

22/v-72

Б-272

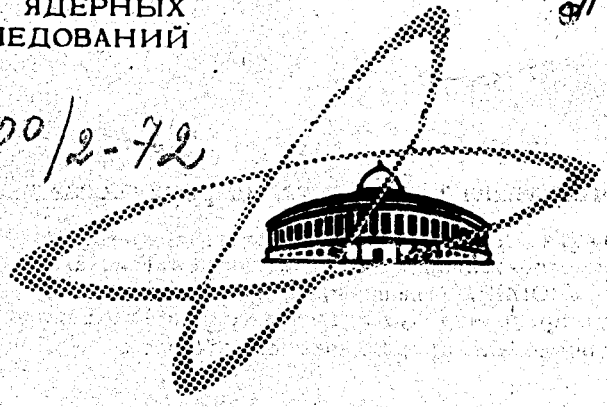
ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ТМЗ, 1972, №6, с.116-120

Дубна

1700/2-72

13 - 6331



С.Г.Басиладзе

УНИФИЦИРОВАННЫЙ ВЫХОДНОЙ ФОРМИРОВАТЕЛЬ
В СХЕМАХ БЫСТРОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

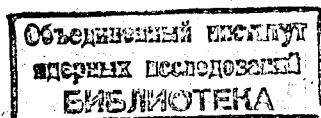
1972

13 - 6331

С.Г.Басиладзе

УНИФИЦИРОВАННЫЙ ВЫХОДНОЙ ФОРМИРОВАТЕЛЬ
В СХЕМАХ БЫСТРОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Направлено в ПТЭ



В работе /1/ предложен формирователь импульсов, имеющий мертвое время меньшее, чем длительность выходного сигнала, и позволяющий избежать просчетов (для коротких входных сигналов), если вторичный входной сигнал пришел в течение времени выдержки после окончания мертвого времени формирователя. В этом случае прерывается выходной сигнал (на интервал, примерно равный половине мертвого времени) и далее формируется выходной импульс от вторичного входного сигнала со стандартной выходной длительностью. Как показано в /1/, подобный формирователь обеспечивает также возможность получения выходного сигнала с продлением или с постоянной выходной длительностью. В настоящей работе описан ряд схем быстрой электроники, в которых используется в качестве выходного унифицированный формирователь этого счетного типа.

Выходной формирователь, принципиальная схема которого приведена на рис. 1, может работать, в отличие от описанного в работе /1/, в широком диапазоне выходных длительностей - $t_{\text{вых}}$ при коротком запускающем импульсе тока (до 4 нсек). Для этого в схему включен предварительный времязадающий элемент, собранный на туннельнодиодном одновибраторе (D_1) с нелинейной нагрузкой. Этот одновибратор вырабатывает стандартный импульс зарядки времязадающей емкости C_B ,

