

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ТЕЛЕВИДЕНИЮ И РАДИОВЕЩАНИЮ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТЕЛЕВИДЕНИЯ И РАДИОВЕЩАНИЯ

---

---

# ТРУДЫ ВНИИТР

ВЫПУСК 11(30)

---

---

ТЕХНИКА  
ТЕЛЕВИДЕНИЯ И РАДИОВЕЩАНИЯ

МОСКВА — 1979

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ТЕЛЕВИДЕНИЮ И РАДИОВЕЩАНИЮ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО--ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТЕЛЕВИДЕНИЯ И РАДИОВЕЩАНИЯ

ТРУДЫ  
ВНИИТР

ВЫПУСК 11 (30)

ТЕХНИКА  
ТЕЛЕВИДЕНИЯ И РАДИОВЕЩАНИЯ

МОСКВА — 1979

**Редакционная коллегия**

А. А. Вроблевский, И. Д. Гурвиц, В. Г. Корольков, В. Г. Маковеев,  
И. Л. Мартынова, И. И. Медникова, С. И. Никаноров, А. В. Никонов,  
В. И. Пархоменко, А. Б. Штейн, И. И. Элиасберг

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ЦЕНТРОВ

В условиях усложнения функций и задач управления телекомплексом весьма актуальной проблемой становится совершенствование методов управления телевизионным производством на базе применения математических методов и средств вычислительной техники. Решение этой проблемы может быть осуществлено при помощи построения автоматизированных систем управления телепроизводством.

В зависимости от длительности влияния управляющих решений можно выделить следующие три уровня иерархии задач планирования телепроизводства:

**1. Перспективное планирование.** На этом этапе производится прогнозирование оптимальных путей развития телепроизводства и предлагается решение следующих частных задач:

— разработка обобщенных показателей, обеспечивающих эффективное использование оборудования телекомплекса;

— составление годовых планов обеспечения объемов вещания с учетом разработанных показателей и ориентировочных норм использования оборудования;

— определение оптимальных структур и количественных характеристик технических средств телекомплекса.

**2. Текущее планирование.** На этом этапе в соответствии с перспективным планом осуществляется оптимальное распределение работ на планируемый период в цехах телекомплекса с учетом требуемых конкретных сроков их проведения.

**3. Оперативное управление.** На этом этапе производится корректировка текущего недельного расписания в случае необходимости проведения экстренных работ, которые не могли быть учтены на этапе текущего планирования.

Решение совокупности перечисленных проблем можно осуществить на единой базовой модели. Эта модель может служить основой для создания специализированной АСУ телепроизводством, способной сформировать план принятия решений на всех трех уровнях планирования.

В качестве базовой предлагается модель текущего планирования телепроизводства. Рассмотрим формализованную постановку задачи текущего планирования для этой модели.

Технологическая структура подготовки телевизионной передачи  $P_i$  может быть представлена в виде сетевой модели (рис. 1), состоящей из

последовательности необходимых для ее производства различного рода работ  $R_{i,j}$ , которые в дальнейшем условно будем именовать репетициями ( $i=1, 2, \dots, n_p$ , где  $n_p$  — количество одновременно подготавливаемых передач;  $j=1, 2, \dots, n_i$ , где  $n_i$  — количество репетиций в  $i$ -ой передаче).

Предполагается, что любая репетиция  $R_{i,j}$  может быть выполнена в любой день из интервала  $[T_n(i,j), T_k(i,j)]$ , где  $T_n(i,j)$  — первый день, в который возможно выполнение репетиции  $R_{i,j}$ , а  $T_k(i,j)$  — последний из возможных для реализации репетиции день, т. е. плановый срок ее осуществления.

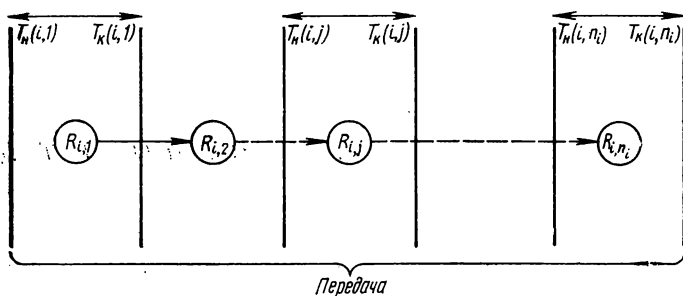


Рис. 1. технологическая цепь производства телевизионной передачи ( $R_{i,j}$  —  $j$ -я репетиция  $i$ -й передачи)

Репетиция  $R_{i,j}$  характеризуется признаком  $s(i,j)$  последовательности выполнения, определяющим совокупность репетиций  $i$ -ой передачи, которые обязательно должны предшествовать проведению репетиции  $R_{i,j}$ . Названный признак определяет возможность изменения последовательности выполнения репетиций передачи  $P_i$ .

Обобщенная структура технических средств телекомплекса, в состав которого входят основные специализированные цеха — цех студийного телевизионного вещания (ЦСТВ), цех внестудийного телевизионного вещания (ЦВТВ), цех видеозаписи (ЦВЗ), цех телекинопроекции (ЦТКП), — представлена на рис. 2, где  $\eta$  — номер цеха ( $\eta=1, 2, \dots, n$ ;  $n$  — количество цехов телекомплекса). Необходимо отметить, что приведенная структура не исключает возможности анализа и децентрализованного использования технических средств телекомплекса.

В пределах каждого цеха  $\eta$  существует несколько видов  $\xi$  оборудования ( $\xi=1, 2, \dots, n_\eta$ ;  $n_\eta$  — количество видов оборудования в цехе номер  $\eta$ ). Например, в состав ЦСТВ может входить оборудование трех видов: больших, средних и малых студий.

Существует  $n_{\eta,\xi}$  единиц оборудования  $\eta$ -го цеха  $\xi$ -го вида;  $\delta$  — порядковый номер аппаратной данного цеха  $\eta$  и вида  $\xi$  ( $\delta=1, 2, \dots, n_{\eta,\xi}$ ).

Каждая аппаратная  $\delta$  характеризуется моментом начала  $t_{нт}(\eta, \xi, \delta)$  и длительностью  $tt(\eta, \xi, \delta)$  ее работы в планируемый день  $T$  (рис. 3).

Для проведения репетиции  $R_{i,j}$  в общем случае требуется совместное использование оборудования нескольких цехов. Поэтому репетиция  $R_{i,j}$  может быть представлена как совокупность заявок  $z(i,j,k)$  на различные виды технологического оборудования цеха, где  $i=1, 2, \dots, n_p$ ;  $j=1, 2, \dots, n_i$ ;  $k=1, 2, \dots, n_{i,j}$ ;  $k$  — номер заявки в пределах репетиции  $R_{i,j}$ ;  $n_{i,j}$  — количество заявок по данной передаче  $P_i$  в течение дня. В рамках репетиции  $R_{i,j}$  моменты начала обслуживания  $t_n(i,j,k)$  и длительности  $tt(i,j,k)$  заявок  $z(i,j,k)$  могут различаться (рис. 3).

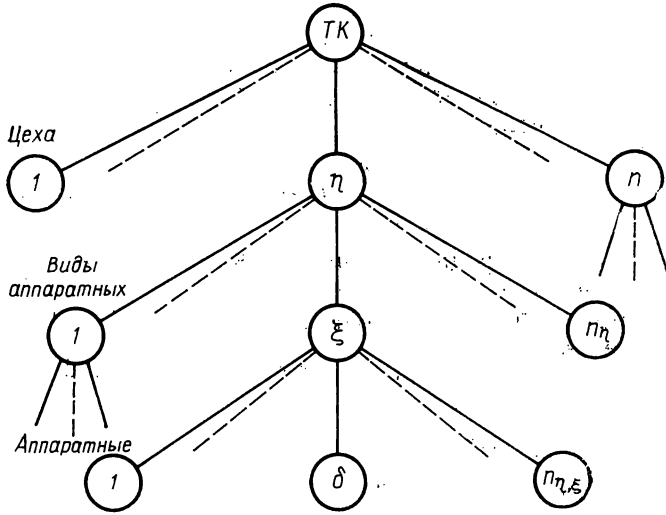


Рис. 2. Структура технических средств телекомплекса (TK)

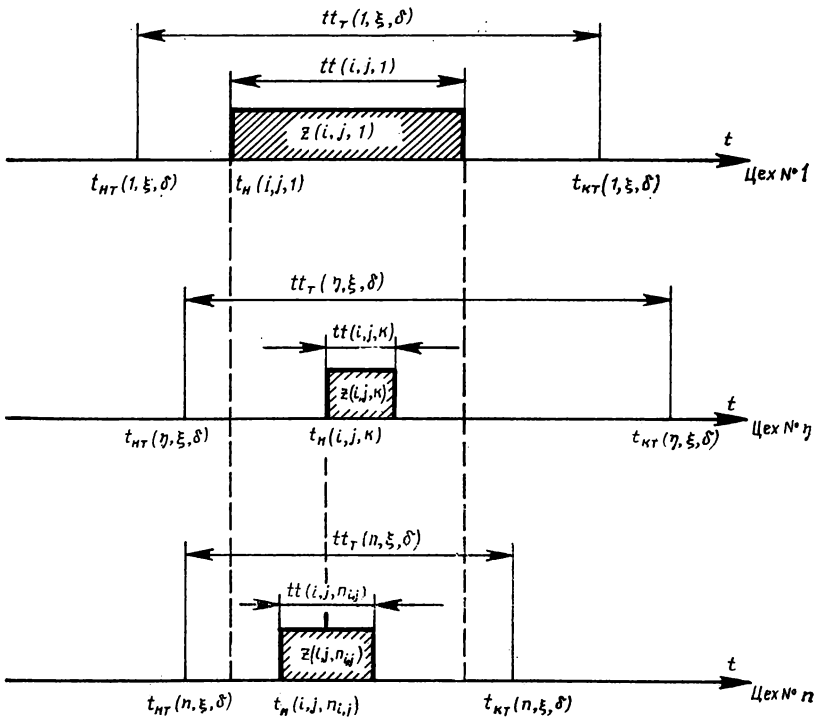


Рис. 3. Структура репетиции  $R_{i,j}$

Всякая передача  $P_i$  имеет исходный приоритет — весовой коэффициент  $g(i)$ , определяющий значимость ее подготовки и выдачи к новому сроку  $T_k(i, n_i)$ .

Целевая функция  $G$  текущего планирования телепроизводства — сумма весовых коэффициентов подготавливаемых (и выдаваемых в эфир для случая объединенного блока подготовки и выдачи) передач, включенных в расписание загрузки технических средств телекомплекса на планируемый период, — определяется выражением

$$G = \sum_{i=1}^{i=n_p} g(i) \omega(i), \quad (1)$$

где  $\omega(i) = \begin{cases} 0, & \text{если передача } P_i \text{ не включена в план;} \\ 1, & \text{если передача } P_i \text{ в план включена.} \end{cases}$

Необходимо построить календарный план, соответствующий максимальному значению  $G$ .

Анализ телепроизводства показывает, что целевая функция зависит от следующих параметров:

$$G = G[T(i, j), t_n(i, j, k), \delta(\eta, \xi, i, j, k)], \quad (2)$$

где  $T(i, j)$  — день проведения репетиции  $R_{i,j}$ :

$$T_n(i, j) \leq T(i, j) \leq T_k(i, j), \quad (3)$$

$t_n(i, j, k)$  — момент начала обслуживания заявки  $z(i, j, k)$  в течение выбранного дня  $T$  (рис. 3):

$$t_{нт}(\eta, \xi, \delta) \leq t_n(i, j, k) \leq t_{кт}(\eta, \xi, \delta) - tt(i, j, k), \quad (4)$$

$\delta(\eta, \xi, i, j, k)$  — номер аппаратной  $\eta$ -го цеха  $\xi$ -го вида, в которой размещается  $k$ -ая заявка  $j$ -ой репетиции  $i$ -ой передачи:

$$1 \leq \delta(\eta, \xi, i, j, k) \leq n_{\eta, \xi}, \quad (5)$$

причем

$$1 \leq i \leq n_p; \quad 1 \leq j \leq n_i; \quad 1 \leq k \leq n_{i,j}, \quad (6)$$

где  $n_p$  — количество передач,  $n_i$  — количество репетиций в  $i$ -ой передаче,  $n_{i,j}$  — количество заявок в  $j$ -ой репетиции  $i$ -ой передачи;

$$1 \leq \xi \leq n_{\eta}; \quad 1 \leq \delta \leq n_{\eta, \xi}, \quad (7)$$

где  $n_{\eta}$  — количество видов аппаратных  $\eta$ -го цеха,  $n_{\eta, \xi}$  — количество аппаратных цеха  $\eta$  вида  $\xi$ .

Рассмотренная формализованная постановка задачи текущего планирования учитывает, в частности, следующие характерные особенности телепроизводства:

1. Многообразие видов и типов технологического оборудования, используемого в процессе подготовки и выдачи телепередач.

2. Принцип распределения технических средств.

3. Любой вид работ, проводимый в студии или аппаратной, оформляется заявкой с указанием длительности работы и момента начала обслуживания.

4. Выполнение работ в аппаратной по данной заявке производится непрерывно, в противном случае подается другая заявка.

5. Моменты начала работ аппаратных по одной репетиции могут отличаться.

6. В каждой студии или аппаратной одновременно может обслуживаться лишь одна заявка.

7. Срок выполнения заявки не всегда регламентируется, что позволяет смещать его как в течение дня, так и в пределах планируемого периода.

8. Длительность работы аппаратной в течение суток не должна превышать 13 ч.

Таким образом, современное телепроизводство наиболее полно и точно может быть представлено особым классом моделей — моделями календарного планирования со свойственными им сложными алгебраическими структурами и дискретным характером оптимизируемых функций [1—3].

Существующие точные методы решения задач календарного планирования [2] не могут быть применены на практике в условиях крупных современных телекомплексов. Это объясняется, главным образом, объемом требований и ограничений при составлении расписания загрузки оборудования телекомплекса на планируемый период.

