИЧНЫЙ КЕГЛЬ>. Но, так как диапазон возможных кеглей этих шаблонов невелик, можно считать, что в нем зависимость характеристик является линейной по отношению к текущему кеглю.

Параметр  $\langle$ ГРАНИЧНЫЙ КЕГЛЬ $\rangle$  также дает возможность использовать в качестве *радикала* различные знаки шрифтоносителя фотоавтомата. Так, на ФА1000 для изображения знака радикала к однострочным выражениям можно использовать знак с основного шрифтоносителя, а для многострочных — с дополнительного, имеющего более крупный базовый кегль.

При наборе функции типа РАДИКАЛ характеристики элемента (1) совпадают с текущими характеристиками текста, поэтому при описании функции они не задаются.

#### Пример 1. Командами

$\uparrow$ РАДИКАЛ,Р,1011,54,20,135,50,306,29,75,100,75,80,38  
 $\uparrow$ РАДИКАЛ,Р,278,30,20,75,124,306,29,75,100,40,44,19,10

описывается функция «Р», предназначенная для набора корней произвольной степени. Для изображения знака радикала здесь назначаются два знака шрифтоносителя: 1011-й шириной 54 *единицы ширины* (знак дополнительного шрифтоносителя базового кегля 12 пунктов) и 278-й шириной 30 (основной шрифтоноситель базового кегля 6 пунктов). Последний знак предназначен для набора выражений до десятого кегля включительно (параметр  $\langle$ ГРАНИЧНЫЙ КЕГЛЬ $\rangle$  равен 10), а первый — для больших кеглей.

Расстояние от линии шрифта до средней линии знака радикала в обоих случаях равно 20% кегля знака. Верхняя же часть радикала отстоит от линии шрифта в первом случае на 135% кегельной (так как базовый кегль знака в два раза больше базового кегля основного шрифтоносителя), а во втором — на 75%.

Кегль знака радикала с основного шрифтоносителя равен 124% от кегля выражения, а с дополнительного — 50%.

Черта над корнем в обоих случаях должна рисоваться знаком 306, имеющим ширину 29. При этом кегль знака черты будет совпадать с кеглем знака радикала (параметр  $\langle$ КЕГЛЬ ЧЕРТЫ $\rangle$  равен 100%).

Параметр выравнивания черты по верхней части знака радикала задан равным 75% кегля черты, то есть черточка расположена в верхней части площадки знака и отстоит от линии шрифта на  $3/4$  высоты площадки.

Характеристики элемента *степень радикала* заданы в первом случае: кегль степени равен 75% кегля знака радикала; подъем

степени вверх на 80%; пересечение степени со знаком радикала на 38 *единиц ширины*; а во втором, соответственно, — 40; 44; 19.

Пример 2. Построим определенную выше функцию «усреднение»:

$\uparrow$ РАДИКАЛ,У,,,20,135,50,306,29,75,100  
 $\uparrow$ РАДИКАЛ,У,,,20,75,124,306,29,75,100,,,,10

В данном случае задаются лишь характеристики элемента (4) «радикальная» черта (или черта усреднения) и параметры, определяющие положение этой черты по верхней части мнимого знака радикала.

Так как положение черты зависит от кегля выражения под чертой, то данная функция одинаково подходит как для однострочных, так и многострочных усредняемых выражений.

ПРИСТАВНОЙ ЗНАК. Вид данного шаблона изображен на рис. 5.

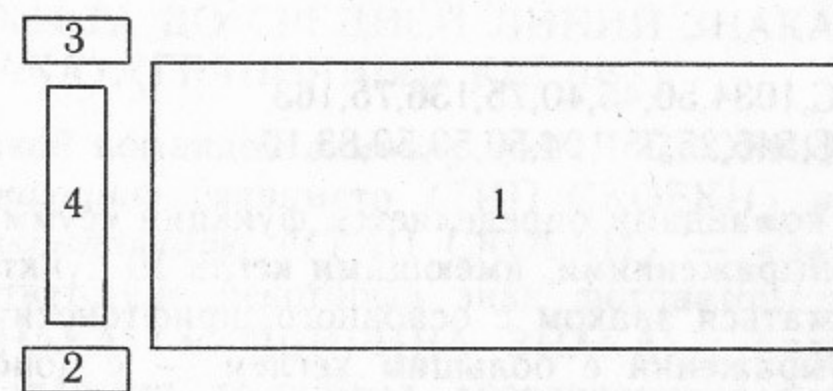


Рис. 5. Элементы шаблона ПРИСТАВНОЙ ЗНАК.  
 1 — выражение за приставным знаком; 2 — нижняя подключка;  
 3 — верхняя подключка; 4 — приставной знак.

Определить функцию по шаблону ПРИСТАВНОЙ ЗНАК — это значит задать следующие характеристики элементов: для *подключек* — перемещения к ним и кегли (относительно кегля *приставного знака*); для *приставного знака* — номер, ширину в *единицах ширин*, кегль относительно кегля выражения (1) и расстояние от линии шрифта до средней линии знака (в расчете на кегль знака), необходимое для выравнивания *приставного знака* по средней линии формулы.

Характеристики элемента (1) не задаются, так как получают значения текущих.

Определение функций типа ПРИСТАВНОЙ ЗНАК выполняется командой:

ПРИСТАВНОЙ, <ИМЯ ФУНКЦИИ>, [*<НОМЕР ПРИСТАВНОГО ЗНАКА>*, <ЕГО ШИРИНА>, <РАССТОЯНИЕ ОТ ЛИНИИ ШРИФТА ДО СРЕДНЕЙ ЛИНИИ ЗНАКА>, <КЕГЛЬ ЗНАКА>], [*<КЕГЛЬ НИЖНЕЙ ПОДКЛЮЧКИ>*, <ЕЕ СПУСК/ПОДЪЕМ>], [*<КЕГЛЬ ВЕРХНЕЙ ПОДКЛЮЧКИ>*, <ЕЕ ПОДЪЕМ/СПУСК>], [*<ГРАНИЧНЫЙ КЕГЛЬ>*]

Назначение и единицы, в которых задаются параметры команды, понятны из названий и описаны выше. Параметр <ГРАНИЧНЫЙ КЕГЛЬ> аналогичен одноименному из предыдущих шаблонов.

При определении функции характеристики несущественных элементов можно не задавать.