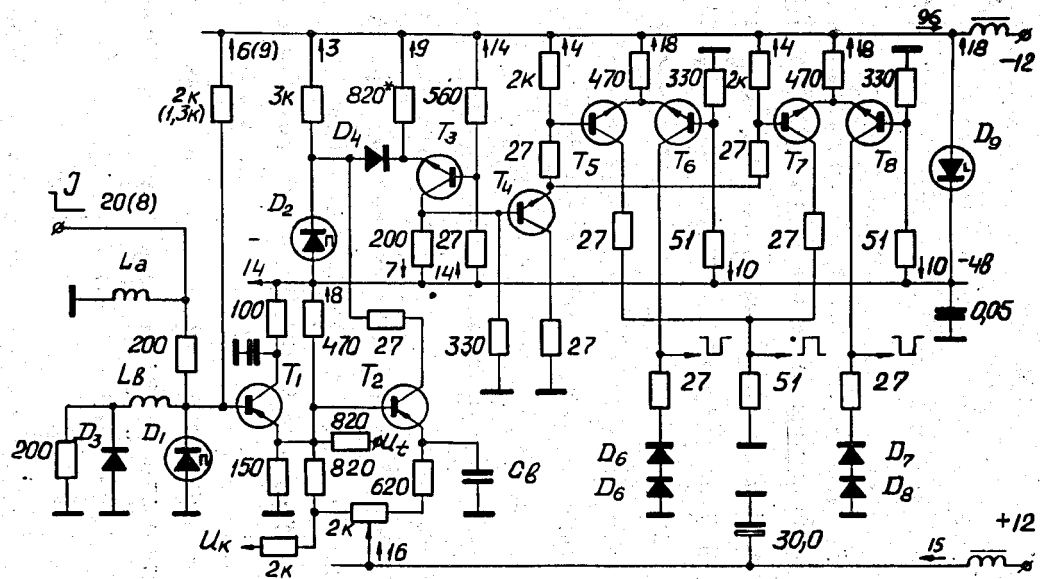


Рис. 1. Принципиальная схема выходного формирователя.

равный по длительности $\approx 0,1$ ($t_{\text{вых.}}$) макс. Время восстановления одновибратора с нелинейной нагрузкой (D_3) при большом запускаящем сигнале (8-20 ма) невелико и равно примерно времени выдержки.

Через эмиттерный повторитель часть импульса с одновибратора, определяемая начальным потенциалом эмиттера T_1 , проходит на зарядный транзистор T_2 и заряжает C_B . Потенциал эмиттера T_1 и ток разряда C_B регулируются переменным сопротивлением $2k$ в эмиттерах T_1 и T_2 . Одновременная регулировка амплитуды заряжающего сигнала и тока разряда C_B позволили расширить динамический диапазон выходных длительностей с $4 + 5$ ^{/1/} до $10 + 12$.

При разряде C_B (транзистор T_2 закрыт) срабатывает триггер Шмитта на туннельном диоде D_2 с нелинейной нагрузкой (D_4), формирующий временной интервал. Ток нагрузки (9 ма) переключается в T_3 . С его коллектора сигнал через эмиттерный повторитель T_4 поступает на формирователи выходных уровней (T_5 , T_6 и T_7 , T_8), дающих два прямых и один инверсный выходных сигнала (логические уровни NIM).

При подзаряде C_B вторичным импульсом, D_2 сбрасывается в "0", обеспечивая прерывание выходного сигнала от первого импульса, а затем срабатывая снова при начале разрядки C_B , он формирует установленный временной интервал уже для вторичного входного сигнала.

Диапазон минимальных выходных длительностей формирователя $4 + 40$ нсек. Температурный дрейф: $+ 0,04$ нсек/град. C . Длительности выходных фронтов - не более 1,8 нсек. Максимальная рабочая частота составляет 100 Мгц во всем диапазоне выходных длительностей. На рис. 2 приведены зависимости длительности выходных сигналов от частоты, иллюстрирующие логику работы формирователя. Пунктирной линией для сравнения дана эта зависимость для идеального формирователя совпадений ^{/1/} (без мертвого времени).

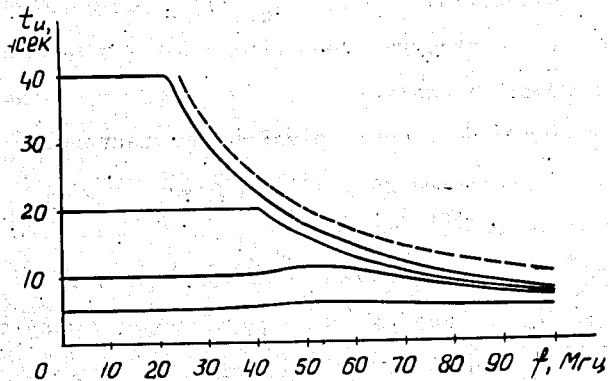


Рис. 2. Зависимость длительностей выходного сигнала от частоты срабатывания выходного формирователя.

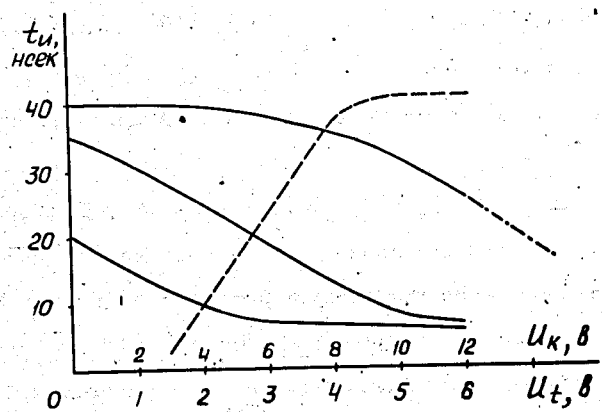


Рис. 3. Зависимость длительностей выходного сигнала от величины потенциала на входе управления (сплошные линии) и калибровочная характеристика выходного формирователя (пунктир).