Наиболее перспективным представляется сочетание метода направленного случайного поиска с эвристическими методами, определяющими предпочтительный характер поиска [1, 4]. Модель, реализующая выбранный метод, должна быть к тому же имитационной, когда целевая функция и область существования допустимых вариантов заданы алгоритмически. В результате одной имитации такой модели получается ресурсно и технологически допустимый вариант расписания.

Алгоритм, реализующий имитационную модель планирования телепроизводства, представлен на рис. 4. Исходными данными для алгоритма являются пакет заявок на планируемый период и временные характеристики использования аппаратных и студий телекомплекса. Ввод исходных данных производится в блоке 1. В блоке 2 осуществляется выделение из пакета  $Z$  заявок на вещание и их размещение в соответствующих аппаратных телекомплекса. В блоке 3 производится розыгрыш заявок пропорционально их весу и осуществляется выбор репетиции, соответствующей выпавшей в результате розыгрыша заявке.

Далее (блок 5) производится анализ наличия в выбранной репетиции заявки на оборудование ЦСТВ. В случае присутствия заявки осуществляется ее размещение в студии требуемой площади (блоки 6—10). При занятости студии требуемого типа предусмотрена возможность ее замены студией меньшей или большей площади (блоки 7, 9, 10), если такая замена допускается режиссером. Если заявка на ЦСТВ удовлетворена (блок 11), в блоке 12 производится проверка наличия очередной заявки на оборудование ЦВТВ для проведения устанавливаемой репетиции. В блоках 13—17 производится размещение заявки на требуемый вид оборудования: передвижные телевизионные станции (ПТС), передвижные телевизионные видеоманитофонные станции (ПТВС), передвижные репортажные телевизионные станции (ПРТС); при этом предусматривается замена ПТВС на ПРТС (блоки 16, 17), если такая замена не противоречит технологическому циклу подготавливаемой передачи. При удовлетворении заявки на оборудование ЦВТВ (блок 18) осуществляется проверка (блок 19) наличия заявки на оборудование ЦТКП. В блоке 20 производится размещение заявки в телекинопроеционных аппаратных (ТКП). В случае выполнения заявки в ЦТКП производится анализ (блок 22) наличия требования на оборудование ЦВЗ.

В блоках 23—29 осуществляется размещение заявки на требуемый вид оборудования в аппаратных видеозаписи первого и второго типа (АВЗ-I, АВЗ-II), аппаратных монтажа видеозаписи первого и второго типа (АВМ-I, АВМ-II).

Аппаратные I и II типа могут отличаться друг от друга технологически и функциональными возможностями, степенью надежности оборудования и другими параметрами. В данном случае считается, что аппаратные II типа оснащены более совершенным оборудованием, чем аппаратные I типа.

В случае занятости оборудования требуемого вида допускается за-



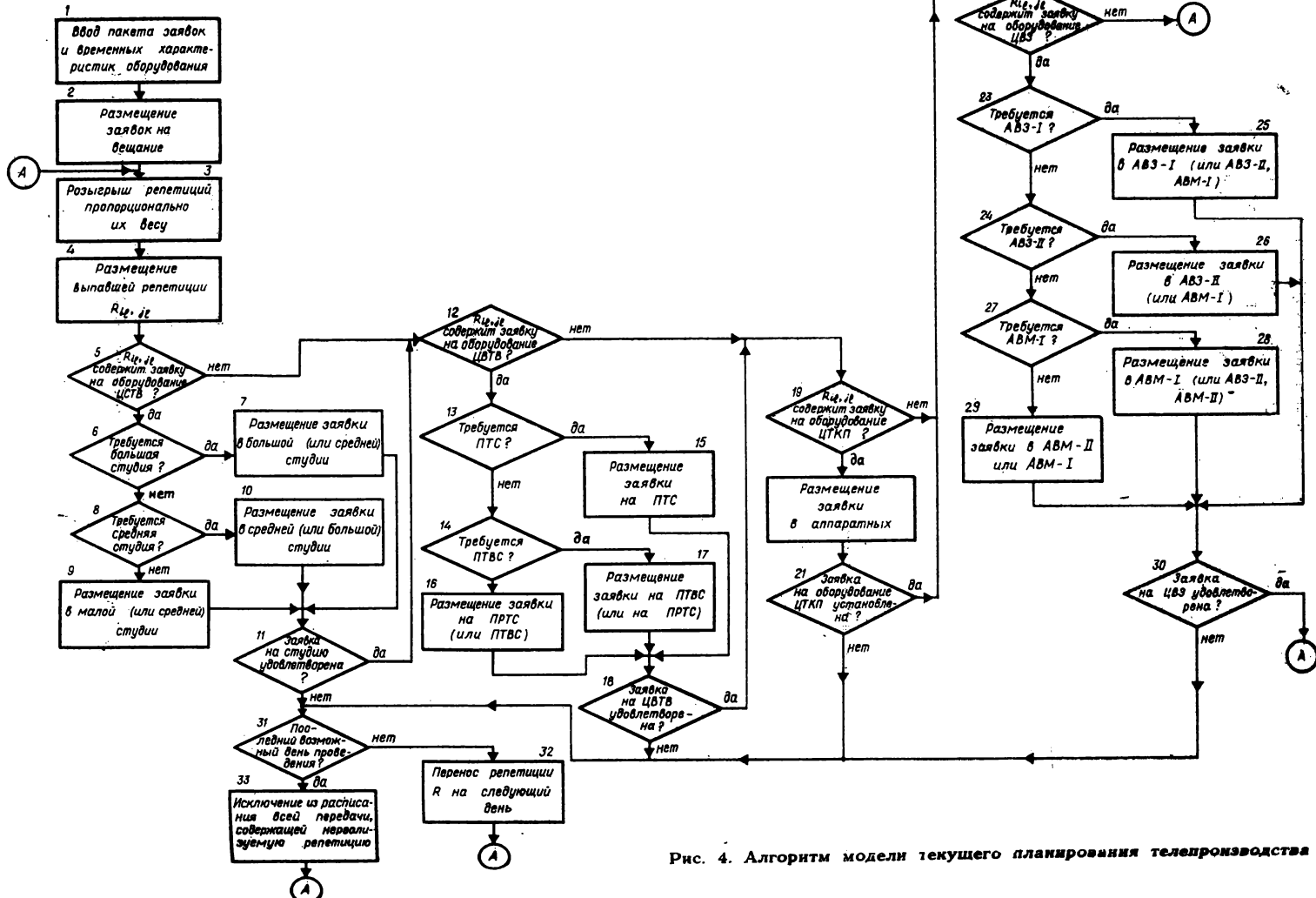


Рис. 4. Алгоритм модели текущего планирования телепроизводства

мена АВЗ-I на АВЗ-II, АВМ-I; АВЗ-II — на АВМ-I; АВМ-I — на АВЗ-II, АВМ-II; АВМ-II — на АВМ-I.

При условии размещения последней заявки рассматриваемой репетиции в ЦВЗ (блок 30) осуществляется переход к розыгрышу очередной репетиции (блок 3). В случае отказа хотя бы одной заявки репетиции производится проверка (блок 31) возможности ее переноса на следующий день. Если такая возможность отсутствует (блок 33), то вся передача, содержащая нереализуемую репетицию, исключается из формируемого расписания.

Таким образом, в результате последовательного розыгрыша репетиций пропорционально их весовым коэффициентам получаем возможный вариант расписания загрузки оборудования основных производственных цехов телекомплекса. Анализ полученных вариантов расписания позволяет делать выводы о достаточности оборудования для производства телепередач, определяющих исходный пакет заявок, количестве телепередач и возможной технологии их подготовки.

### Выводы

1. Анализ особенностей подготовки и выпуска телепередач, классов и моделей календарного планирования позволил выбрать в качестве базовой имитационную модель, как наиболее полно и точно отражающую специфику планирования современного телепроизводства. Модель позволяет легко учитывать тенденции развития и совершенствования средств телевидения.

2. Универсальность модели позволит анализировать возможные варианты оснащения проектируемых и существующих телекомплексов с произвольной структурой использования технических средств.

3. Практическое применение базовой модели календарного планирования предполагает решение с ее помощью комплекса задач перспективного и текущего планирования, оперативного управления производством для телецентров с различным объемом вещания.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Первозванский А. А. Математические модели в управлении производством. М., «Наука», 1975, 615 с.
2. Конвей Р. В., Максвелл В. Л., Миллер Л. В. Теория расписаний. М., «Наука», 1975, 359 с.
3. Мироносецкий Н. Б. Экономико-математические методы календарного планирования. Новосибирск, «Наука», 1973, 140 с.
4. Голенко Д. И. Статистические модели в управлении производством. М., «Статистика», 1973, 368 с.

Статья поступила  
в редакцию  
23 января 1979 г.

### **МОДЕЛЬ ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ЦЕХА ТЕЛЕКОМПЛЕКСА**

На современном этапе развития телевизионного вещания весьма актуальной становится проблема совершенствования планирования и управления телепроизводством с помощью логико-математических методов и средств вычислительной техники. В ряде работ, посвященных математическим методам исследования и разработки структур крупных телекомплексов [1—5], показана необходимость системного подхода к решению этой проблемы.

Представляется перспективным рассмотрение телекомплекса как большой системы с цеховой структурой, в которой каждый отдельный цех может быть представлен в виде самостоятельного блока. Степень детализации каждого блока в зависимости от поставленной задачи планирования и управления может быть различной.

В реальных условиях телепроизводства, несмотря на хорошо налаженное планирование и резервирование оборудования, в ряде ситуаций возникает необходимость экстренного проведения работ, связанных с незапланированными ранее передачами, а также в случае непредвиденного выхода из строя основного технологического оборудования цеха. При возникновении указанных осложнений руководство цеха и телекомплекса вынуждено принимать оперативные решения, обеспечивающие проведение запланированных ранее работ без изменения или с минимальными изменениями недельного расписания работы цехов телекомплекса. Однако даже минимальные изменения расписания сопряжены с нарушением технологических циклов или с полной отменой подготавливаемых передач.

Сложные задачи планирования и управления могут быть успешно решены с помощью предлагаемой базовой имитационной модели цеха телекомплекса. Основным достоинством таких моделей [6—10] является получение ресурсно- и технологически допустимого варианта расписания в результате каждой имитации.

Предлагаемая базовая модель цеха вследствие своей универсальности учитывает только наиболее общие закономерности работы цехов,

но тем не менее точно отражает сущность телепроизводства и позволяет внести соответствующие изменения при необходимости совершенствования структуры использования оборудования или расширении его технологических возможностей.

Любой из цехов телекомплекса может быть представлен в виде совокупности  $\xi$  нескольких типов оборудования ( $1 \leq \xi \leq n_\eta$ ), где  $n_\eta$  — количество типов оборудования определенного целевого назначения  $\eta$  (цех, служба). Необходимо составить расписание загрузки оборудования цеха на планируемый период времени  $T_E$  (неделя, декада и т. п.) согласно заявкам, подаваемым на различные виды работ  $R_{i,j}$  (подготовка передач, обеспечение вещания).

Номер позиции	1	2	3	4	5
Обозначение	$i$	$z(i,j,k)$	$T_n(i,j)$	$T_k(i,j)$	$g_0(i)$
Содержание	Номер передачи	Номер заявки	Первый возможный день обслуживания заявки	Последний возможный день обслуживания заявки	Исходный вес заявки
Продолжение					
Номер позиции	6	7	8	9	10
Обозначение	$\eta(i,j,k)$	$\xi(i,j,k)$	$t_n(i,j,k)$	$tt(i,j,k)$	$\delta(i,j,k)$
Содержание	Требуемый номер цеха	Требуемый номер типа оборудования	Требуемый момент начала обслуживания заявки	Длительность обслуживания заявки	Требуемый номер прибора (аппарата)

Рис. 1. Структура заявки на обслуживание в основных цехах телекомплекса

Каждая заявка содержит в себе следующую необходимую информацию (рис. 1):

1.  $i$  — номер передачи  $P_i$ .
2.  $z(i, j, k)$  — номер заявки;  $[1 \leq z(i, j, k) \leq n_z]$ , где  $n_z$  — количество заявок в пакете,  $j$  — порядковый номер работы в технологической структуре подготовки передачи,  $k$  — порядковый номер заявки.
3.  $T_n(i, j)$  — первый возможный день проведения работы;  $[1 \leq T_n(i, j) \leq T_E]$ , где  $T_E$  — последний день планируемого периода.
4.  $T_k(i, j)$  — последний возможный день проведения работы, указанной в заявке  $z(i, j, k)$ .
5.  $g_0(i)$  — исходный приоритет — вес передачи  $P_i$ ; для которой подана заявка  $z(i, j, k)$ .

6.  $\eta (i, j, k)$ . — номер цеха.

7.  $\xi (i, j, k)$  — номер типа оборудования данного цеха  $\eta$ , необходимого для реализации заявки  $z (i, j, k)$ ;  $(1 \leq \xi \leq n_\eta)$ , где  $n_\eta$  — количество типов аппаратных  $\eta$ -го цеха.

8.  $t_n (i, j, k)$  — требуемый момент начала обслуживания заявки  $z (i, j, k)$  в пределах выбранного дня  $T$  проведения работы  $R_{i, j}$ .

Заявки, которые могут быть выполнены в данной аппаратной в произвольное время в пределах рабочего дня, будем называть подвижными во времени. Признаком подвижности во времени является равенство нулю момента начала обслуживания:  $t_n = 0$ .

Заявки, требующие начала обслуживания в строго определенный момент времени  $t_n$ , будем называть неподвижными во времени. Признаком неподвижности во времени является положительность  $t_n$ :  $t_n > 0$ .

9.  $tt (i, j, k)$  — требуемая длительность выполнения заявки  $z (i, j, k)$  в аппаратной.