Примеры:

↑ПРИСТ,С,1034,50,45,40,75,136,75,163  
↑ПРИСТ,С,546,25,35,124,50,50,50,83,10

Этими двумя командами определяется функция «сумма» (С). Знак суммы перед выражениями, имеющими кегль 10 пунктов и меньше, будет изображаться знаком с основного шрифтоносителя ФА1000, а в случае выражений с большим кеглем — с дополнительного, имеющего базовый кегль 12 пунктов.

Следующие две команды аналогичным образом определяют функцию «интеграл»:

↑ПРИСТ,І,1012,16,22,40,75,150,75,166  
↑ПРИСТ,І,542,12,22,124,50,67,50,83,10

СКОБКИ. Данный шаблон несколько отличается от предыдущих. Во-первых, функции, построенные на нем, не имеют имен, а во-вторых, функции данного типа при наборе могут как самостоятельно входить в формулу, так и сочетаться с любой функцией другого типа (подробнее об этом будет сказано ниже).

Определение функций типа СКОБКИ заключается в задании символов, обозначающих либо *открывающую*, либо *закрывающую скобку*. Каждому такому символу можно поставить в соответствие знак шрифтоносителя фотоавтомата, которым будет изображаться

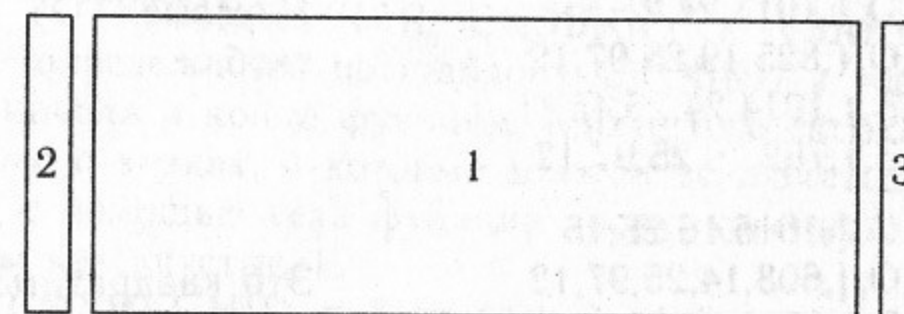


Рис. 6. Элементы шаблона СКОБКИ.  
1 — внутрискобочное выражение; 2 — открывающая скобка;  
3 — закрывающая скобка.

данная скобка на выходной полосе, а также задать параметры, определяющие размещение этого знака относительно *внутрискобочного выражения*. Делается это командой:

СКОБКА, <ТИП СКОБКИ>, <ИМЯ СКОБКИ> [*<НОМЕР ЗНАКА>*, <ШИРИНА ЗНАКА>, <РАССТОЯНИЕ ОТ ЛИНИИ ШРИФТА ДО СРЕДНЕЙ ЛИНИИ ЗНАКА>, <КЕГЛЬ ЗНАКА>, <ГРАНИЧНЫЙ КЕГЛЬ>]

Одной такой командой символу <ИМЯ СКОБКИ>, обозначающему *открывающую* (параметр <ТИП СКОБКИ> имеет значение «О») или *закрывающую* (<ТИП СКОБКИ> — «З») скобку, ставится в соответствие некоторый знак фотоавтомата (параметры <НОМЕР ЗНАКА> и <ШИРИНА ЗНАКА>). Если такое соответствие не задается, то символ, обозначающий *скобку*, является «пустым», то есть на выходной полосе никак не отражается.

Параметр <РАССТОЯНИЕ ОТ ЛИНИИ ШРИФТА ДО СРЕДНЕЙ ЛИНИИ ЗНАКА> задается относительно кегля знака и необходим для выравнивания *скобки* по средней линии выражения.

<КЕГЛЬ ЗНАКА> задается относительно выражения *внутри скобок*.

Назначение параметра <ГРАНИЧНЫЙ КЕГЛЬ> описано в предыдущих шаблонах.

Примеры:

↑СКОБКА,О,<sup>(1)</sup> «Пустые»  
↑СКОБКА,З,» скобки

<sup>1)</sup> Здесь и далее «подчеркнутыми» обозначаются символы, имеющие установленный 8-й бит расширенного кода КОИ-7.



↑СКОБКА,О,(,1013,24,25,45  
↑СКОБКА,О,(,825,19,25,97,12  
↑СКОБКА,З,),1014,24,25,45  
↑СКОБКА,З,),762,19,25,97,12

Круглые  
скобки

↑СКОБКА,О,[,1015,16,25,45  
↑СКОБКА,О,[,603,14,25,97,12  
↑СКОБКА,З,],1016,16,25,45  
↑СКОБКА,З,],540,14,25,97,12

Это квадратные  
скобки

↑СКОБКА,О[,1008,26,25,45  
↑СКОБКА,О[,607,13,25,97,12  
↑СКОБКА,З,],1009,26,25,45  
↑СКОБКА,З,],544,13,25,97,12

Это фигурные  
скобки

Данной последовательностью команд символы «[», «[», «(» и «(» объявляются открывающими скобками, а «]», «]», «)» и «)» — закрывающими. За исключением «(» и «)», являющихся «пустыми», каждому символу поставлены в соответствие два знака фотоавтомата, один из которых расположен на основном шрифтоносителе, а другой на дополнительном. При этом знаки дополнительного шрифтоносителя имеют базовый кегль 12 пунктов.

Признаком разрешения двусмысленности при выборе знака является их кегль: скобки до 12-го кегля включительно выбираются с основного шрифтоносителя, свыше 12-го — с дополнительного (см. параметр <ГРАНИЧНЫЙ КЕГЛЬ>).

Следует заметить, что назначение знаков фотоавтомата символам, обозначающим *скобки*, действует лишь в пределах формулы и за ее пределы не распространяется.

## 2.2. Синтаксис языка

Итак, допустим, определены все необходимые функции. Как же с их помощью набрать формулу?

Любая формула во входном потоке должна начинаться командой ФОРМУЛА и заканчиваться командой КОНЕЦ. Тело формулы может состоять из текстовых символов, спецсимволов и команд, возможно входящих в заранее определенные функции. Все функции во входном потоке имеют вид:

[<ИМЯ ФУНКЦИИ>] <ОТКРЫВАЮЩАЯ СКОБКА> [<ТЕЛО ФУНКЦИИ>] <ЗАКРЫВАЮЩАЯ СКОБКА>

где: <ИМЯ ФУНКЦИИ> — символ, определенный при описании функции; <ОТКРЫВАЮЩАЯ СКОБКА> и <ЗАКРЫВАЮЩАЯ СКОБКА> определяются по шаблону СКОБКИ и необходимы как признаки начала и конца функции. Кроме того *скобки* могут нести информацию о знаках, в которые должно заключаться выражение, описанное с помощью тела функции (если, конечно, эти *скобки* не определены как «пустые»).