Выходной формирователь имеет вход (U_1) электронной регулировки выходной длительности. На рис. 3 показаны для разных начальных значений зависимости длительности выходных сигналов от потенциала на входе электронного управления $t_{\text{вых}}$, изменяющего напряжение включения T_1 . Пунктирной линией дана величина контрольного потенциала (U_K), соответствующая положению движка потенциометра ручной установки выходной длительности. Контрольная точка дает возможность выставить требуемую выходную длительность (по калибровочной кривой на рис. 3), не прибегая к помощи осциллографа.

Согласованное увеличение L_B и C_B обеспечивает, при относительно малом мертвом времени $-t_M$, увеличение длительностей выходных сигналов в соответствии с данными таблицы 1:

Таблица 1

L_B , гн	$0,16 \cdot 10^{-6}$	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$16 \cdot 10^{-6}$	$16 \cdot 10^{-3}$
C_B , ф	$1,5 \cdot 10^{-10}$	$3 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-5}$
t_M , сек	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$6 \cdot 10^{-7} \dots$	$6 \cdot 10^{-4}$
$d t_{\text{вых}}$, сек	$4+40 \cdot 10^{-9}$	$25+400 \cdot 10^{-9}$	$0,25+4 \cdot 10^{-6}$	$0,25+4 \cdot 10^{-3}$

Схема, таким образом, может обеспечить выходные сигналы от 4 нсек до 4 мсек. Транзисторы T_1 и T_2 в схеме типа 1Т313В, остальные - 1Т330А, диоды: D_1, D_2 - 3И306Л; D_3, D_4 - 1Д508А, $D_5 + D_8$ - КД509; D_9 - Д814А, величина дифференцирующей индуктивности на входе, $L_D = 0,36$ мкгн.

Рассмотрим, как унифицированный выходной формирователь сопряжен со схемами быстрой электроники.

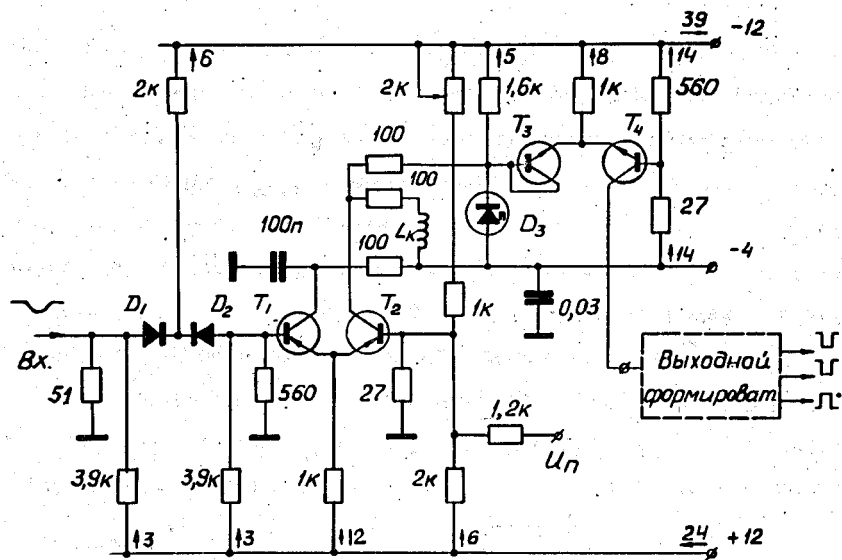


Рис. 4. Принципиальная схема формирователя статистических импульсов.