10.  $\delta (i, j, k)$  — требуемый номер аппаратной цеха  $\eta$  типа  $\xi$  для обслуживания заявки  $z (i, j, k)$ . Заявки, претендующие на обслуживание в конкретной аппаратной  $\delta (i, j, k)$  на определенном оборудовании  $\xi (i, j, k)$ , будем называть неподвижными по аппаратным. Признаком неподвижности по аппаратным является указание конкретного номера в рассматриваемой позиции заявки:  $\delta (i, j, k) \neq 0$ .

Заявки, которые могут обслуживаться в произвольной аппаратной выбранного типа  $\xi (i, j, k)$ , будем называть подвижными по аппаратным. Признаком подвижности здесь является равенство нулю номера прибора (аппарата):  $\delta (i, j, k) = 0$ .

Таким образом, каждая заявка  $z (i, j, k)$  характеризуется десятью параметрами.

Для каждой аппаратной (студии) цеха задаются временные характеристики, определяющие момент начала  $t_{нт}$  ( $\eta, \xi, \delta$ ) и длительность  $tt_\tau$  ( $\eta, \xi, \delta$ ) ее работы (рис. 2). Эти характеристики вместе с пакетом заявок  $Z$  подаются на вход имитационной модели, алгоритм которой представлен на рис. 3.

1	2	3	4	5						
$\eta$	$\xi(\eta)$	$\delta(\eta, \xi)$	$t_{нт}(\eta, \xi, \delta)$	$tt(\eta, \xi, \delta)$		$t_{нт}(\eta, \xi, \delta)$	$tt(\eta, \xi, \delta)$		$t_{нтE}(\eta, \xi, \delta)$	$ttE(\eta, \xi, \delta)$
Номер цеха	Номер типа аппаратной	Номер аппаратной	Момент начала работы в день номер 1	Длительность первого рабочего дня аппаратной		Момент начала работы аппаратной в день номер $T$	Длительность $T$ -го рабочего дня аппаратной		Момент начала работы аппаратной в последний день номер $T E$	Длительность $T e$ -го рабочего дня аппаратной

Рис. 2. Временные характеристики аппаратной

Расписание загрузки оборудования цеха формируется день за днем на весь планируемый период, что позволяет экономить оперативную память ЭВМ. В ходе моделирования выбирается очередной день (блок 3) и формируется подмножество заявок  $L$  (блоки 5—6), выполнение которых возможно в данный день. Каждой заявке присваивается новый

«вес» с учетом возможного количества дней, оставшихся для ее реализации, согласно формуле

$$g(i) = \left[ \frac{g_0(i)}{T_k(i, j) - T + C_1} \right]^{C_2}, \quad (1)$$

где  $g_0(i)$  — исходный «вес» заявки;

$T$  — планируемый день;

$C_1, C_2$  — постоянные настроечные коэффициенты.

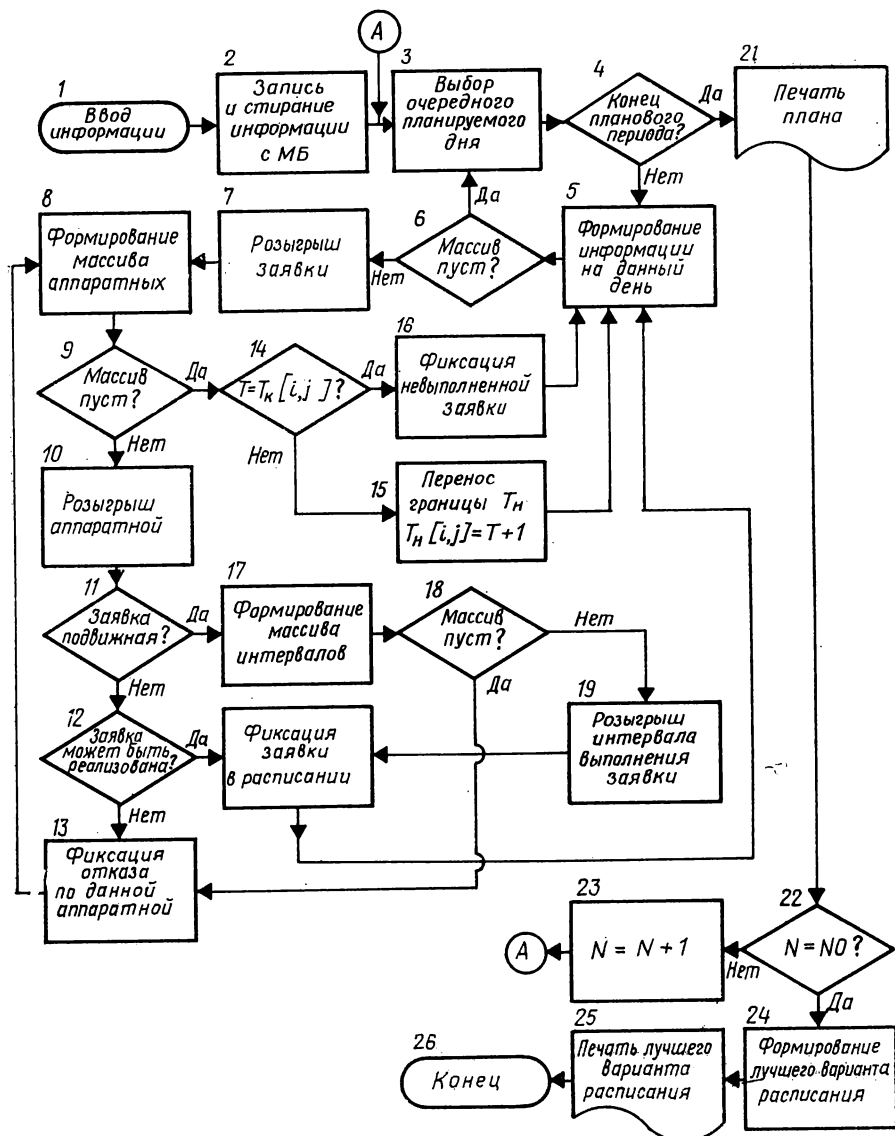


Рис. 3. Алгоритм имитационной модели планирования загрузки оборудования цеха

В блоке 7 производится выбор заявки  $z$ , принадлежащей массиву  $Z$ , согласно рандомизированному правилу, отдающему предпочтение заявке, характеризуемой более высоким исходным приоритетом — весовым коэффициентом  $g(i)$ . В блоке 8 формируется массив аппаратных, в которых возможно выполнение выбранной заявки. В зависимости от решаемой задачи планирования и состава оборудования цеха воз-

можен выбор нескольких стратегий размещения заявки в ту или иную аппаратную. Согласно правилам предпочтения в выборе аппаратной для выполнения данной заявки, а также оставшегося времени, в блоке 10 производится розыгрыш аппаратной.

Далее, если заявка неподвижная, производится проверка возможности ее установки в требуемом интервале времени  $tt$  (блок 12). Если интервал свободен, заявка заносится в расписание (блок 20), в противном случае она получает отказ по данной аппаратной (блок 13), и предпринимается новая попытка ее размещения. В этом случае аппаратная, в которой заявка не может быть реализована, исключается из розыгрыша.

Механизм размещения заявок, подвижных в течение дня, другой. Просматривается загрузка выбранной аппаратной  $\delta$  типа  $\xi$  в течение дня и формируется массив свободных интервалов (блок 17). Каждый свободный интервал, в зависимости от его продолжительности и близости к окончанию рабочей смены, «взвешивается» согласно формуле

$$g(t_i) = \frac{[tt(l)]^{C_3}}{[t_{кт} \dots t_n(l)]^{C_4}}, \quad (2)$$

где  $tt(l)$  — продолжительность  $l$ -го свободного интервала;  $t_n(l)$  — момент начала интервала;  $t_{кт} = t_{нт}(\eta, \xi, \delta) + tt_t(\eta, \xi, \delta)$  — время окончания работы аппаратной;  $C_3, C_4$  — настроечные коэффициенты.

Далее в блоке 19 путем розыгрыша выбирается свободный интервал. Заявка устанавливается в нем таким образом, что момент начала ее выполнения  $t_{нт}(\eta, \xi, \delta)$  совпадает с началом выбранного интервала  $t_n(l)$ . Если заявка не устанавливается, предпринимается новая попытка установить ее в другом свободном интервале, либо выполнить ее в другой аппаратной. Установленная заявка фиксируется в расписании.

В том случае, если заявка не может быть выполнена ни в одной из аппаратных в планируемый день, то либо осуществляется ее перенос на следующий день (блоки 14—16), либо она исключается из пакета заявок, если это последний возможный день ее выполнения. Следует особо отметить, что если невыполненная заявка является только одной из работ над передачей  $P_i$  в планируемом периоде  $T_E$ , то из дальнейшего розыгрыша исключаются все заявки данной передачи.

Рассмотренная выше процедура составления расписания продолжается до тех пор, пока не будут рассмотрены все заявки из подмножества  $L$  на данный день и далее на весь планируемый период. В результате одной имитации получаем возможный вариант расписания загрузки оборудования цеха согласно заданному пакету заявок и временным характеристикам аппаратных.

Проводится серия имитаций  $NO$ , в результате чего формируются и выводятся на печать (блоки 21—25) один или несколько лучших вариантов расписания согласно принятому критерию и решаемой задаче планирования. Одним из простейших критериев отбора лучшего варианта является максимальный «вес» заявок, включенных в расписание. В этом случае целевая функция может быть представлена в виде

$$G = \sum_i g(i) \omega(i), \quad (3)$$

где  $\omega(i) = \begin{cases} 1, & \text{если передача } P_i \text{ включена в расписание.} \\ 0, & \text{если передача } P_i \text{ в расписание не включена.} \end{cases}$

Таким образом, наилучший вариант расписания соответствует максимальному значению целевой функции.

Увеличение количества неудовлетворенных заявок в результате планирования свидетельствует о недостаточном количестве оборудования, потребного для удовлетворения данного пакета заявок. Следова-

тельно, нужно изменять количественные и временные характеристики оборудования моделируемого цеха или заново формировать пакет заявок. В общем случае можно попытаться добиться желаемого результата изменением настроечных коэффициентов  $C_2$ — $C_4$  и критерия выбора рационального варианта расписания. В качестве такого критерия, например, может быть выдвинут критерий удовлетворения максимального количества заявок, включенных в расписание.

В настоящее время разработана программа, реализующая данный алгоритм для моделирования на ЭВМ БЭСМ-4. Результаты экспериментов с использованием статистических данных работы цеха видеозаписи Ленинградского телецентра позволяют утверждать, что модель полностью отражает специфику современного телепроизводства и может быть с успехом применена для решения задач планирования и управления.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Маковеев В. Г., Загоровский К. О., Климович Е. С. Определение объема технических средств многопрограммного телецентра.— «Техника кино и телевидения», 1971, № 1, с. 47—51.
2. Маковеев В. Г., Загоровский К. О., Климович Е. С. Об оценке топологических структур крупных телевизионных центров.— «Техника кино и телевидения», 1972, № 2, с. 3—8.
3. Загоровский К. О., Акобия Ю. А., Маковеев В. Г. Определение оптимального объема технических средств телецентра.— «Техника кино и телевидения», 1973, № 3, с. 3—8.
4. Динер И. Я., Кондратьев А. Г., Лисогурский В. И., Лукин М. И., Никифорова Л. В. Статистическое моделирование подготовки программы телецентра.— «Техника кино и телевидения», 1976, № 7, с. 46—50.
5. Динер И. Я., Кондратьев А. Г., Лисогурский В. И., Лукин М. И., Никифорова Л. В. Определение числа единиц оборудования ТВ центра.— «Техника кино и телевидения», 1977, № 2, с. 26—29.
6. Первозванский А. А. Математические модели в управлении производством. М., «Наука», 1975, 615 с.
7. Голенко Д. И. Статистические модели в управлении производством. М., «Статистика», 1973, 368 с.
8. Конвей Р. В., Максвелл В. Л., Миллер Л. В. Теория расписаний. М., «Наука», 1975, 359 с.
9. Танаев В. С., Шкурба В. В. Введение в теорию расписаний. М., «Наука», 1975, 256 с.
10. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем — искусство и наука. М., «Мир», 1978, 418 с.

Статья поступила  
в редакцию  
23 января 1979 г.



## УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВИДЕОСИГНАЛОВ РЕПОРТАЖНОЙ СТАНЦИИ ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

При разработке современных телевизионных комплексов значительное внимание уделяется контрольно-измерительной аппаратуре. Это специально разрабатываемые осциллографы, видеоконтрольные устройства, генераторы звуковых и видеоиспытательных сигналов, контрольные коммутаторы, блоки и узлы контроля отдельных аппаратов комплекса.

Современные телевизионные репортажные средства особенно нуждаются в оперативном контроле оборудования как при развертывании аппаратуры на месте репортажа, так и непосредственно во время проведения репортажа.

Описываемое устройство контроля видеосигналов, в дальнейшем называемое пультом технического контроля (ПТК), разработано в составе комплекса видеооборудования передвижной репортажной станции цветного телевидения (ПРСЦТ) и служит для оперативного осциллографического контроля трактов ПРСЦТ.

ПТК значительно облегчает работу видеоинженера, так как позволяет осуществлять управление осциллографом с помощью органов управления, размещенных на лицевой панели ПТК, что эргономически более удобно. Кроме того, наряду с прямым осциллографическим контролем сигналов, ПТК обеспечивает дополнительную обработку этих сигналов и формирует напряжения развертки осциллографа. С помощью ПТК можно преобразовать три видеосигнала  $R$ ,  $G$ ,  $B$  в трехстрочную последовательность  $R/G/B$ , обеспечить фильтрацию сигналов фильтром нижних частот и фиксацию уровня черного видеосигналов.