<ТЕЛО ФУНКЦИИ> представляет собой текстовое наполнение элементов шаблона, по которому построена функция. Причем текст, относящийся к разным элементам, отделяется друг от друга некоторым выделенным символом — *разделителем*<sup>1)</sup>, то есть имеет вид:

[<ПАРАМЕТР 1>] [: [<ПАРАМЕТР 2>] [: <ПАРАМЕТР 3>]]

Максимальное число параметров зависит от шаблона, по которому определена функция. Так, функции типа ДРОБЬ могут иметь два параметра: *числитель* и *знаменатель*; ИНДЕКС — *верхний* и *нижний индексы*; РАДИКАЛ — *выражение под радикалом* и *степень радикала*; ПРИСТАВНОЙ ЗНАК — *выражение за приставным знаком*, *нижнюю* и *верхнюю подключки*; функции, построенные по шаблону СКОБКИ имеют один параметр. Причем параметры следуют именно в перечисленном порядке.

Некоторые параметры могут отсутствовать. Так, например, у функции типа РАДИКАЛ может не быть *степени*, а у ПРИСТАВНОГО ЗНАКА — *подключек*.

Как указывалось выше, тело параметров может содержать как основные единицы входного языка (текстовые символы, спецсимволы, команды, макровыводы), так и другие функции (например, числитель дроби может содержать радикал).

Следует лишь особо выделить использование в формуле пробелов. Как-и в случае обычного текста, несколько подряд стоящих в формуле пробелов эквивалентны одному. Разница заключается лишь в величине пробельного материала на выходной полосе. Для формул она задается четвертым параметром команды ПРОБЕЛЫ, которая теперь имеет формат:

ПРОБЕЛЫ, <МИНИМАЛЬНЫЙ>, <ОПТИМАЛЬНЫЙ>,  
<МАКСИМАЛЬНЫЙ>, <ФОРМУЛЬНЫЙ>

<sup>1)</sup> Разделитель определяется один раз в *режиме описания* первым параметром команды ФОРМУЛА. Например, командой ↑ФОРМУЛА,.;25 задана средняя линия формулы, а также в качестве разделителя назначен символ «двоеточие».

Например, командой ↑ПРОБЕЛ,,,7 задается величина *формульного пробела равной 7 единицам ширины.*

Приведем примеры набора формул с использованием функций, определенных выше:

Вид формулы во входном потоке	На выходной полосе
д(A+B:C)	$\frac{A+B}{C}$
д(A+B)	$\left(\frac{A+B}{C}\right)$
д[:C]	$\left[\frac{C}{C}\right]$
у(A+B)	$\overline{A+B}$
Аи(2:i,j)	$A_{i,j}^2$
р(Аи(2)+Ви(2):3)	$\sqrt[3]{A^2+B^2}$
р(д(Аи(2)+р(2)Ви(2):Си(2)))	$\sqrt{\frac{A^2+\sqrt{2}B^2}{C^2}}$
с(Ми(:ij):ij)	$\sum_{ij} M_{ij}$
і(д(f(x):x)dx:0:\** )	$\int_0^{\infty} \frac{f(x)}{x} dx$
д(і( f(x) dx):р(2))	$\frac{\int f(x) dx}{\sqrt{2}}$
д(і( д(x:r) д(dt:Ви(2))) : і( д(dt:B)))	$\frac{\int \frac{x dt}{r B^2}}{\int \frac{dt}{B}}$

### 3. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О НАБОРЕ ФОРМУЛ

До сих пор мы рассматривали особенности оформления формул в отрыве от обработки остального текста. Далее на примерах рассмотрим, как формула может входить в другие фрагменты готовящегося издания, и как при этом она выглядит во входном потоке.

### 3.1. Формула отдельной строкой

...

↑АБ

Частицы с  $\omega = 0$  имеют орбиту, сдвинутую по радиусу относительно равновесной (в среднем по периметру накопителя) на величину

$$\uparrow\text{НФ } y = \omega R_s \frac{M}{m_s \omega_s} \text{д}(\text{М:ми}(\text{:s}))$$

$$\text{д}(\omega : \omega \text{ и}(\text{:s})) \uparrow\text{КФ (6)}$$

↑АБ

Координата центра тяжести пучка в некотором сечении ...<sup>1)</sup>

Этот фрагмент входного потока на выходной полосе будет иметь вид:

...

Частицы с  $\omega \neq 0$  имеют орбиту, сдвинутую по радиусу относительно равновесной (в среднем по периметру накопителя) на величину

$$y = \alpha R_s \frac{M}{m_s} \frac{\omega}{\omega_s} \quad (6)$$

Координата центра тяжести пучка в некотором сечении ...

В данном случае «НФ» и «КФ» макровыводы. «НФ» (начало формулы) открывает формулу и содержит команды, определяющие основные текстовые характеристики формулы, а «КФ» — закрывает формулу и может содержать характеристики текста, следующего за формулой (например, номера формулы). В данном примере макроопределения «НФ» и «КФ» выглядят так:

↑МАКРО,НФ ↑СТРО,ВНЕ1 ↑ХА,ФО=ФО ↑ФОРМУЛА\_\_↑↑  
↑МАКРО,КФ ↑КОНЕЦ ↑ХА,ФО ↑СТРО,НОМ ↑↑

Здесь строка ВНЕ1 определяет основные текстовые характеристики формулы, а именно:

- |                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| — максимальный формат | — 117мм,          |
| — отступ              | — 6мм,            |
| — кегль               | — 9 пунктов,      |
| — интерлиньяж         | — 20 полупунктов, |
| — шпона               | — 0,              |
| — шпация              | — 0,              |

<sup>1)</sup> Здесь в качестве примера взят фрагмент из работы [3].

- начертание знаков
- выключка строки
- светлое, курсивное
- влево.

Команда  $\uparrow$ ХА,ФО=ФО для наглядности выделена из строки ВНЕ1. Она задает прямое начертание цифр. Для этого при описании шрифтоносителей фотоавтомата определяются «формульные цифры», имеющие, в отличие от «текстовых цифр», вместо характеристики НА (наклон) характеристику ФО=ФО. Этим цифрам ставятся в соответствие знаки прямого начертания. В результате в формулах цифры будут иметь прямое начертание, в то время как остальные, управляемые характеристикой НА, курсивное. За пределами формулы характеристика ФО является несущественной, поэтому «работает» описание «текстовых цифр».