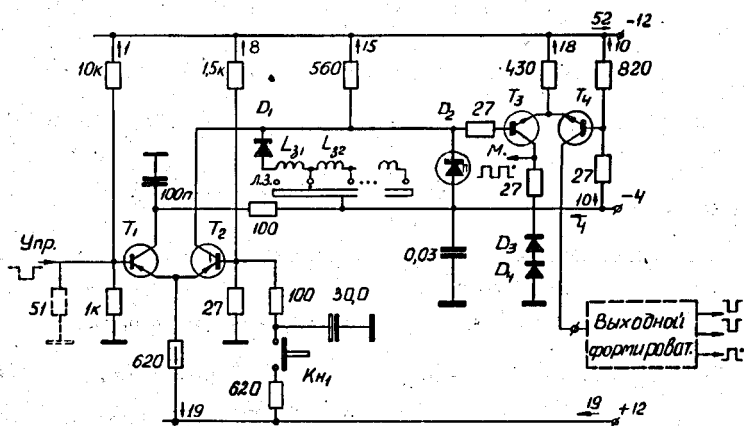


Рис. 5. Принципиальная схема генератора импульсов.

Формирователь импульсов

Формирователь статистических импульсов, его входная часть (рис. 4) и характеристики описаны в работе /1/. Максимальная чувствительность формирователя - 50 мВ, диапазон ее регулирования - до 300 мВ. Максимальная рабочая частота - 100 МГц.

Поскольку запускающий выходной формирователь перепада тока в данной схеме равен 8 мА, в выходном формирователе необходимо увеличить ток смещения одновибратора на туннельном диоде до 9 мА (на рис. 1 - в скобках).

Схема собрана на транзисторах: T_1, T_2 - 1Т313В; T_3, T_4 - 1Т330А; диодах: D_1, D_2 - 1Д508А; D_3 - 3И306Л; L_k - 0,16 мкГн.

Генератор импульсов

Принципиальная схема задающей части генератора импульсов показана на рис. 5. Она является модификацией схемы, показанной на рис. 4. Генератор может работать в пяти режимах.

1. Режим автоколебаний. Туннельный диод D_2 поддерживается в автоколебательном режиме управляющей парой T_1, T_2 (T_1 - открыт). Удельная величина индуктивности L_3 , задающей период колебаний, составляет 19 мкГн/мксек. Максимальная задающая частота генератора - 100 МГц. Инверсный выход задающей частоты (меандр) снимается с коллектора T_3 .

2. Режим генерации пачек импульсов. При подключении к входу управления сопротивления 51 ом генератор переходит в заторможенный режим. Теперь при подаче на вход управления импульса синхронизации^{х/}

^{х/} Сопротивление 51 ом подключается к входу управления с помощью "тройника", благодаря чему остается свободным вход синхронизации и изменяется режим работы генератора.

генератор в зависимости от его длительности сформирует один или несколько импульсов с заданной частотой.

3. Режим задания частоты регулируемой линией задержки. Если соединить с помощью линии задержки выход с коллектора T_3 с входом управления (нагруженным на сопротивление 51 ом) и галетный переключатель поставить в положение "линия задержки" (триггерный режим работы D_2), то генератор будет давать импульсы с частотой, обратной временной длине линии задержки. Этот режим удобен для небольших изменений задающей частоты, переключением длины линии задержки. Максимальная частота генератора в таком режиме - 70 МГц.

4. Режим формирования одиночных импульсов. Переключатель находится в положении "л.э.", вход управления нагружен на 51 ом. При приходе импульса синхронизации генератор срабатывает только один раз от переднего фронта синхроимпульса. С коллектора T_3 в этом случае снимается сигнал, логически инверсный сигналу синхронизации.

5. Режим разового пуска. Переключатель находится в положении "л.э.". Вход управления нагружен на 51 ом, либо закорочен. Пуск генератора осуществляется от кнопки, расположенной на передней панели. Для предотвращения многократных срабатываний включена интегрирующая емкость 30,0 мкф.

Схема собрана на транзисторах: T_1, T_2 - 1Т313В; T_3, T_4 - 1Т330А; диодах: D_1 -Д311А; D_2 -ЗИ306Л; D_4, D_3 -КД509.

Мажоритарная схема совпадений

Входная часть схемы совпадений на токовых ключах описана в работах /2,3/. Схема (рис. 6) имеет четыре входа совпадений и один - антисовпадений. Она не имеет ограничений на величины фронтов и длительности входных сигналов. Необходимо лишь: 1) чтобы перекрытие

входных сигналов совпадений было не менее 3 нсек - для срабатывания D_2 , 2) чтобы фронт выключения сигнала антисовпадений (если D_2 находится во включенном состоянии) был не более 5 нсек - для запуска выходного формирователя в момент снятия сигнала запрета.