Введение дополнительных схем обусловлено необходимостью сократить до минимума время готовности станции к работе, которое в основном затрачивается на проверку правильности и идентичности параметров камер, входящих в состав станции. В процессе этой проверки необходимо проконтролировать равенство размахов и уровней черного в трех каналах  $R$ ,  $G$ ,  $B$  на выходе каждого камерного канала. Различия уровней белого и черного в этих каналах при передаче сигналов черно-белого изображения не должны превышать 1%. В этом случае можно обеспечить идентичность цветопередачи всех камер.

Установить с необходимой точностью равные размахи этих сигналов, измеряя их поочередно однолучевым осциллографом, не представляется возможным, так как точность измерения при этом будет не лучше 6%. Более высокую точность измерения можно получить, совместив

сигналы  $R, G, B$  на одной строке развертки осциллографа. В этом случае, приняв уровень одного из сигналов за опорный, можно измерить относительное различие уровней видеосигналов.

ПТК содержит коммутатор, преобразующий сигналы  $R, G, B$  в трехстрочную последовательность  $R/G/B$ , что обеспечивает наблюдение всех трех сигналов на экране осциллографа одновременно. Но при таком воспроизведении сигналов на экране однолучевого осциллографа на точность измерений могут влиять перекося осциллограммы и то обстоятельство, что сравниваемые изображения сигналов расположены в разных частях экрана осциллографа (рис. 1).

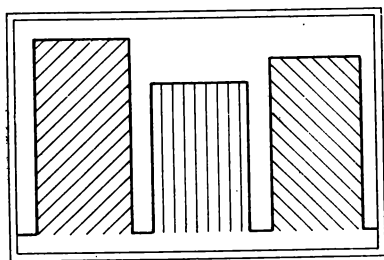


Рис. 1. Осциллограмма трехстрочной последовательности  $R/G/B$  на выходе электронного коммутатора (длительность развертки осциллографа  $3H$ )

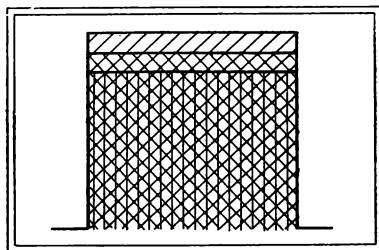


Рис. 2. Осциллограмма трехстрочной последовательности  $R/G/B$  при развертке осциллографа строчным пилообразным напряжением

Точность измерения различий видеосигналов значительно повышается, если изменить частоту развертки осциллографа таким образом, чтобы произошло наложение осциллограмм трех сигналов (рис. 2). Это осуществляется путем подачи пилообразного напряжения строчной частоты, вырабатываемого в ПТК, на вход «Х» осциллографа. В этом случае можно измерить разницу размахов видеосигналов на самой чувствительной шкале осциллографа, что увеличивает точность измерений. При этом особое внимание следует уделить получению высокой точности фиксации, идентичности и стабильности уровней черного всех трех видеосигналов.

Исходя из этого, для коммутатора ПТК была специально разработана высокоточная и стабильная схема фиксации уровня черного. В этой схеме в качестве ключа использован полевой транзистор. В цепь обратной связи схемы, взятой с выхода коммутатора, включен операционный усилитель. Во всех трех каналах уровень черного фиксировался к одному и тому же потенциалу. Все это позволило обеспечить фиксацию уровня черного с такой точностью, при которой различие уровней черного видеосигналов трех каналов составляет менее 0,2%.

Кроме того, были приняты меры по снижению влияния нестабильности уровня черного ( $\Delta U$ ), возникающей вследствие изменения величины заряда конденсатора в цепи обратной связи в течение активной части строки. Расчеты показали, что изменение уровня черного для данной схемы фиксации можно определить по следующей формуле:

$$\Delta U = \frac{I}{C} (H - t_{и.ф}),$$

где  $I$  — входной ток операционного усилителя;

$C$  — емкость в цепи обратной связи схемы фиксации;

$H$  — период строки ( $H = 64 \cdot 10^{-6}$  с);

$t_{и.ф}$  — длительность импульса фиксации.

Чтобы фиксация производилась мягко, без выбросов, и обладала максимальной помехозащищенностью, величина емкости должна быть не менее  $1 \cdot 10^{-7}$  Ф.

Режим работы операционного усилителя выбран таким образом, что его входной ток не превышает  $1 \cdot 10^{-5}$  А, а длительность импульса фиксации выбрана равной  $8 \cdot 10^{-6}$  с, что повышает точность фиксации.

Как легко подсчитать, изменение уровня черного, а следовательно, и уровня видеосигнала вдоль строки составит  $6 \cdot 10^{-3}$  В, т. е. относительное изменение уровня видеосигнала будет менее 0,4% от номинального размаха сигнала.

Спад уровня видеосигнала, вносимый схемой фиксации, к концу строки одинаков для всех трех каналов. Таким образом, можно считать, что ошибка в измерениях различий уровней трех видеосигналов, вызванная этой причиной, не превысит 0,4%, а в большинстве случаев будет меньше.

Если учесть, что при измерении размахов видеосигналов с помощью осциллографа в режиме максимальной чувствительности усилителя вертикального отклонения неточность измерения составляет  $\sim 0,3\%$ , то легко посчитать суммарную ошибку установки равенства видеосигналов в трех каналах, которая в наихудшем случае будет составлять 0,9% от величины номинального размаха видеосигнала.

Таким образом, применение ПТК при использовании обычного одноплучевого осциллографа позволяет почти на порядок увеличить точность настройки баланса видеосигналов на выходах датчиков видеосигналов и одновременно облегчает работу видеоинженера.

При контроле видеосигналов, имеющих различные уровни средней составляющей, каждый раз при переходе от одного видеосигнала к другому необходимо регулировкой усилителя вертикального отклонения осциллографа выводить осциллограмму сигнала на середину экрана. Это резко снижает оперативность работы видеоинженера. Избежать этого можно, если подавать видеосигнал на вход осциллографа через схему восстановления постоянной составляющей. Для этой цели в схеме ПТК предусмотрена управляемая схема восстановления постоянной составляющей. Хотя это несколько усложнило схему, но позволило избежать ошибок при измерениях сигналов, которые неизбежно возникают при использовании неуправляемых схем фиксации. В схему фиксации введен фильтр-пробка на частоту поднесущей 4,43 МГц, что позволило осуществлять точную фиксацию полных телевизионных сигналов системы СЕКАМ.

Так как в процессе настройки и проверки трактов ПРСЦТ приходится измерять сигналы, задержанные относительно опорных синхроимпульсов, то предусмотрена схема, изменяющая временное положение импульсов, управляющих работой схемы фиксации в соответствии с временем задержки измеряемого видеосигнала. Переключение задержки управляющих импульсов осуществляется автоматически.

Для повышения точности измерений размаха полного цветового телевизионного сигнала необходимо подавить цветовую поднесущую сигнала СЕКАМ и высокочастотные шумы. С этой целью в ПТК предусмотрен фильтр нижних частот, параметры которого были выбраны из следующих соображений. С одной стороны, для правильной оценки амплитуды сигнала фильтр должен срезать выбросы в сигнале размером до пяти элементов строки. Сигналы размером свыше десяти элементов этот фильтр должен пропускать без искажений амплитуды. Следовательно, полоса пропускания фильтра должна быть достаточно большой. С другой стороны, затухание в полосе частот, занимаемой сигналом цветовой поднесущей, должно быть не менее 40 дБ. В то же время склон амплитудно-частотной характеристики фильтра должен быть плавным, желательно синусквадратичной формы, т. е. фильтр не должен давать

выбросов, искажающих оценку амплитуды сигнала более чем на 1%. Этим требованиям удовлетворяет специально разработанный фильтр, схема и характеристика которого приведены на рис. 3.

Кроме перечисленных дополнительных обработок видеосигнала, ПТК вырабатывает импульсы синхронизации и пилообразные напряжения запуска разверток осциллографа с различными периодами следования, обеспечивает выбор четных и нечетных полей и строк, регулирует

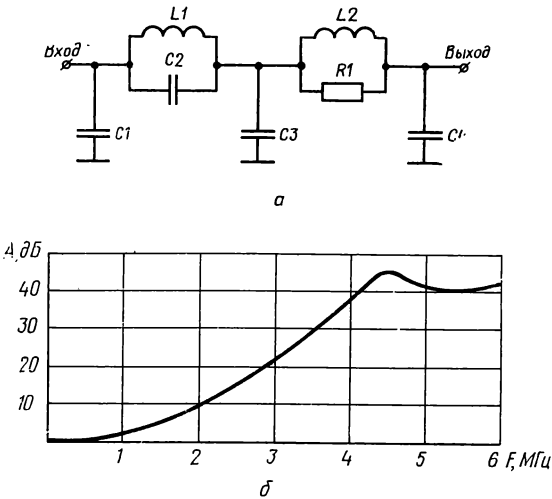


Рис. 3. Схема (а) и характеристика (б) фильтра нижних частот

мую задержку запуска осциллографа, а также транзитное прохождение контролируемых видеосигналов и сигналов синхронизации осциллографа в обход схем ПТК (в случае выхода последних из строя). Это позволяет в полном объеме и с достаточной для ПРСЦТ точностью контролировать работу видеооборудования станции.

Функциональная схема ПТК представлена на рис. 4.

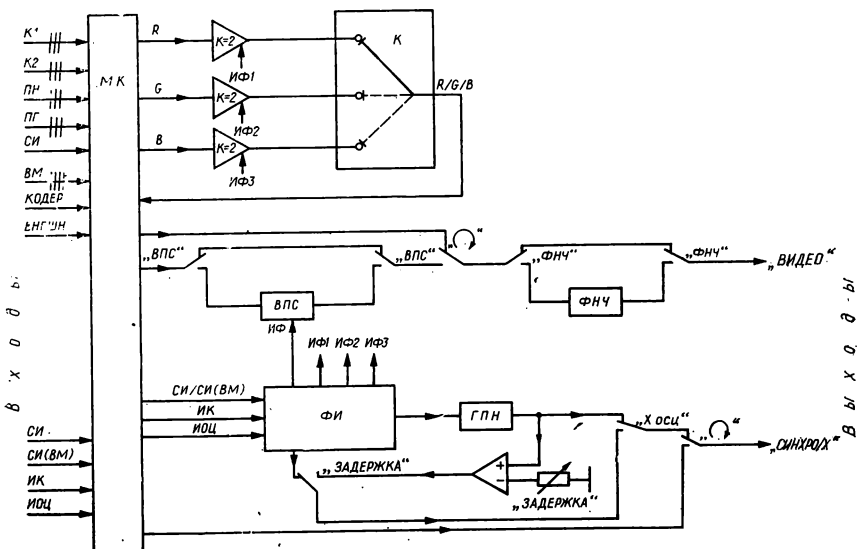


Рис. 4. Функциональная схема ПТК

На входы ПТК с помощью 75-омного кабеля подаются сигналы, подлежащие осциллографическому контролю. Они поступают на механический коммутатор, который позволяет набирать на вход осциллографа любой сигнал, а также включать схемы обработки видеосигналов и подводить к осциллографу необходимые пилообразные напряжения развертки и импульсы синхронизации. Все кнопки механического коммутатора выведены на лицевую панель ПТК (рис. 5): Для удобства работы видеоинженера они объединены по своему целевому назначению в 4 группы: режим работы, источник сигнала, вид сигнала, синхронизация.

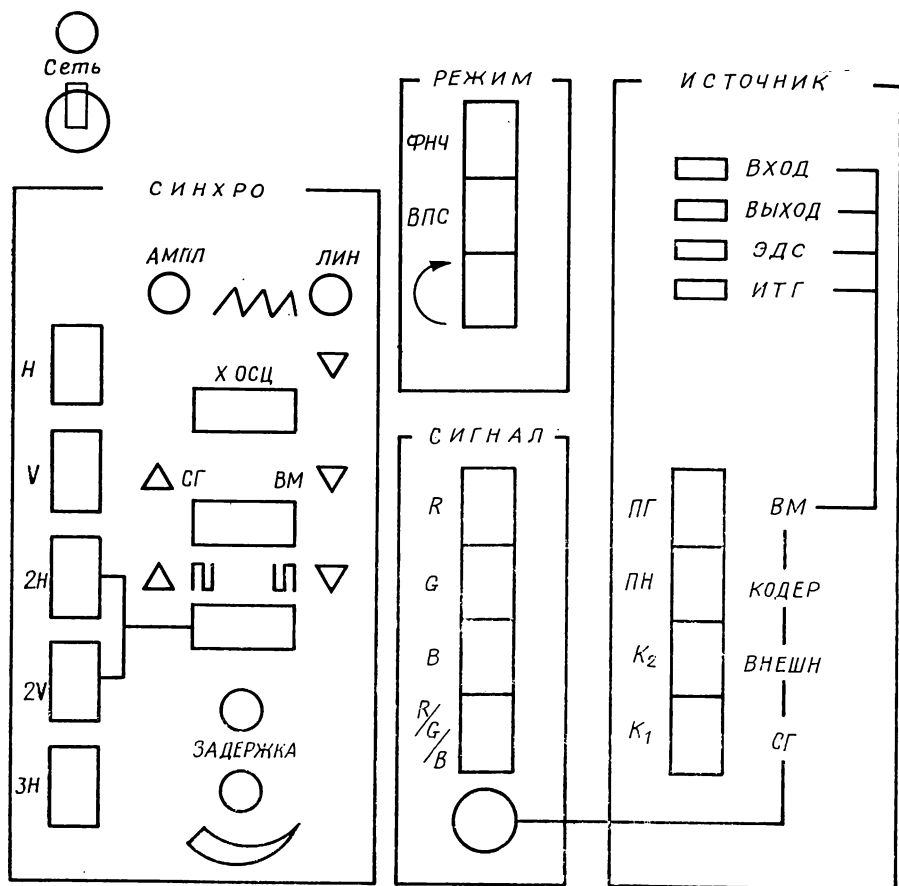


Рис. 5. Лицевая панель ПТК

С механического коммутатора сигналы  $R$ ,  $G$ ,  $B$  поступают на электронный коммутатор  $R/G/B$ , который состоит из трех высокостабильных усилителей с фиксацией уровня черного и собственно коммутатора, управляемого импульсами длительностью в одну строку с периодом следования в три строки и смещенными по времени на строку относительно друг друга. При необходимости контролируемые сигналы пропускаются через фильтр нижних частот и схему восстановления постоянной составляющей.