Команда  $\uparrow$ ФОРМУЛА макроопределения НФ открывает формулу.

Назначение макроопределения КФ:

- «закрывать» формулу (команда  $\uparrow$ КОНЕЦ);
- объявить характеристику ФО незначащей ( $\uparrow$ ХА,ФО), после чего на цифры, как и на другие символы, действует характеристика НА;
- задать характеристики номера формулы ( $\uparrow$ СТРО,НОМ).  
Данная строка, в частности, имеет следующие характеристики: начертание знаков светлое прямое кеглем 9 пунктов, выключается строка вправо по формату 117мм и имеет нулевой интерлиньяж, что обеспечивает расположение номера формулы на основной линии шрифта формулы.

Как видно из примера, несмотря на то, что во входном потоке формула может описываться в несколько строк, на выходной полосе она будет располагаться на одной. Это объясняется тем, что после обработки формула представляет собой неделимый фрагмент, имеющий высоту и длину. Высота этого фрагмента определяется суммой максимальных перемещений вверх (например, к числителю дроби) и вниз (к знаменателю) с основной строки, а длина — текущим форматом формулы.

Отбивка формулы от соседних строк определяется текущим интерлиньяжем, который обрабатывается сверху — от линии шрифта предыдущей строки до линии шрифта «числителя», и снизу — от линии шрифта «знаменателя» до линии шрифта строки, следующей за формулой. При необходимости можно с помощью команды ОТБИВКА задать дополнительную отбивку формулы от соседних элементов.

Горизонтальное размещение сформированного фрагмента-формулы задается параметром, определяющим вид выключки строки (по центру, вправо или влево).

Если необходимо, чтобы формула на выходной полосе занимала более одной строки (например, в случае системы уравнений или слишком длинной формулы), то во входном потоке она должна быть разбита на необходимое число частей, каждая из которых рассматривается как отдельная формула. Разбивать формулу можно лишь на «нулевом» уровне вложенности функций, то есть все функции к моменту окончания формулы должны быть завершены. Если это условие не выполняется, то по концу формулы все незавершенные функции заканчиваются автоматически. При этом в качестве скобки используется закрывающая скобка, стоящая первой в «разделе описания» (см. шаблон СКОБКИ).

### 3.2. Формула в одиночной строке или абзаце

...  
 $\uparrow$ АБ

Уравнения (13), (14) образуют замкнутую систему. Как следует из (13), производная  $\uparrow$ ФОРМУ  $\uparrow$ ХА,НА=КУ,ФО=ФО  $d(f_i(:0):dt)$   $\uparrow$ КОН\_\_ — второго порядка малости относительно возмущений. Это позволяет при интегрировании ...

На выходной полосе это будет выглядеть:

...

Уравнения (13), (14) образуют замкнутую систему. Как следует из (13), производная  $\frac{df_0}{dt}$  — второго порядка малости относительно возмущений. Это позволяет при интегрировании ...

В данном случае наличие формулы в строке может повлиять на увеличение отбивки от соседних строк. Величина этой отбивки, как и в предыдущем примере, определяется интерлиньяжем между линией шрифта соседних строк и линией шрифта верхней и нижней строк формулы.

Горизонтальное размещение формулы в строке ничем не отличается от размещения одиночного знака. При этом линия шрифта строки будет совпадать с основной линией шрифта формулы.

### 3.3. Формула в таблице

Включение формулы в таблицу приведем на примере простой таблицы, состоящей из одного блока.

```

...
↑СТРО,ВНЕ1
↑БЛОК,АБ12
↑ТАБЛ,А,ВА,ВБ=30ММ,Г1,Г2=25ММ
!
!-----!
! ↑ФОРМУ д(A+B:2) ↑КОНЕЦ !
! ↑ФОРМУ р(д(A+B:2):3) ↑КОНЕЦ !
!-----!
...

```

На выходной полосе это будет выглядеть:

$$\frac{A+B}{2}$$

$$\sqrt[3]{\frac{A+B}{2}}$$

Здесь, как видно из примера, есть одно существенное ограничение: так как признаком конца строки любого блока таблицы является его правая разделительная линия, то формула во входном потоке не может быть перенесена на другую строку блока.

### 3.4. Неявное включение формул в текст

В предыдущих примерах данной главы все формулы описаны в тексте явно, то есть непосредственно входят в него. Однако существует возможность ссылаться во входном потоке на некоторую формулу, описанную либо в транслируемом файле, либо в любом другом.

В первом случае это делается с помощью механизма *внутрен-*

них фрагментов (см. [1]), когда однажды сформированный в текущем сеансе *фрагмент* можно затем многократно вставлять в любое место выходной полосы (в том числе и в другую формулу).

Пример. Входной поток:

```

↑НАЧАЛО, F
↑СТРОКА, ВНЕ1
↑ОТСТУП, 0
↑ФОРМУЛА
д(дfi(:0):d\ом ) ↑КОНЕЦ
↑КОНЕЦ
...
↑АБ

```

Найдем действие внешнего электрического поля на пучок. Подвергая уравнение (14) преобразованию Лапласа (считая  $\uparrow\Phi P, F$  не зависящей от времени), получим:

$$\uparrow\text{НФ } fi(\text{инд:m})(\omega, s) = -d(ea_i(:m):2\pi Ri(2:s)M) \uparrow\Phi P, F$$

$$д(U(s-im\omega) и (:s)):s+im\omega), \uparrow\text{КФ} (17)$$

на выходной полосе будет иметь вид:

Найдем действие внешнего электрического поля на пучок. Подвергая уравнение (14) преобразованию Лапласа (считая  $\frac{df_0}{d\omega}$  не зависящей от времени), получим:

$$f_m^{\text{инд}}(\omega, s) = -\frac{ea_m}{2\pi R_s^2 M} \frac{df_0}{d\omega} \frac{U(s-im\omega_s)}{s+im\omega} \quad (17)$$

Для того чтобы можно было прочитать некоторую формулу из другого файла, необходимо, чтобы она в этом файле была «отмечена» специальной псевдокомандой:

КАДР, <ИМЯ КАДРА>

Чтение отмеченного «кадра» осуществляется командой:

ЧИТАТЬ, <ИМЯ ФАЙЛА> [, <ИМЯ КАДРА>]

где параметр <ИМЯ ФАЙЛА> определяет файл, из которого необходимо прочитать указанный «кадр». Заканчивается «кадр» или

началом следующего, или концом файла. Если <ИМЯ КАДРА> не задано, то читается весь указанный файл. Файл, содержащий «кадры», должен иметь ту же природу что и входной поток.