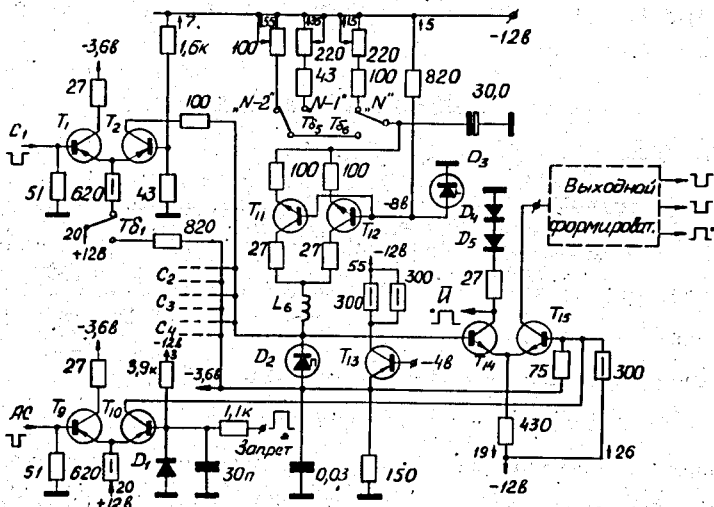


Рис. 6. Принципиальная схема мажоритарной схемы совпадений.

Отключение входных каналов и произвольное установление кратности совпадений (с помощью тумблеров) дают, помимо прочего, удобную возможность разового пуска схемы. Это происходит при переключении одного из тумблеров кратности в положение " $N - 1$ " (если включен один канал совпадений), либо в " $N - 2$ " (если включено два канала). Для предотвращения многократных срабатываний при переключении тумблеров кратности включен конденсатор 30,0 мкф.

Отличием схемы от предыдущих вариантов является также непосредственный выход "И-НЕ" с коллектора T_{14} .

Схема совпадения имеет вход запрета с разьема питания положительным логическим сигналом с уровнями T_{11} .

Схема собрана на транзисторах: $T_1 - T_{10} - 1T313B$; $T_{11}, T_{12} - 1T311E$; $T_{13} - \text{МП } 39$; $T_{14}, T_{15} - 1T330A$; диодах: $D_1 - ДЗ11$; $D_2 - \text{ЗИ30ВЛ}$; $D_3 - Д8144А$; $D_4, D_5 - КД509$; $L_8 = 0,36 \text{ мгкн.}$

Интегральный дискриминатор

Интегральный дискриминатор (рис. 7) является развитием схем (3,4). Существенным отличием его от предыдущих является то, что в схеме нет ограничений на величины фронтов и длительности входных сигналов. Для срабатывания необходимо лишь, чтобы длительность плоской вершины входных импульсов была не менее 3 нсек.

Дискриминатор имеет (с коллектора T_{10}) непосредственный инверсный выход, соответствующий длительности входного сигнала между уровнями порогов срабатывания и отпускания входного триггера Шмитта (туннельный диод D_1 с нелинейной нагрузкой - T_8, T_9). Порог отпускания триггера, а следовательно, и максимальная чувствительность дискриминатора регулируется переменным сопротивлением в эмиттерах T_8, T_9 .

Отличиями схемы являются также увеличенный динамический диапазон дискриминируемых входных сигналов; от - 100 мв до 8,0 в (ручная установка - переменным сопротивлением 500 ом в базе T_7) и наличие электронной линейной установки порога срабатывания (по входу "U_п" аналоговым сигналом от - 6в до 0 с разьема питания).

При пороге свыше 0,4в максимальная рабочая частота дискриминатора - 100 Мгц. Для 10-процентного превышения входного сигнала над пороговым максимальная рабочая частота составляет 100 Мгц при порогах свыше - 0,2в и снижается до 65 Мгц для порога 0,1 в. Линейность установки порога в диапазоне - 0,1 ± 5 в не хуже ± 0,5%.