При контроле видеосигналов в режиме внешней синхронизации осциллографа (например, при контроле четных и нечетных полей и строк видеосигналов системы СЕКАМ, при контроле кадровой группы синхронизирующих импульсов, при наблюдении отдельных элементов строки или поля и т. д.) возникает необходимость наблюдения различных по

длительности сигналов, что требует дополнительной коммутации источников импульсов внешней синхронизации осциллографа, а следовательно, значительно снижает оперативность контроля. Чтобы устранить этот недостаток, в состав ПТК включен формирователь импульсов внешнего запуска осциллографа. Импульсы, которые он вырабатывает, с помощью механического коммутатора подаются на вход внешней синхронизации осциллографа.

Для быстрой смены периода развертки наблюдаемого сигнала в ПТК предусмотрен генератор пилообразного напряжения, который в зависимости от поступающих на него импульсов вырабатывает пилообразные напряжения развертки осциллографа с различными периодами следования.

Для обеспечения возможности наблюдения любого элемента строки или поля в ПТК установлен компаратор задержки. Он позволяет регулировать задержку запуска синхронизации осциллографа в режиме внешней синхронизации.

Определенный интерес представляют схемные решения электронного коммутатора  $R/G/B$  и схемы восстановления постоянной составляющей.

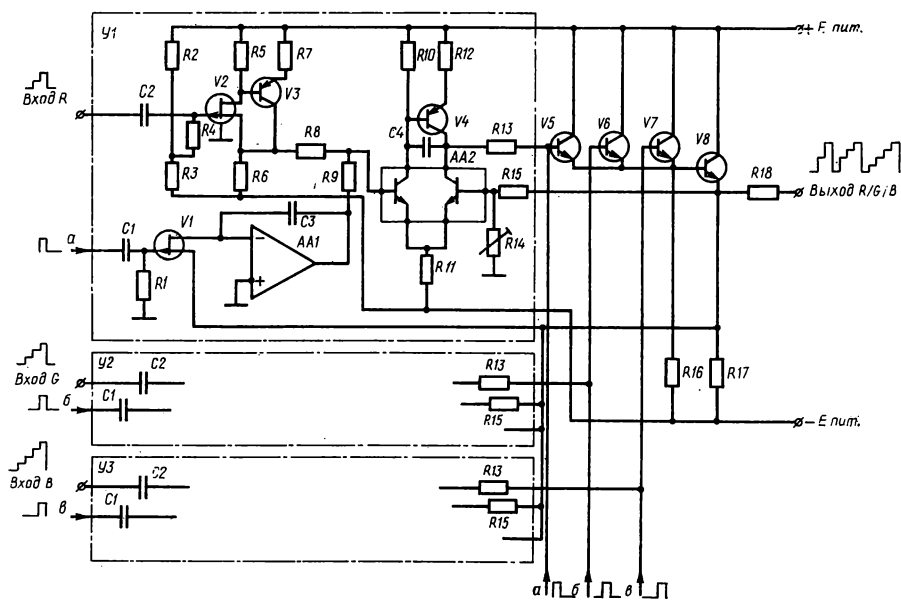


Рис. 6. Схема электронного коммутатора

Коммутатор, схема которого представлена на рис. 6, состоит из трех идентичных усилителей сигналов  $R$ ,  $G$ ,  $B$  с фиксацией уровня черного и собственно коммутатора сигналов  $R$ ,  $G$ ,  $B$  в трехстрочную последовательность  $R/G/B$ . Входные каскады видеоусилителей выполнены по схеме сложного эмиттерного повторителя ( $V2$ ,  $V3$ ), что обеспечивает высокое входное сопротивление и постоянство коэффициента передачи, близкого к единице ( $K=0,99$ ). Базовым узлом видеоусилителя является дифференциальный усилитель с динамической нагрузкой ( $AA2$ ,  $V4$ ). Сам электронный коммутатор состоит из трех эмиттерных повторителей  $V5 \dots V7$ , работающих на общую нагрузку  $R15$ , и выходного эмиттерного повторителя. Отпирание транзисторов производится по их базам импульсами управления длительностью  $H$  с периодом следования  $3H$ , сдвинутыми во времени на  $H$ , где  $H=64 \cdot 10^{-3}$  с — период строки.

Как было отмечено выше, примененная здесь схема фиксации уров-

ня черного на операционном усилителе, включенном в цепь обратной связи видеосуслителя с отслеживанием по выходу, обладает большей точностью и стабильностью уровня черного и меньшей амплитудой паразитных выбросов, чем традиционная схема фиксации уровня черного, где запоминающий конденсатор включен в цепь сигнала. Отслеживание схемы фиксации уровня черного непосредственно по выходу коммутатора позволяет практически полностью исключить различие уровней черного сигналов  $R, G, B$  без какой-либо подстройки. В качестве импульсов фиксации используются продифференцированные импульсы управления коммутатором. Таким образом, в каждом из каналов фиксация уровня черного происходит один раз за три строки.

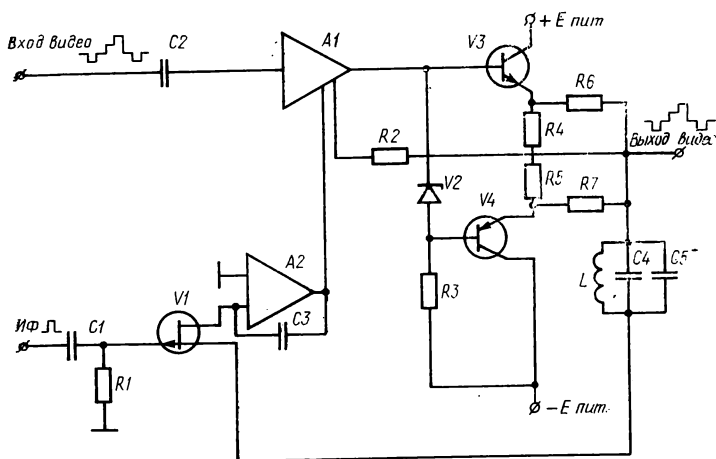


Рис. 7. Схема восстановления постоянной составляющей

Схема восстановления постоянной составляющей (рис. 7) предназначена для фиксации уровня черного любого из подводимых к ПТК сигналов перед подачей их на вход осциллографа, что повышает оперативность контроля. Примененная здесь схема фиксации уровня черного имеет те же достоинства, что и схема фиксации, используемая в коммутаторе  $R, G, B$ . Кроме этого включение в цепь обратной связи фильтра-пробки на частоту цветовой поднесущей ( $L, C4, C5^*$ ) позволяет производить фиксацию уровня черного любых сигналов, в том числе сигналов СЕКАМ.

Поскольку данная схема работает на 75-омный вход осциллографа, на выходе видеосуслителя установлена пара комплементарных транзисторов, образующих мощный выходной каскад. Видеосуслитель и выходной каскад образуют широкополосный операционный усилитель, охваченный глубокой отрицательной обратной связью, что обеспечивает высокую стабильность коэффициента передачи. Использование комплементарного выхода позволяет снизить мощность, потребляемую от источника питания.

Конструктивно ПТК оформлен как отдельный прибор с автономным питанием от сети 220 В/50 Гц, который устанавливается в общий пульт управления и контроля ПРСЦТ. Потребляемая им от сети мощность не превышает 15 ВА.

## Выводы

ПТК позволяет обеспечить качественный технический контроль видеооборудования ПРСЦТ с помощью простого однолучевого осциллографа.

Применение ПТК в составе ПРСЦТ позволило уменьшить количество обслуживающего персонала станции до одного видеоинженера.

При незначительной модификации ПТК можно применять для контроля любой телевизионной аппаратуры совместно с любым серийным осциллографом, что особенно важно для небольших РТЦ.

Статья поступила  
в редакцию  
16 июня 1978 г.



**ИНДИКАТОР ЦВЕТОВОГО БАЛАНСА**

Одним из основных параметров, определяющих качество цветного изображения, является установочная точность баланса (равенства) сигналов основных цветов (красного, синего и зеленого) на выходах передающей камеры ЦТ. В настоящее время широко применяются системы полуавтоматической и автоматической настройки баланса по цвету эталонного белого объекта. Важнейшим элементом систем автоматической и полуавтоматической настройки можно считать анализирующий блок (индикатор), позволяющий измерить знак, а в некоторых случаях и величину различия трех сигналов основных цветов. Обычно используется метод сравнения амплитуд сигналов красного и синего цветов с амплитудой сигнала зеленого цвета, которая принимается в качестве эталонного уровня.

В статье описывается устройство и принцип действия индикатора цветового баланса [1], разработанного для новой репортажной камеры КТ-305Р. Для обеспечения высокой стабильности и точности цветопередачи наряду с регулировкой в широких пределах контрастного диапазона, цветового тона и насыщенности передаваемого изображения в камере КТ-305Р каналы яркости и цветности разделены [2]. Поэтому для проверки цветового баланса удобно использовать цветоразностные сигналы  $R - Y$  и  $B - Y$ , имеющиеся на входе канала цветности. Использование цветоразностных сигналов, а не сигналов  $R$ ,  $G$ ,  $B$  упрощает схемные решения индикатора баланса, так как в этом случае для сравнения используется нулевой уровень, а не амплитуда зеленого сигнала, для измерения которой требуются дополнительные каскады. Кроме того, в этом случае облегчается подавление флуктуационных шумов и помех.

Функциональная схема разработанного индикатора цветового баланса представлена на рис. 1. Конструктивно индикатор размещен на половине стандартной печатной платы и состоит из 18 микросхем и 5 транзисторов. Потребляемая мощность составляет около 0,3 Вт.

Индикатор цветового баланса используется для настройки камеры следующим образом.

В полуавтоматическом режиме работы при проверке баланса белого перед объективом камеры располагается любой объект белого цвета, а при проверке баланса черного закрывается шторка (диафрагма)

в объективе. При нажатии соответствующей кнопки на пульте дистанционного управления на экран ВКУ выводятся метки, указывающие на разбаланс или баланс. При разбалансе видеоинженер с помощью ручек «Усиление  $R$ » и «Усиление  $B$ », выведенных на пульт дистанционного управления (ПДУ), добивается баланса цветоразностных сигналов, ориентируясь на вертикальные метки на экране ВКУ. При наступлении полного баланса вертикальные метки исчезают, на экране ВКУ остается только горизонтальная метка, указывающая на местоположение анализируемого участка раstra.

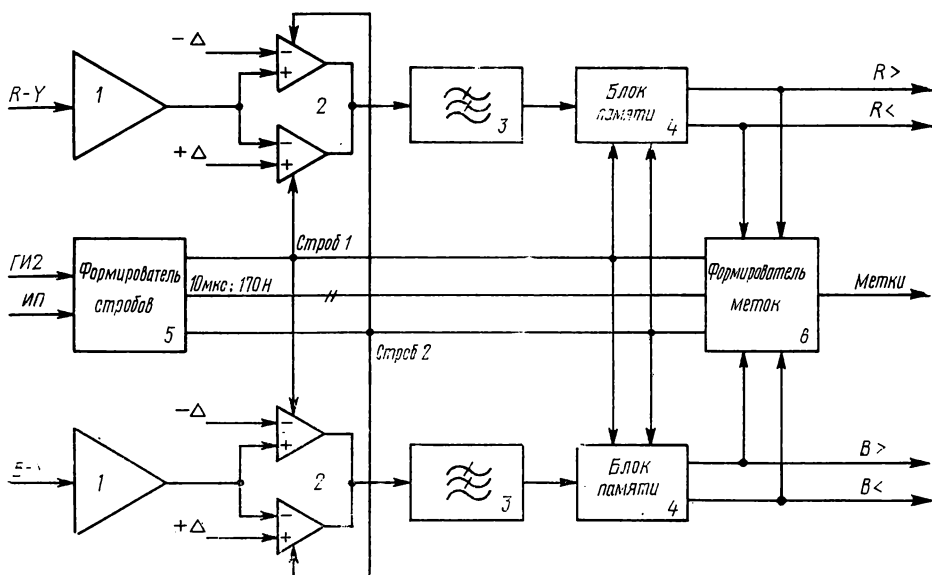


Рис. 1. Функциональная схема индикатора цветного баланса: 1 — усилители-ограничители; 2 — анализаторы уровней цветоразностных сигналов; 3 — фильтры нижних частот; 4 — блоки памяти на 20 мс; 5 — формирователь стробов; 6 — формирователь световых меток

В автоматическом режиме баланс достигается с помощью четырех логических сигналов, которые имеются на выходе индикатора. Эти сигналы поступают на плату автоматики, где из них формируются сигналы управления усилениями  $R$  и  $B$  и уровнем черного.

На вход индикатора баланса поступают следующие сигналы:

- импульсы полей ИП положительной полярности;
- опережающие на строку гасящие импульсы ГИ2 положительной полярности;
- цветоразностные сигналы  $R - Y$  и  $B - Y$  с фиксированным уровнем черного.

С выхода индикатора снимаются следующие сигналы:

- сигналы световых меток, состоящие из постоянно присутствующего импульса двух последовательных строк в центре раstra длительностью 10 мкс и четырех импульсов длительностью 1 мкс, появляющихся при разбалансе;
- четыре информационных сигнала, указывающие знак разбаланса.