Например, если имеется файл FLIB.TXT (библиотека формул):<sup>1)</sup>

↑КАДР,Ф1

Формула 1

↑КАДР,Ф2

Формула 2

...

↑КАДР,ФN

Формула N

то для того, чтобы вставить во входной поток «кадр» Ф<sub>1</sub> достаточно в нужном месте поставить команду ↑ЧИТАТЬ,FLIB,Ф<sub>1</sub>. Это позволяет при очень сложном тексте готовить формулы параллельно с текстом и независимо от него.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На разработку описанного языка в значительной степени повлияли два факта: во-первых, он создавался для сугубо практических целей, и, во-вторых, при реализации постоянно ощущалась нехватка виртуального адресного пространства. Однако, как показал опыт, использование описанных средств набора формул в совокупности с другими возможностями входного языка позволяет набирать любые математические формулы.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. А.Г.Зоркольец, Ю.В.Коршунов, Б.Н.Шувалов. Препринт ИЯФ 86-36, Новосибирск, 1986г.
2. Наборные и фотонаборные процессы. Технологические инструкции. Москва, «Книга», 1983г.
3. Н.И.Зиневич, М.М.Карлинер. Препринт ИЯФ 86-80, Новосибирск, 1986г.

<sup>1)</sup> «Кадры» могут содержать не только описания формул, но любые другие конструкции входного потока.

#### Приложение.

#### ФОРМАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ СИНТАКСИСА

Описание синтаксиса приводится на языке БНФ, в котором приняты следующие обозначения:

- все правила имеют вид: <ЛЕВАЯ ЧАСТЬ> ::= <ПРАВАЯ ЧАСТЬ> где <ЛЕВАЯ ЧАСТЬ> есть нетерминальный символ, а <ПРАВАЯ ЧАСТЬ>, расшифровывающая левую, есть последовательность нетерминальных и/или терминальных символов;
- в угловые скобки заключены нетерминальные символы;
- в квадратные скобки заключены необязательные конструкции;
- заключение конструкции в фигурные скобки означает, что она может повторяться нуль или более раз;
- для сокращенной записи множества правил с одинаковой левой частью используется вертикальная черта, обозначающая альтернативу.

<ФОРМУЛА> ::= <НАЧАЛО ФОРМУЛЫ> [<ТЕЛО>] <КОНЕЦ ФОРМУЛЫ>

<НАЧАЛО ФОРМУЛЫ> ::= ↑ФОРМУЛА

<КОНЕЦ ФОРМУЛЫ> ::= ↑КОНЕЦ

<ТЕЛО> ::= <КОМАНДА> | <СПЕЦСИМВОЛ> |

<ТЕКСТОВЫЙ СИМВОЛ> |

<МАКРОВЫЗОВ> | <ФУНКЦИЯ>

<ФУНКЦИЯ> ::= [<ИМЯ ФУНКЦИИ>] <ОТКРЫВАЮЩАЯ СКОБКА> [<ТЕЛО>] {<РАЗДЕЛИТЕЛЬ> <ТЕЛО>} <ЗАКРЫВАЮЩАЯ СКОБКА>

<ИМЯ ФУНКЦИИ> ::= <ЛИТЕРА>

<РАЗДЕЛИТЕЛЬ> ::= <ЛИТЕРА>

<ОТКРЫВАЮЩАЯ СКОБКА> ::= <ЛИТЕРА>

<ЗАКРЫВАЮЩАЯ СКОБКА> ::= <ЛИТЕРА>

<ЛИТЕРА> ::= А | Б | В | ( | ) | ...

Замечание: Описание команд, макровывозов, спецсимволов и текстовых символов приведено в работе [1].

Приложение Б

Данное приложение содержит раскладку шрифтоносителей «Научно-техническая 180» и «Научно-техническая 182».

Код ФА	Шрифт 1 ниж. рег.			Шрифт 1 верх. рег.			Шрифт 2 ниж. рег.			Шрифт 2 верх. рег.		
	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина
1			0/0	—	&	63/37			126/0	—		189/37
2	у	у	1/19	У	У	64/25	у		127/13	у		190/13
3	-		2/13	2	2	65/19	2	и2	128/13	2	с2	191/13
4	●		3/38	●		66/38	■		129/38	■		192/40
5	ю		4/27	Ю		67/39	ю		130/18	ю		193/18
6	ф		5/26	Ф		68/31	ф		131/17	ф		194/17
7	)		6/19	(		69/19			132/0			195/0
8	○	окр	7/38	●		70/40	■		133/0	■		196/38
9	/		8/19	§		71/15	\		134/20	—		197/0
10	ы		9/25	Ы		72/36	ь		135/16	ы		198/16
11	“		10/19	”		73/0	%		136/40			199/0
12	ш		11/30	Ш		74/40	ш		137/19	ш		200/19
13	.		12/10	7		75/19	7		138/13	7	с7	201/13
14	г		13/16	Г		76/23	г		139/11	г		202/11
15	'	уд	14/0	6		77/19	б	и6	140/13	б	с6	203/13
16	-	1016	15/13	-		78/13	-		141/13	-		204/13
17	з		16/26	Ж		79/35	~	ок	142/36	Ж		205/35
18	в		17/19	В		80/26	в		143/13	в		206/13
19	х		18/19	Х		81/25	х		144/13	х		207/13
20	к		19/19	К		82/27	к		145/13	к		208/13
21	«	<<	20/19	з		83/19	з	и3	146/13	з	с3	209/13
22	о		21/19	О		84/28	о		147/13	о		210/13
23	я		22/27	Я		85/41	я		148/27	я		211/31
24	т		23/17	Т		86/23	т		149/11	т		212/11
25	ж		24/30	Ж		87/39	ж		150/19	ж		213/19
26	а		25/20	А		88/26	а		151/13	а		214/13
27	я		26/28	Я		89/36	я		152/28	я		215/37
28	с		27/17	С		90/26	с		153/11	с		216/11
29	...	мн	28/38	:		91/10	:		154/24	:		217/24
30	л		29/20	Л		92/30	л		155/13	л		218/13
31	”		30/19	.		93/38	.		156/16	.		219/19
32	е		31/17	Е		94/25	е		157/11	е		220/11