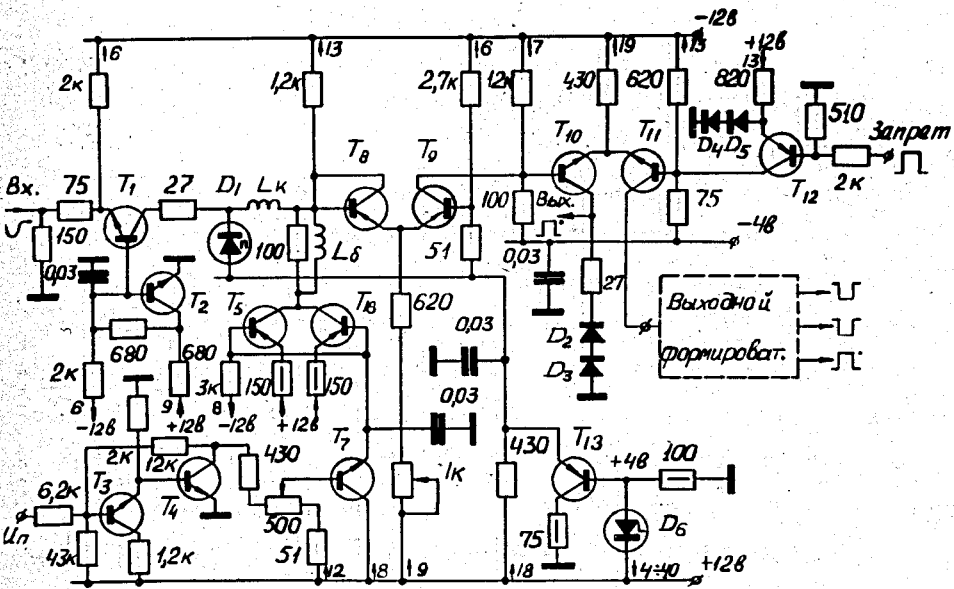


Рис. 7. Принципиальная схема интегрального дискриминатора.

Температурный дрейф порога при ручной установке $+0,08$ мв/град. С, а при электронной установке $+6$ мв/град. С.

Дискриминатор имеет вход запрета срабатывания с разъема питания положительным сигналом с логическими уровнями TTL.

Схема собрана на транзисторах: T_1, T_2 - 1Т311Е; T_3, T_4 - КТ301; T_5, T_6, T_{12} - 1Т308В; T_7 - МП38; T_8, T_9 - 1Т313В; T_{10}, T_{11} - 1Т330А; T_{13} - МП39; диодах: D_1 - ЗИ306Л; D_2, D_3 - КД509; D_4, D_5 - Д311А; D_6 - Д814А; $L_K = 0,08$ мкГн, $L_\delta = 0,36$ мкГн.

Отличительными особенностями описанных схем являются: расширенный динамический диапазон входных сигналов; отсутствие ограничений на их фронты; способность работать с сигналами от единиц наносекунд до постоянного тока; гибкость в управлении. Унифицированный выходной формирователь, использованный в данных схемах, позволил улучшить их выходные характеристики; расширить логические возможности; увеличить диапазон выходных длительностей; уменьшить мертвое время; обеспечить плавную регулировку длительности выходного сигнала. Выходной формирователь прост в наладке, поскольку не имеет цепей обратных связей и при правильном монтаже практически не требует настройки.

В заключение автор считает своей обязанностью выразить благодарность В. Подонскому за помощь в работе и П. Маньякову за полезные обсуждения.

Литература

1. С.Г. Басиладзе. Универсальный формирователь импульсов. Сообщение ОИЯИ, 13-5732, Дубна, 1971.
2. С.Г. Басиладзе. ПТЭ, № 5, 1966, 123 + 127.

3. В.А. Арефьев, С.Г. Басиладзе, В.Я. Гвоздев, А.Г. Грачев, И.Ф.Колпаков, П.К. Маньяков, Н.М. Никитюк, В.А. Смирнов. Система быстрых электронных блоков для физических экспериментов. Сообщение ОИЯИ, 13-5447, Дубна, 1970.

4. И.Ф. Колпаков. ПТЭ, №5, 1966, 127 + 131.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 марта 1972 года.