Обработка цветоразностных сигналов производится в двух идентичных каналах. Цветоразностные сигналы  $R - Y$  и  $B - Y$  поступают на усилители-ограничители с обратной связью, выполненные на микросхеме К553УД2 с порогом ограничения  $\pm 2\%$ . Импульсы амплитудой до 0,04 В усиливаются примерно в 10 раз, в то время как импульсы ампли-

тудой больше 0,04 В остаются на прежнем уровне (рис. 2). При малых сигналах диоды закрыты, коэффициент усиления усилителя-ограничителя равен 10, полоса пропускаемых частот узкая (0,3 МГц), уменьшение полосы частот обеспечивается конденсатором. При больших сигналах диоды открываются, коэффициент усиления равен 1, а полоса частот становится в 10 раз больше, так как сохраняется площадь усиления. Этим достигается усиление цветоразностных сигналов без перегрузки компараторов. Кроме того, использование ограничителя в цепи обратной связи позволяет отфильтровать эти сигналы без затягивания перепадов большой амплитуды.

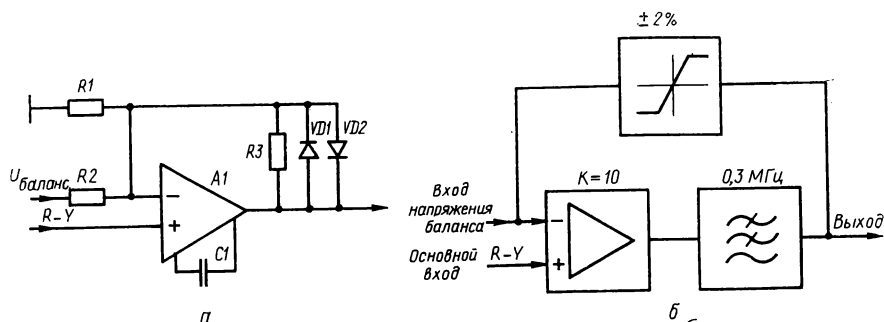


Рис. 2. Принципиальная (а) и эквивалентная (б) схемы усилителя-ограничителя

Затем цветоразностные сигналы поступают на анализаторы уровней цветоразностных сигналов, выполненные на двояных компараторах К554СА1. Ввиду высокой идентичности параметров обоих компараторов, расположенных на одной подложке микросхемы, двояный компаратор представляет собой двухпороговое устройство, имеющее симметричный отклик на положительное и отрицательное превышение абсолютного уровня сигнала над пороговым уровнем. Выходные сигналы компараторов микросхемы совмещаются на общем выходе по логике «ИЛИ». На стробирующие входы компаратора подаются импульсы с формирователя стробов, которые поочередно открывают компараторы в средних участках двух последовательных строк в центре раstra (рис. 3,а). Таким образом, на выходе анализаторов уровней цветоразностных сигналов появляется импульс (рис. 3,б) длительностью 10 мкс в центре первой строки, если положительный цветоразностный сигнал больше установленного допуска, или такой же импульс появляется в центре второй строки, если отрицательный цветоразностный сигнал выходит за нижнюю границу установленного допуска.

Выходные сигналы с анализаторов уровней цветоразностных сигналов поступают на фильтры нижних частот с частотой среза 0,3 МГц, в которых усредняется информация, полученная от компараторов за время длительности стробов. Тем самым достигается дополнительная фильтрация шумов и повышается общая точность анализаторов.

В ФНЧ сигнал усредняется и его амплитуда находится выше уровня срабатывания ячейки «И — НЕ» (рис. 3,в). Таким образом, на выходе ячейки появляется импульс, изображенный на рис. 3,г. Если цветоразностный сигнал равен нулю (состояние баланса) на входы индикатора поступает только напряжение шумов (рис. 3,д). После усиления в усилителе-ограничителе и компарирования на вход фильтров поступают сигналы, изображенные на рис. 3,е. После фильтрации в ФНЧ шум усредняется и его амплитуда находится ниже уровня срабатывания ячеек (рис. 3,ж). Таким образом, на выходе ячеек постоянно присутствует положительный сигнал (рис. 3,з), указывающий на то, что цветоразностные сигналы находятся в пределах допуска. Затем получен-

ная информация поступает в блоки памяти на 20 мс, где сохраняется до прихода следующего импульса полей ИП.

В формирователе стробов, который состоит из трех мультивибраторов, из поступающих на вход индикатора гасящих импульсов ГИ2 (рис. 4,а) и импульсов полей ИП (рис. 4,г) формируются стробирующие импульсы (рис. 4,д, 4,е), подающиеся на анализаторы уровней цветоразностных сигналов, в блоки памяти на 20 мс, а также промежуточные импульсы длительностью 33 и 10 мкс, из которых в формирователе световых меток образуются 5 импульсов световых меток:

— импульс двух последовательных строк в центре раstra длительностью 10 мкс (рис. 4,б);

— четыре импульса длительностью 1 мкс (рис. 4,в).

Из последних два импульса соответствуют сигналу  $R-Y$ , а два других — сигналу  $B-Y$ . Расположение световых меток приводится на

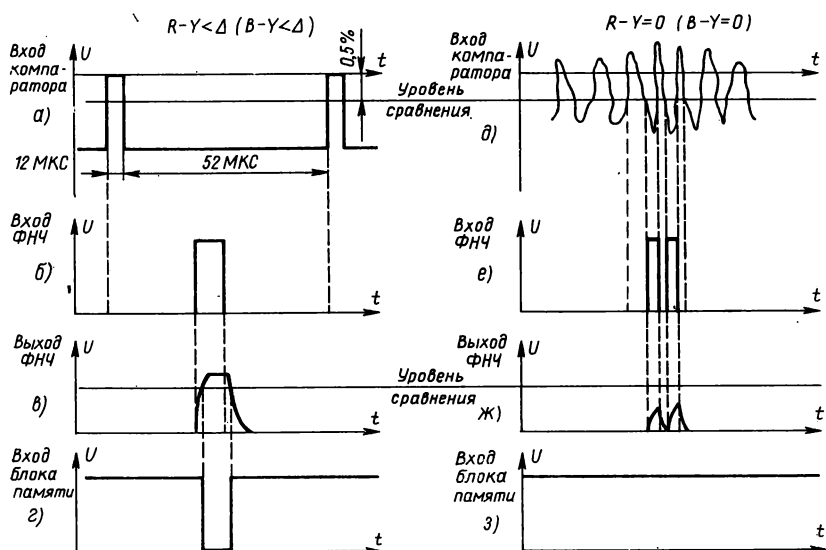


Рис. 3. Временные диаграммы сигналов

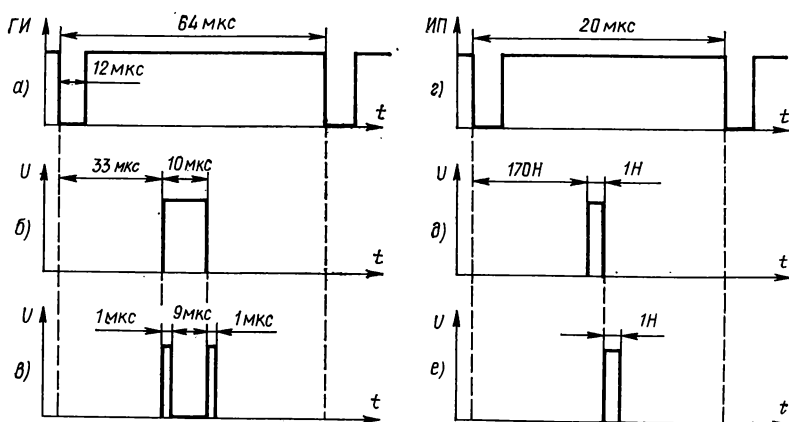


Рис. 4. Расположение импульсов:

а — гасящие импульсы; б — строб-импульс длительностью 10 мкс; в — импульсы световых меток; г — импульсы полей длительностью 20 мс; д — импульс первой анализируемой строки; е — импульс второй анализируемой строки

рис. 5,а. При выходе цветоразностных сигналов за нижний уровень допускной зоны на выходе формирователя световых меток появляются импульсы, расположенные в нижней половине раstra (рис. 5,б, в, г), а при выходе цветоразностных сигналов за верхний уровень допускной зоны — импульсы, расположенные в верхней половине раstra (рис. 5,в, г, д). В случае точного баланса все четыре сигнала равны нулю и на экране ВКУ видна только горизонтальная световая метка в центре раstra (рис. 5,е).

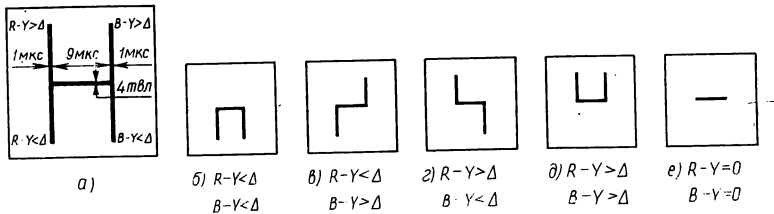


Рис. 5. Расположение световых меток на экране видеоконтрольного устройства

Особенность разработанного индикатора цветового баланса состоит в том, что он обеспечивает работу в полуавтоматическом режиме, который удобен и надежен, так как в качестве устройств для хранения информации используются механические узлы (потенциометры на пульте дистанционного управления), что обеспечивает сохранение настройки при длительных перерывах в работе без использования сложных электронных схем памяти.

С другой стороны, возможно использование индикатора баланса в составе системы полностью автоматической настройки, однако в этом случае требуется дополнительная установка в камерном канале блока автоматики, содержащего регулирующее устройство и устройство памяти.

Преимуществом разработанного индикатора цветового баланса по сравнению с существующими аналогами является существенно большая устойчивость системы к флуктуационным помехам и неравномерностям освещения эталонного объекта. Указанное преимущество достигнуто путем более сложной обработки сигналов, которая, в свою очередь, стала возможной с появлением усовершенствованных микросхем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зражевская М. И., Штейнберг А. Л. Индикатор цветового баланса.— «Телевидение. Науч.-техн. реф. сб.», 1979, вып. 1(36), с. 9—10.
2. Баранов Е. Ш., Штейнберг А. Л. Канал обработки сигналов цветности репортажной камеры.— «Телевидение. Науч.-техн. реф. сб.», 1979, вып. 1(36), с. 8.

Статья поступила  
в редакцию  
21 мая 1979 г.

### УПРАВЛЯЕМЫЙ МУЛЬТИВИБРАТОР В РЕЖИМЕ СИНХРОНИЗАЦИИ ЧАСТОТЫ

Схемы синхронизации частоты колебаний мультивибраторов, работающих в режиме самовозбуждения, широко известны и подробно описаны в литературе по импульсной технике [1, 2]. Известно, что для получения устойчивой синхронизации и высокой стабильности частоты мультивибратора синхронизирующий импульс должен быть кратковременным, остроконечным, с высокой крутизной переднего фронта, а частота собственных колебаний мультивибратора  $f$  должна быть ниже частоты синхронизации, обычно  $f_{\text{синхр}} = (1,2—1,4) f$  [2].

Мультивибратор, который будет рассмотрен ниже [3], отличается от обычного синхронизированного мультивибратора повышенными требованиями, предъявляемыми к частоте собственных колебаний мультивибратора. В реальных условиях работы мультивибратора в системах автоматического регулирования в некоторые моменты времени сигнал синхронизации может пропадать, например, сигнал строчной частоты, используемый для создания напряжения питания двигателя блока вращающихся головок, и в то же время необходимо, чтобы в сигнале, питающем двигатель, не произошло сколько-нибудь существенного изменения ни по частоте, ни по фазе. Следовательно, в отсутствие сигнала синхронизации частота собственных колебаний мультивибратора должна быть с возможно большей точностью равна частоте синхронизации. Когда синхронизирующий сигнал появляется на входе схемы, для обеспечения устойчивой синхронизации, как было отмечено выше, необходимо выполнить условие  $f_{\text{синхр}} > f$ . Чтобы удовлетворить двум этим требованиям, предлагается управлять мгновенной частотой собственных колебаний мультивибратора таким образом, чтобы она была равна частоте синхронизации  $f_1 = f_{\text{синхр}}$  при отсутствии синхронизирующих импульсов и значительно меньше частоты синхронизации  $f_2 = f_{\text{синхр}} / k$ , где  $k = 1,2 \div 1,4$ , при их наличии.

На рис. 1. приведена схема синхронизированного симметричного мультивибратора с самовозбуждением на транзисторах  $T1$  и  $T2$ , управляемого по частоте. Короткие синхронизирующие импульсы отрицательной полярности через цепь СИД1 подаются на коллектор транзисто-

ра  $T1$ , управляющий сигнал через сопротивление  $R5$  поступает на базу того же транзистора. Выходной сигнал мультивибратора снимается с коллектора транзистора  $T2$ . Временные диаграммы, поясняющие работу мультивибратора в режиме синхронизации и при ее отсутствии, приведены на рис. 2. Синхронизирующие импульсы, поступая на коллектор  $T1$  и далее на базу  $T2$  вызывают отпирание транзистора  $T1$  и запертие  $T2$ . Для устойчивой синхронизации необходимо, чтобы к моменту прихода синхроимпульса конденсатор  $C3$  не успел разрядиться через

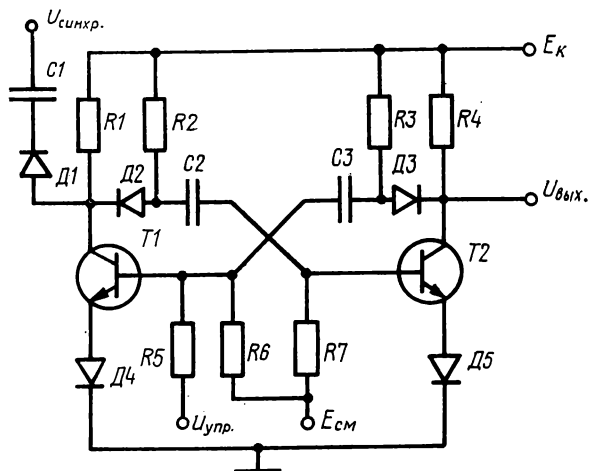


Рис. 1. Принципиальная схема синхронизированного мультивибратора с управлением по частоте

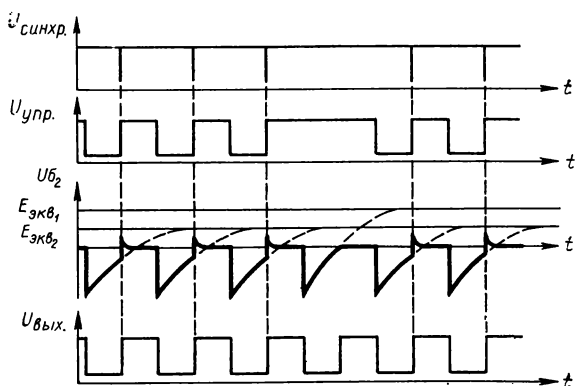


Рис. 2. Временные диаграммы токов и напряжений транзисторов  $T1$  и  $T2$

открытый транзистор  $T2$ . Это достигается подачей управляющего импульса отрицательной полярности длительностью  $\tau_{имп} = T_{синхр}/2$ , опережающего по времени синхронизирующий импульс. Понижение потенциала, подаваемого на базу  $T1$  через сопротивление  $R5$  во время перезаряда конденсатора  $C3$  через открытый и насыщенный транзистор  $T2$ , увеличивает время разряда и, как видно из временных диаграмм, к моменту прихода синхронизирующего импульса мультивибратор оказывается не готовым к изменению своего состояния равновесия за счет усилительных свойств транзистора  $T2$  и надежно перебрасывается от внешнего синхронизирующего сигнала  $U_{синхр}$ . Если по каким-то причинам один или несколько синхронизирующих импульсов пропадают, то и управляющий сигнал  $U_{упр}$  не поступает на базу  $T1$  и, следовательно,

конденсатор  $C3$  разряжается быстрее, а частота собственных колебаний равна частоте синхронизации.