Код ФА	Шрифт 1 ниж. рег.			Шрифт 1 верх. рег.			Шрифт 2 ниж. рег.			Шрифт 2 верх. рег.		
	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина
33	»	>>	32/19	4		95/19	4	и4	158/13	4	с4	221/13
34	я		33/20	Я		96/26	я		159/13	я		222/13
35	,		34/10	,		97/10	,		160/7	,		223/7
36	д		35/20	Д		98/30	д		161/13	д		224/13
37	]		36/19	[		99/19			162/0			225/0
38	ц		37/21	Ц		100/31	ц		163/14	ц		226/14
39	№	#	38/38	l		101/19	l	и1	164/13	l	с1	227/13
40	р		39/20	Р		102/25	р		165/13	р		228/13
41	э		40/17	Э		103/25	э		166/11	э		229/11
42	н		41/20	Н		104/29	н		167/13	н		230/13
43	:		42/12	5		105/19	5	и5	168/13	5	с5	231/13
44	з		43/17	З		106/23	з		169/11	з		232/11
45	?		44/18	9		107/19	9		170/13	9	с9	233/13
46	й		45/20	Й		108/31	й		171/13	й		234/13
47	ъ	'	46/22	Ъ		109/29	ъ		172/14	ъ		235/14
48	щ		47/31	Щ		110/40	щ		173/20	щ		236/20
49	—	&&	48/38	8		111/19	8		174/13	8	с8	237/13
50	и		49/20	И		112/30	и		175/13	и		238/13
51	ѳ		50/26	ƒ		113/40	ѳ		176/36	ƒ		239/41
52	п		51/20	П		114/30	п		177/13	п		240/13
53	;		52/12	0		115/19	0	и0	178/13	0	с0	241/13
54	€		53/26	ƒ		116/35	€		179/24	ƒ		242/40
55	и		54/27	и		117/37	и		180/27	и		243/37
56	ь		55/18	Ь		118/25	ь		181/12	ь		244/12
57	б		56/20	Б		119/25	б		182/13	б		245/13
58	ч		57/19	Ч		120/26	ч		183/13	ч		246/13
59	!		58/12	%		121/38	!		184/0	!		247/0
60	м		59/24	М		122/34	м		185/16	м		248/16
61	ё		60/17	Е		123/25	ё		186/11	ё		249/11
62	ѳ		61/26	ƒ		124/35	ѳ		187/27	ƒ		250/41
63	'		62/10	*		125/18	'		188/15	*		251/15

Код ФА	Шрифт 3 ниж. рег.			Шрифт 3 верх. рег.			Шрифт 4 ниж. рег.			Шрифт 4 верх. рег.		
	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина
1	█		252/0	—		315/37	■		378/0	■		441/37
2	у		253/19	У		316/25	у		379/19	У		442/25
3	-		254/13	2		317/19	-		380/13	2		443/19
4	▲		255/38	▼		318/38	◆		381/27	◆		444/40
5	ю		256/27	Ю		319/39	ю		382/27	Ю		445/39
6	ф		257/26	Ф		320/31	ф		383/26	Ф		446/31
7	)		258/19	(		321/19	)		384/19	(		447/19
8	▶		259/38	◀		322/38	◇		385/38	*		448/38
9	/		260/19	§		323/15	/		386/19	§		449/15
10	ы		261/25	Ы		324/36	ы		387/25	Ы		450/36
11	"		262/19	—		325/37	"		388/19	—		451/37
12	ш		263/30	Ш		326/40	ш		389/30	Ш		452/40
13	.		264/10	7		327/19	.		390/10	7		453/19
14	г		265/16	Г		328/23	г		391/16	Г		454/23
15	.		266/0	б		329/19	.		392/0	б		455/19
16	-		267/13	-		330/13	-		393/13	-		456/13
17	∇		268/30	Э		331/21	~		394/40	∇	нбл	457/43
18	в		269/19	В		332/26	в		395/19	В		458/26
19	х		270/19	Х		333/25	х		396/19	Х		459/25
20	к		271/19	К		334/27	к		397/19	К		460/27
21	«		272/19	з		335/19	«	«	398/19	з		461/19
22	о		273/19	О		336/28	о		399/19	О		462/28
23	ѳ		274/26	Ф		337/38	ѳ		400/28	Ф		463/31
24	т		275/17	Т		338/23	т		401/17	Т		464/23
25	ж		276/30	Ж		339/39	ж		402/30	Ж		465/39
26	а		277/20	А		340/26	а		403/20	А		466/26
27	ѣ		278/28	Ч		341/40	ѣ		404/27	Ч		467/36
28	с		279/17	С		342/26	с		405/17	С		468/26
29	©	прв	280/38	@	@	343/38	...		406/38	:		469/24
30	л		281/20	Л		344/30	л		407/20	Л		470/30
31	"		282/19	.		345/38	"		408/19	.		471/19
32	е		283/17	Е		346/25	е		409/17	Е		472/25

Код ФА	Шрифт 3 ниж. рег.			Шрифт 3 верх. рег.			Шрифт 4 ниж. рег.			Шрифт 4 верх. рег.		
	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина
33	»		284/19	4		347/19	»	»	410/19	4		473/19
34	я		285/20	Я		348/26	я		411/20	Я		474/26
35	,		286/10	,		349/10	,		412/10	,		475/10
36	д		287/20	Д		350/30	д		413/20	Д		476/30
37	/		288/19	/		351/19	/		414/19	/		477/19
38	ц		289/21	Ц		352/31	ц		415/21	Ц		478/31
39	№	#	290/38	1		353/19	№	#	416/38	1		479/19
40	р		291/20	Р		354/25	р		417/20	Р		480/25
41	э		292/17	Э		355/25	э		418/17	Э		481/25
42	н		293/20	Н		356/29	н		419/20	Н		482/29
43	:		294/12	5		357/19	:		420/12	5		483/19
44	з		295/17	З		358/23	з		421/17	З		484/23
45	?		296/18	9		359/19	?		422/18	9		485/19
46	й		297/20	Й		360/31	й		423/20	Й		486/31
47	ъ		298/22	Ъ		361/29	ъ		424/22	Ъ		487/29
48	щ		299/31	Щ		362/40	щ		425/31	Щ		488/40
49	—		300/38	8		363/19	—		426/38	8		489/19
50	и		301/20	И		364/30	и		427/20	И		490/30
51	ѡ		302/27	Ѣ		365/41	ѡ		428/26	Ѣ		491/41
52	п		303/20	П		366/30	п		429/20	П		492/30
53	;		304/12	0		367/19	;		430/12	0		493/19
54	Ѡ		305/28	Ѣ		368/36	Ѡ		431/26	Ѣ		494/41
55	ѡ		306/26	Ѣ		369/36	ѡ		432/27	Ѣ		495/36
56	ь		307/18	Ь		370/25	ь		433/18	Ь		496/25
57	б		308/20	Б		371/25	б		434/20	Б		497/25
58	ч		309/19	Ч		372/26	ч		435/19	Ч		498/26
59	!		310/12	%		373/38	!		436/12	%		499/38
60	м		311/24	М		374/34	м		437/24	М		500/34
61	ѣ		312/17	Е		375/25	ѣ		438/17	Е		501/25
62	ѡ		313/24	Ѣ		376/37	ѡ		439/36	Ѣ		502/41
63	'		314/10	*	*	377/18	'		440/10	*		503/18

Код ФА	Шрифт 5 ниж. рег.			Шрифт 5 верх. рег.			Шрифт 6 ниж. рег.			Шрифт 6 верх. рег.		
	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина
1	→	—>	504/38	×	x!	567/41	—		630/23	—		693/23
2	и	ки	505/21	U	кU	568/30	и	иц	631/14	и		694/14
3	∑	Сиб	506/22	2		569/19	2		632/13	2		695/13
4	γ	га	507/19	Г	Га	570/24	γ	ига	633/13	γ	сга	696/13
5	ω	ом	508/25	Ω	Ом	571/28	ω	ном	634/16	ω	сом	697/16
6	f	кf	509/13	F	кF	572/24	f	иф	635/ 9	f		698/ 9
7	)		510/10	(		573/10	)	с)	636/ 8	(	с(	699/ 8
8	δ	де	511/19	Δ	Де	574/24	δ	иде	637/13	δ	сде	700/13
9	=		512/44	≠	=/	575/47	=		638/28	=		701/28
10	y	ку	513/19	Y	кY	576/24	y	иу	639/13	y		702/13
11	—	—	514/44	<	<м	577/47	—	и—	640/28	—	с—	703/28
12	λ	ла	515/19	Λ	Ла	578/27	λ	ила	641/13	λ	сла	704/13
13	.		516/10	7		579/19	.		642/ 7	.		705/ 7
14	g	кг	517/22	G	кG	580/29	g	иг	643/14	g		706/14
15	√	ккв	518/26	6		581/19	√	чп	644/22	√		707/15
16	—		519/37	—		582/37	—		645/37	—		708/37
17	τ	ту	520/17		пп	583/22	τ	иту	646/11	τ	сту	709/11
18	w	кw	521/29	W	кW	584/36	w	иw	647/19	w		710/19
19	h	кh	522/20	H	кH	585/29	h	иh	648/13	h		711/13
20	k	кк	523/20	K	кK	586/28	k	ик	649/13	k	ск	712/13
21		ПиБ	524/22	3		587/19			650/13	3		713/13
22	o	ко	525/19	O	кO	588/28	o	ио	651/13	o	со	714/13
23	α	ал	526/24	U		589/31	α	иал	652/15	α	сал	715/15
24	t	кt	527/13	T	кT	590/23	t	ит	653/ 9	t		716/ 9
25	v	кv	528/20	V	кV	591/26	v	ив	654/13	v	сv	717/13
26	a	ка	529/20	A	кA	592/26	a	иа	655/13	a		718/13
27	β	бэ	530/20	∩		593/44	β	ибэ	656/13	β	сбэ	719/13
28	s	кс	531/17	S	кS	594/24	s	ис	657/11	s	сs	720/11
29	±	+ -	532/44	>	б>	595/48	±	и+-	658/28	±	с+-	721/28
30	l	кl	533/12	L	кL	596/24	l	ил	659/ 8	l		722/ 8
31	+		534/44	≡	='	597/47	+	и+	660/28	+	с+	723/28
32	e	ке	535/17	E	кE	598/25	e	ие	661/11	e	се	724/11

Код ФА	Шрифт 5 ниж. рег.			Шрифт 5 верх. рег.			Шрифт 6 ниж. рег.			Шрифт 6 верх. рег.		
	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина
33	η	эт	536/22	4		599/19	η	изт	662/14	η	сэт	725/14
34	q	кq	537/20	Q	кQ	600/29	q	иq	663/13	q		726/13
35	,		538/10	,		601/10	,	изп	664/ 7	,		727/ 7
36	d	кd	539/21	D	кD	602/29	d	ид	665/14	d	сd	728/14
37	]		540/ 8	[		603/ 8	]		666/ 9	[		729/ 9
38	c	кc	541/17	C	кC	604/26	c	ис	667/11	c		730/11
39	{	инт	542/ 8	1		605/19	{		668/13	1		731/13
40	r	кг	543/16	R	кR	606/26	r	иг	669/11	r	сг	732/11
41	ξ	кси	544/17	Ξ	кΞ	607/27	ξ	икс	670/11	ξ	скс	733/11
42	n	кп	545/21	N	кN	608/29	n	ип	671/14	n	сп	734/14
43	ζ	дзт	546/17	5		609/19	ζ	идз	672/11	ζ	сдз	735/11
44	z	кz	547/18	Z	кZ	610/24	z	из	673/12	z		736/12
45	*		548/18	9		611/19	*		674/13	*	с*	737/13
46	j	кj	549/13	J	кJ	612/18	j	иj	675/ 9	j		738/ 9
47	θ	те	550/19	Θ	Те	613/26	θ	ите	676/13	θ	сте	739/13
48	φ	фи	551/22	Φ	Фи	614/31	φ	ифи	677/14	φ	сфи	740/14
49	—		552/19	8		615/19	—	свр	678/42	*	6149	741/11
50	i	ки	553/10	I	кI	616/15	i	иі	679/ 7	i		742/ 7
51	e	эп	554/17		ав	617/17	e	изп	680/11	e	сэп	743/11
52	p	кp	555/20	P	кP	618/25	p	ир	681/13	p		744/13
53	;		556/12	0		619/19	;		682/13	0		745/13
54	μ	мю	557/22	.	*!	620/20	μ	имю	683/14	μ	смю	746/14
55	σ	си	558/21	∞	**	621/44	σ	иси	684/14	σ	сси	747/14
56	x	кx	559/19	X	кX	622/25	x	их	685/13	x		748/13
57	b	кb	560/20	B	кB	623/26	b	иб	686/13	b	сb	749/13
58	p	ро	561/19	'	мин	624/11	p	иро	687/13	p	сро	750/13
59	!		562/12	/		625/20	!	и/	688/13	/	с/	751/13
60	m	км	563/31	M	кM	626/34	m	ипм	689/20	m	см	752/20
61	ψ	пс	564/24	Ψ	Пс	627/32	ψ	ипс	690/16	ψ	спс	753/16
62	v	ню	565/19	≤	<=	628/47	v	иню	691/13	v	сню	754/13
63	л	пи	566/22	≥	=>	629/47	л	ипи	692/14	л	спи	755/14