Известна формула для времени разряда времязадающего конденсатора  $C$  через открытый и насыщенный транзистор [1]:

$$T = RC \ln \frac{1 + \varepsilon_{см} + \theta}{\varepsilon_{см} + \theta},$$

где  $R$  — сопротивление в цепи базы;

$\varepsilon_{см}$  — относительная величина смещения ( $\varepsilon_{см} = E_{см}/E_k$ );

$\theta$  — фактор теплового тока ( $\theta = I_{к0} R/E_k$ ).

При расчете частоты собственных колебаний мультивибратора в режимах с синхронизацией и без нее будем считать фактор теплового тока  $\theta$  близким к нулю, так как высокая температурная стабильность мультивибратора является необходимым требованием для точного поддержания частоты колебаний при пропадании синхронизации. Внутренние сопротивления источников  $E_{см}$  и  $U_{упр}$  будем также считать близкими к нулю, а величину управляющего напряжения зададим равной  $U_{упр1} = E_k$  при отсутствии синхронизации и  $U_{упр2} = 0$  при ее наличии. Сделанные допущения позволяют заменить для транзистора  $T1$  источники  $E_{см}$  и  $U_{упр}$  одним источником  $E_{эКВ}$ , а базовые сопротивления  $R5$  и  $R6$  одним сопротивлением  $R_{эКВ}$ :

$$E_{эКВ} = \frac{E_{см} R_5 + U_{упр} R_6}{R_5 + R_6}, \quad (1)$$

$$R_{эКВ} = \frac{R_5 \cdot R_6}{R_5 + R_6}. \quad (2)$$

Тогда время разряда конденсатора  $C3$  будет:

$$T = R_{эКВ} C_3 \ln \frac{1 + \varepsilon_{эКВ}}{\varepsilon_{эКВ}}, \quad (3)$$

где

$$\varepsilon_{эКВ} = \frac{E_{эКВ}}{E_k} = \frac{\frac{E_{см}}{E_k} R_5 + \frac{U_{упр}}{U_{см}} R_6}{R_5 + R_6};$$

для режима без синхронизации:

$$\varepsilon_{эКВ1} = \frac{\frac{E_{см}}{E_k} R_5 + R_6}{R_5 + R_6}$$

и для режима с синхронизацией

$$\varepsilon_{эКВ2} = \frac{\frac{E_{см}}{E_k} R_5}{R_5 + R_6}.$$

Принимая указанное ранее условие устойчивой синхронизации, можем записать

$$T_2 = k T_1, \quad (4)$$

где  $T_1$  — время разряда конденсатора без синхронизации;

$T_2$  — время разряда конденсатора с синхронизацией.

Подставив значения эквивалентного смещения в выражения (3) и (4) получим:

$$\ln \frac{1 + \frac{\frac{E_{см}}{E_k} R_5}{R_5 + R_6}}{\frac{\frac{E_{см}}{E_k} R_5}{R_5 + R_6}} = k \ln \frac{1 + \frac{\frac{E_{см}}{E_k} R_5 + R_6}{R_5 + R_6}}{\frac{\frac{E_{см}}{E_k} R_5 + R_6}{R_5 + R_6}}.$$



Пользуясь разложением в ряд логарифмических функций  $\ln(1+x)$  и  $\ln x$  при  $0 < x < 1$  и ограничившись двумя членами разложения, решаем относительно  $R5$ :

$$R5 = \frac{3-k}{3(k-1) + 2 \frac{E_{см}}{E_k} (1-k)} R6.$$

В частном случае, когда базовые сопротивления  $R6$  и  $R7$  подсоединены к источнику  $E_k$  будем иметь

$$R5 = \frac{3-k}{k-1} R6. \quad (5)$$

Задавая значение  $k = 1,2 \div 1,4$  и зная величину базового сопротивления  $R6$  из обычного расчета режима симметричного мультивибратора с самовозбуждением, легко определяем и величину  $R5$ .

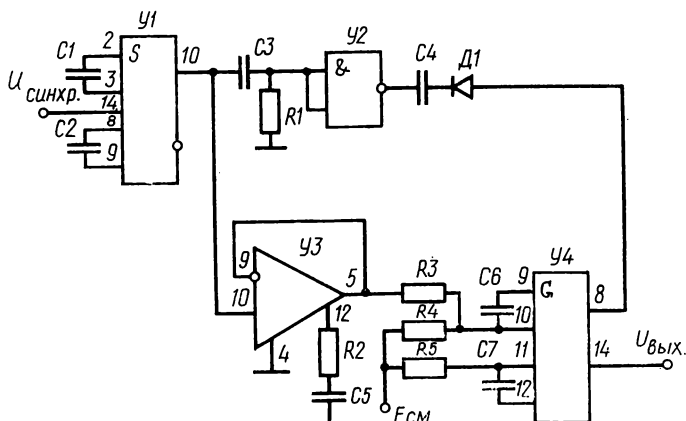


Рис. 3. Принципиальная схема устройства синхронизированного мультивибратора, управляемого по частоте

На рис. 3 приведена принципиальная схема устройства синхронизированного мультивибратора, управляемого по частоте, выполненного на микросхемах [3, 4]. Синхронизирующие импульсы отрицательной полярности поступают на одновибратор задержки  $У1$ , собранный на схеме К218АГ1. На его выходе вырабатывается импульс отрицательной полярности длительностью  $T_{\text{синхр}}/2$ , который через эмиттерный повторитель  $У3$  на операционном усилителе К140УД1Б и сопротивление  $R4$  поступает на мультивибратор  $У4$  на микросхеме К218ГГ1 для управления временем разряда конденсатора  $C6$ . Задний фронт импульса одновибратора дифференцируется и через инвертор  $У2$  на микросхеме К155ЛА3 короткий синхронизирующий импульс отрицательной полярности подается на мультивибратор  $У4$ . Если сигнал  $U_{\text{синхр}}$  на входе устройства пропадает, то не формируется импульс одновибратора, а следовательно, нет и синхронизирующего импульса, потенциал на выходе  $У1$  близок к  $E_k$ , разрядный ток конденсатора  $C6$  повышается, приближая частоту собственных колебаний к частоте синхронизации.

Такую схему можно использовать при формировании сигнала двойной строчной частоты из входного сигнала строк. В данном случае можно считать, что каждый второй импульс синхронизации пропадает и мультивибратор работает в режиме умножения частоты на два. Точность такого устройства будет значительно выше, чем у обычного синхронизированного мультивибратора, у которого один период колебаний

будет обязательно больше периода двойной строчной частоты, т. е.  $T_1 = (T_{\text{стр}} + \Delta T)/2$ , а второй период — меньше периода двойной строчной частоты.  $T_2 = (T_{\text{стр}} - \Delta T)/2$ , где  $\Delta T = 2 T_{\text{собств}} - T_{\text{стр}}$  определяется из условия устойчивой синхронизации.

Интересным оказывается случай применения синхронизированного мультивибратора для умножения нестабильной частоты, например, частоты сети. На рис. 4 представлена структурная схема управления частотой такого мультивибратора с умножением на два входной частоты в некотором диапазоне ее изменения. Временные диаграммы, поясняющие работу схемы, приведены на рис. 5. Отличие данного устройства

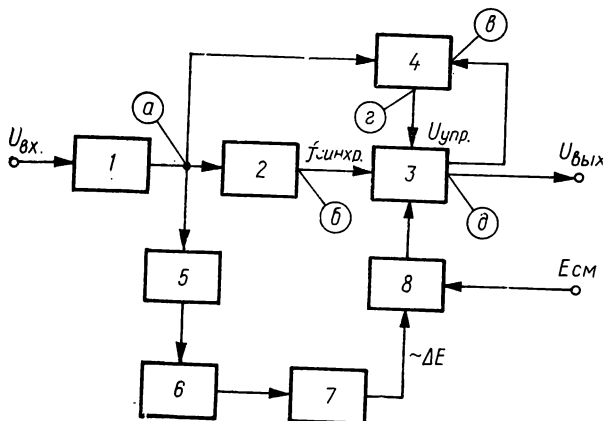


Рис. 4. Структурная схема устройства синхронизированного мультивибратора с умножением на два частоты входного сигнала в диапазоне частот:

1 — схема формирования входного сигнала; 2 — схема формирования синхронизирующих импульсов; 3 — мультивибратор; 4 — схема формирования управляющего сигнала; 5 — частотный дискриминатор; 6 — широтный модулятор; 7 — детектор ошибки; 8 — сумматор сигналов ошибки и смещения

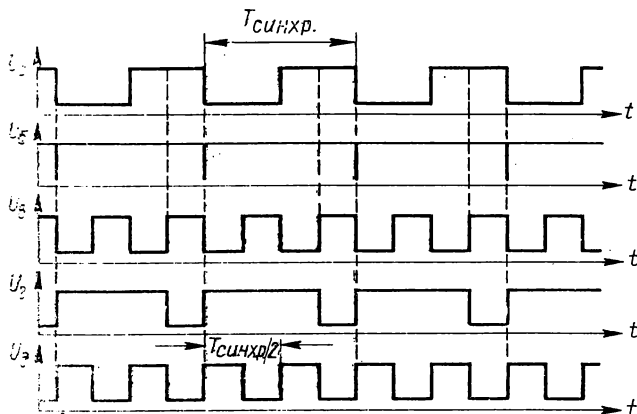


Рис. 5. Временные диаграммы напряжений устройства синхронизации с умножением частоты

синхронизации мультивибратора от рассмотренного выше заключается в способе создания управляющего сигнала  $U_{\text{упр}}$ . Входной сигнал с частотой сети 50 Гц подается на схему формирования 1, на выходе которой вырабатывается импульсный сигнал  $a$  в виде меандра. Этот сигнал поступает на схему формирования 2 синхронизирующих импульсов  $б$  и на схему формирования 4 управляющего сигнала  $г$ . Эта схема формирования

будет обязательно больше периода двойной строчной частоты, т. е.  $T_1 = (T_{\text{стр}} + \Delta T)/2$ , а второй период — меньше периода двойной строчной частоты.  $T_2 = (T_{\text{стр}} - \Delta T)/2$ , где  $\Delta T = 2 T_{\text{собств}} - T_{\text{стр}}$  определяется из условия устойчивой синхронизации.