Код ФА	Шрифт 7 ниж. рег.			Шрифт 7 верх. рег.			Шрифт 8 ниж. рег.			Шрифт 8 верх. рег.		
	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина
1	-		756/0	-		819/0	→		882/39	■		945/38
2	u		757/21	U		820/30	u		883/21	U		946/30
3	s	си2	758/16	Σ	Си	821/25	2		884/13	2		947/13
4	.	7004	759/0	°	анг	822/0	⇒		885/37	#		948/47
5	.		760/0	.		823/0	&	ам	886/25	⊕		949/41
6	f		761/13	F		824/24	f		887/13	F		950/24
7	)		762/19	(		825/19	)		888/8	(		951/8
8	°	ум	763/0	°		826/16	↔		889/41	°	гр	952/16
9	≈	=!	764/44	≈		827/46	≈	п=	890/44	≈		953/44
10	y		765/19	Y		828/24	y		891/19	Y		954/24
11	...		766/41	⊖		829/41	⋮		892/45	<		955/44
12	.	7012	767/0	.		830/0	∪		893/41	)		956/43
13	.		768/10	⊙		831/41	7		894/13	7		957/13
14	g		769/22	G		832/29	g		895/22	G		958/29
15	Δ	твв	770/43	∇	твн	833/43	6		896/13	6		959/13
16	h	h—	771/21	∞	прц	834/40	└		897/47	└		960/24
17	∨	ун	772/44	∧	ув	835/44	┘	прп	898/43	#		961/47
18	w		773/29	W		836/36	w		899/29	W		962/36
19	h		774/20	H		837/29	h		900/20	H		963/29
20	k		775/20	K		838/28	k		901/20	K		964/28
21	»		776/19	Π	Пи	839/29	з		902/13	з		965/13
22	o		777/19	O		840/28	o		903/19	O		966/28
23	≡	пр	778/44	∩		841/31	≠	нпр	904/44	≠		967/45
24	t		779/13	T		842/23	t		905/13	T		968/23
25	v		780/20	V		843/26	v		906/20	V		969/26
26	a		781/20	A		844/26	a		907/20	A		970/26
27	≡		782/44	∩		845/44	∩		908/44	∩		971/44
28	s		783/17	S		846/24	s		909/17	S		972/24
29	⊕		784/41	⊗		847/41	≠	+	910/44	>		973/44
30	l		785/12	L		848/24	l		911/12	L		974/24
31	:		786/20	≠		849/47	÷		912/44	÷	—	975/44
32	e		787/17	E		850/25	e		913/17	E		976/25

Код ФА	Шрифт 7 ниж. рег.			Шрифт 7 верх. рег.			Шрифт 8 ниж. рег.			Шрифт 8 верх. рег.		
	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина	Знак	Симв.	Номер/ ширина
33	“		788/19	□		851/46	4		914/13	4		977/13
34	q		789/20	Q		852/29	q		915/20	Q		978/29
35	,		790/10	,		853/10	,		916/10	,		979/10
36	d		791/21	D		854/29	d		917/21	D		980/29
37	]		792/19	[		855/19	]		918/9	[		981/9
38	c		793/17	C		856/26	c		919/17	C		982/26
39	φ	кри	794/19	□	квд	857/38	i		920/13	i		983/13
40	г		795/16	R		858/26	г		921/16	R		984/26
41	.		796/0	.		859/0	>	>	922/26	<	<	985/26
42	п		797/21	N		860/29	п		923/21	N		986/29
43	:		798/12	∇		861/39	5		924/13	5		987/13
44	z		799/18	Z		862/24	z		925/18	Z		988/24
45	▷		800/39	◁		863/39	9		926/13	9		989/13
46	j		801/13	J		864/18	j		927/13	J		990/18
47	—		802/0	—	3055	865/0	ϕ	т2	928/23	↔	<->	991/40
48	^	7048	803/0	^		866/0	∠		929/42	∠		992/47
49	◇		804/41	◻		867/46	8		930/13	8		993/13
50	i		805/10	I		868/15	i		931/10	I		994/15
51	≡		806/39	≡		869/39	≠		932/44	≠		995/44
52	p		807/20	P		870/25	p		933/20	P		996/25
53	;		808/12	∅	диа	871/41	o		934/13	o		997/13
54	←	<—	809/38	↳		872/13	↓	стн	935/28	↑	ств	998/28
55	∨		810/0	∨		873/0	≡	><	936/47	∞	с**	999/44
56	x		811/19	X		874/25	x		937/19	X		1000/25
57	b		812/20	B		875/26	b		938/20	B		1001/26
58	-		813/0	-		876/0	”	сек	939/19	”	тик	1002/27
59	~		814/44	∞	пдб	877/45	≈	прп	940/45	≈		1003/45
60	m		815/31	M		878/34	m		941/31	M		1004/34
61	(		816/0	(		879/0	)	!]	942/7	{	!]	1005/7
62	x	кап	817/20	x	хи	880/19	≠	<&	943/40	≠	<<м	1006/47
63	v	ип	818/19	Y	Ип	881/26	≠	&>	944/40	≠	б>>	1007/47

*А.Г. Зоркольец, Ю.В. Коршунов*

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ НАБОР  
МАТЕМАТИЧЕСКИХ ФОРМУЛ**

Ответственный за выпуск С.Г.Попов

---

Подписано к печати 5 декабря 1986 г. МН 11886  
Формат бумаги 60×90 1/16 Объем 2,3 печ.л., 1,9 уч.-изд.л.  
Тираж 230 экз. Бесплатно. Заказ № 172

---

*Набрано в автоматизированной системе на базе фото-  
наборного автомата ФА1000 и ЭВМ «Электроника» и  
отпечатано на ротапринтере Института ядерной физики  
СО АН СССР.  
Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.*