Интересным оказывается случай применения синхронизированного мультивибратора для умножения нестабильной частоты, например, частоты сети. На рис. 4 представлена структурная схема управления частотой такого мультивибратора с умножением на два входной частоты в некотором диапазоне ее изменения. Временные диаграммы, поясняющие работу схемы, приведены на рис. 5. Отличие данного устройства

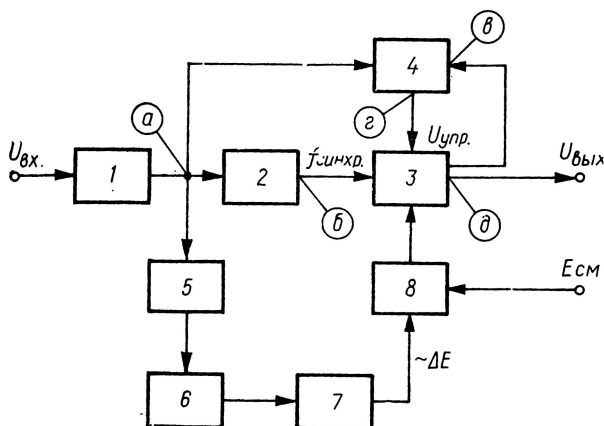


Рис. 4. Структурная схема устройства синхронизированного мультивибратора с умножением на два частоты входного сигнала в диапазоне частот:

1 — схема формирования входного сигнала; 2 — схема формирования синхронизирующих импульсов; 3 — мультивибратор; 4 — схема формирования управляющего сигнала; 5 — частотный дискриминатор; 6 — широтный модулятор; 7 — детектор ошибки; 8 — сумматор сигналов ошибки и смещения

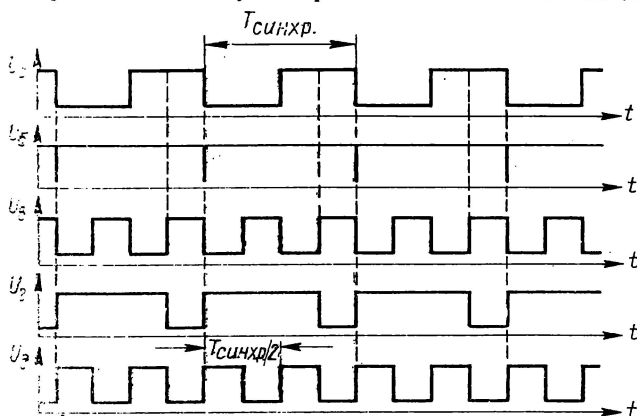


Рис. 5. Временные диаграммы напряжений устройства синхронизации с умножением частоты

синхронизации мультивибратора от рассмотренного выше заключается в способе создания управляющего сигнала  $U_{\text{упр}}$ . Входной сигнал с частотой сети 50 Гц подается на схему формирования 1, на выходе которой вырабатывается импульсный сигнал  $a$  в виде меандра. Этот сигнал поступает на схему формирования 2 синхронизирующих импульсов  $b$  и на схему формирования 4 управляющего сигнала  $г$ . Эта схема формирования

ния управляющего сигнала представляет собой логическую схему И — НЕ, на второй вход которой подается один из выходных сигналов  $\epsilon$  мультивибратора 3. На выходе схемы 4 вырабатывается импульсный управляющий сигнал отрицательной полярности, действие которого по времени предшествует появлению синхронизирующего импульса  $\delta$ . На выходе устройства имеется импульсный сигнал мультивибратора  $\delta$ , частота которого в два раза превышает частоту входного сигнала. Данное устройство позволяет не только умножать на два частоту синхронизации, но и следить за нею в некотором диапазоне частот. Для этой цели введена дополнительная цепь управления частотой собственных колебаний мультивибратора, состоящая из частотного дискриминатора 5 и широтного модулятора 6, преобразующего относительно небольшие изменения частоты в значительные изменения длительности импульса, которые выделяются в виде низкочастотного сигнала ошибки  $\Delta E$  детектором ошибки 7 и, складываясь на сумматоре ошибки с постоянным смещением  $E_{см}$ , воздействуют на частоту собственных колебаний мультивибратора 3, заставляя ее меняться в соответствии с изменением частоты входного сигнала.

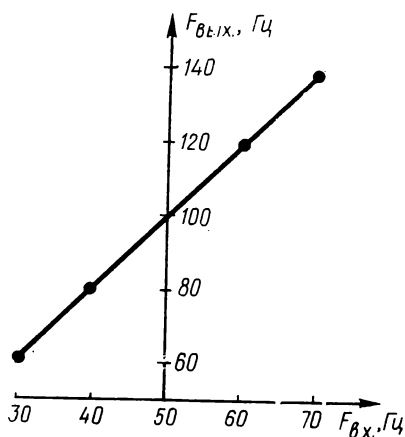


Рис. 6. Зависимость частоты мультивибратора  $F_{вых}$  от частоты входного синхронизирующего сигнала  $F_{вх}$

На рис. 6 представлена зависимость частоты выходного сигнала мультивибратора  $F_{вых}$  от входной частоты  $F_{вх}$ . Как видно из графика, обеспечивается достаточно хорошая линейность в диапазоне частот от 30 до 70 Гц. Коэффициент умножения входной частоты в данном устройстве может быть выше двух, но при его увеличении повышаются требования к линейности характеристик частотного дискриминатора и широтного модулятора.

### Выводы

1. В синхронизированном мультивибраторе с самовозбуждением, частота собственных колебаний которого практически равна частоте синхронизации, устойчивая синхронизация обеспечивается с помощью управляющего напряжения, уменьшающего мгновенную собственную частоту колебаний мультивибратора.

2. Мультивибратор с самовозбуждением в режиме синхронизации с управлением мгновенной собственной частотой колебаний может работать в режиме умножения частоты синхронизации.

3. Введение дополнительной цепи регулирования частоты синхронизированного мультивибратора, работающего в режиме умножения частоты, позволяет получить линейную характеристику в некотором диапазоне изменения входной частоты.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Степаненко И. П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. М., «Энергия», 1967.
2. Браммер Ю. А., Пашук И. Н. Импульсная техника. М., «Высшая школа», 1965.
3. Лазарев В. И., Михайкина О. В., Леус Т. И. Устройство синхронизации мультивибратора. Авт. св. СССР, № 480182; Оpubл. в Б. И., 1975, № 29.
4. Проектирование радиоэлектронных устройств на интегральных микросхемах. Под ред. С. Я. Шаца. М., «Сов. радио», 1976.

Статья поступила  
в редакцию  
6 июня 1979 г.

### ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СХЕМЫ УСИЛИТЕЛЯ ЗАПИСИ ВИДЕОМАГНИТОФОНА С БЛОКОМ НА НИЗКООМНЫХ ГОЛОВКАХ

Головки с металлическими полюсными наконечниками, применяемые в магнитной видеозаписи, работают наиболее эффективно при сокращении числа витков их обмоток. Обмотки с небольшим числом витков можно сконцентрировать непосредственно в области зазора, увеличить их потокосцепление и уменьшить рассеяние. К тому же низкоомные головки имеют малую индуктивность, что позволяет отодвинуть резонансные явления в область верхних частот за пределы рабочего диапазона и получить линейную АЧХ. Снижение чувствительности низкоомных головок при воспроизведении компенсируется применением повышающего входного трансформатора с малыми потерями. Подбором числа витков этого трансформатора легко создать оптимальный режим нагрузки оконечного каскада при записи. Индуктивность таких головок невелика — порядка  $0,5 \div 0,2$  мкГ на несущей частоте, и усилитель записи видеоманитофона должен обеспечить ток необходимой амплитуды в обмотке головки в широкой полосе частот ( $200 \div 500$  мА от пика до пика). При малых индуктивностях головок применимы либо токовый вариант оконечного каскада усилителя записи, либо вариант генератора напряжения с предварительной коррекцией, обеспечивающий постоянство тока через головку [1]. При питании головок большим током синусоидальной формы на транзисторах выходного каскада и дополнительных элементах рассеивается значительная мощность. Гораздо выгоднее применить ключевой режим, при котором в головку подается импульсный ток, по форме близкий к прямоугольному. Появление в токе записи высших гармоник сигнала не приводит к возникновению добавочных искажений, так как при записи магнитная лента доводится до насыщения и ее можно рассматривать как симметричный ограничитель с характеристикой, определяемой формой начальной кривой остаточного намагничивания [2]. Эта предпосылка позволяет создать ограничение до звена головка — лента, важно лишь отсутствие четных гармоник. Таким ограничителем может быть и оконечный каскад усилителя записи, работающий в ключевом режиме.

По сравнению с усилителем синусоидального сигнала, ключевой каскад обладает рядом преимуществ.

Во-первых, появляется возможность более полного использования транзисторов оконечного каскада в энергетическом отношении. При формировании импульсов тока в ключевом каскаде его транзисторы переходят из режима отсечки в режим насыщения, который характерен минимальным падением напряжения на них, вклад же энергии переходных областей в мощность рассеяния уменьшается по мере сокращения длительности фронтов. Применение транзисторов с малым временем переключения позволяет сократить время нарастания и спада формируемых импульсов и даже при активно-индуктивной нагрузке получить высокий коэффициент использования. Мощность 1 Вт в нагрузке усилителя записи синусоидального сигнала обычно реализуется двухтактной схемой оконечного каскада, работающей для линеаризации характеристик и температурной стабилизации в режиме «АВ» или «А»; коэффициент использования транзисторов при этом близок к 0,5 и рассеиваемая на них мощность составляет 2 Вт. Это требует применения достаточно мощных высокочастотных транзисторов, снабженных радиаторами. Нагрузка ключевого каскада, состоящая из тех же головок и резисторов в коллекторной цепи, может быть соизмеримой с нагрузкой усилителя синусоидального сигнала. Однако коэффициент использования транзисторов ключевых схем выше и мощность рассеяния на них приближается к 100 мВт, что позволяет применять маломощные ключевые транзисторы и микросхемы. Резисторы в коллекторах, несмотря на потерю в них мощности, можно выгодно использовать для коррекции частотной характеристики.

Второе преимущество использования транзисторов в ключевом режиме состоит в возможности управления током записи с помощью изменения напряжения источника питания оконечной ступени, а не путем изменения уровня сигнала. Это позволяет менять ток с минимальными искажениями. При синусоидальном сигнале изменение тока записи обычно приводит к изменению нелинейных искажений сигнала.

Третье преимущество — легко реализуемое постоянство уровня тока записи с изменением частоты вплоть до самых верхних частот без применения специального корректора, компенсирующего спад частотной характеристики, поскольку уровень тока записи при использовании ключевого каскада обусловлен постоянным напряжением питания насыщенных транзисторов.

И, наконец, еще одно преимущество состоит в том, что при наличии нелинейности амплитудной характеристики в канале записи для сигнала с формой, близкой к прямоугольной, уровень второй гармоники основной частоты будет меньше, чем в случае синусоидального сигнала, благодаря большой крутизне фронтов. Это уменьшает уровень комбинационной помехи, связанной с несимметричными искажениями.

Выходная ступень усилителя записи строится по схеме бесконтактного ключа на транзисторах с общим эмиттером. Для уменьшения четных гармоник несущей частоты, а также для разгрузки по току ключевых транзисторов, применяется двухтактная схема (рис. 1). Выходной трансформатор разделяет цепи питания и нагрузки и имеет коэффициент трансформации по каждой из обмоток, равный единице.

Основой схемы является формирователь импульсов тока с ограничительным резистором в коллекторной цепи транзистора [3]. Эквивалентная схема формирователя представлена на рис. 2. При работе на активно-индуктивную нагрузку схема сводится к генератору напряжения с выходным сопротивлением насыщающегося транзистора  $R_{\text{вых}}$ , к которому подключена внешняя нагрузка, состоящая из последовательно соединенных: ограничительного резистора  $R_k$ , индуктивности рассеяния трансформатора и пересчитанной через токосъемник индук-

тивности головки с активными потерями. Влиянием емкости нагрузки можно пренебречь, поскольку распределенная емкость низкоомной головки ничтожно мала. Напряжение генератора образовано источником питания коллекторной цепи  $E_{пк}$  за вычетом падения напряжения на транзисторе  $U_{кэ}$  и среднего падения напряжения на диоде  $U_{дср}$ , если таковой имеется в цепи эмиттера.

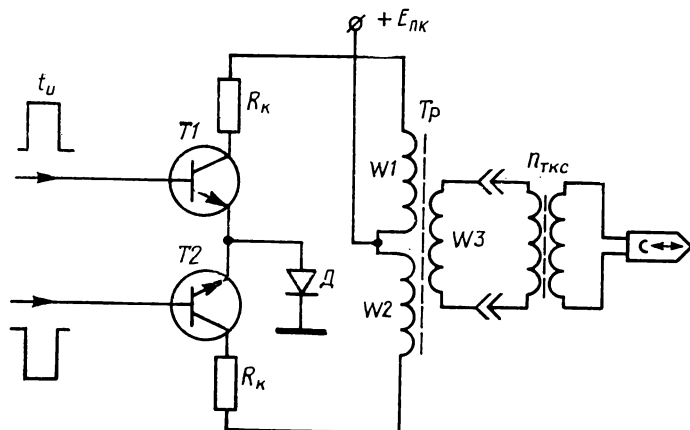


Рис. 1. Электрическая схема выходного каскада усилителя записи, нагруженного на головку через токосъемник

Амплитуда выходного импульса в цепи нагрузки такого формирователя определяется током насыщения, ограниченного активными сопротивлениями внешней цепи:

$$i_{н} = I_{кн} = \frac{E_{пк} - U_{кэ} - U_{дср}}{R_k + r'_г} \quad (1)$$

Ток нагрузки трансформируется через токосъемник в головку. Изменением подводимого напряжения питания  $E_{пк}$  можно изменять величину тока записи. Для двухтактной схемы размах тока записи в головке будет определяться как

$$I_{г} = 2 I_{кн} \cdot n_{ткс} \cdot \eta_{тр}, \quad (2)$$

где  $n_{ткс}$  — коэффициент трансформации токосъемника при записи;  
 $\eta_{тр}$  — коэффициент полезного действия трансформатора на высоких частотах, включая токосъемник.

Коэффициент  $n_{ткс}$  выбирается так, чтобы разгрузить ключевой транзистор по току и незначительно увеличить приведенную индуктивную составляющую нагрузки; практически он равен 3:1 ÷ 2:1. Коэффициент  $\eta_{тр}$  примерно равен 0,9 для трансформаторов на ферритовом сердечнике, имеющих малую индуктивность рассеяния.

Необходимое в расчетах приведенное активное сопротивление потерь головки  $r'_г$  на верхних частотах достигает значительной величины (порядка 40 Ом и более) и возрастает пропорционально квадратному корню из частоты [4]. Согласно формуле (1), для уменьшения неравномерности амплитудно-частотной характеристики необходимо выбрать ограничительное сопротивление тока  $R_k$  на верхней граничной частоте, исходя из условия:

$$R_k \geq 2 r'_{г\text{верхн.}} \quad (3)$$

Активные потери головки легко определить непосредственно в схеме по форме проинтегрированного напряжения на входе токосъем-



ника. Это позволяет уточнить предварительные расчеты, выполненные первоначально в пренебрежении величиной  $r'_r$ .

На рис. 3 видно, что из-за больших активных потерь индуктивной головки дифференцирование невелико, и напряжение спадает до некоторой величины  $U_{\text{мин}}$ , связанной с пересчитанным через токосъемник активным сопротивлением потерь головки соотношением:

$$U_{\text{мин}} = \frac{U_{\text{макс}} \cdot r'_r}{r'_r + R_K} \quad (4)$$

по которому легко определить  $r'_r$  на любой частоте сигнала.

Второе условие, накладываемое на выбор сопротивления ограничительного резистора  $R_K$ , вытекает из рассмотрения нарастания тока при формировании фронта импульсов тока записи.

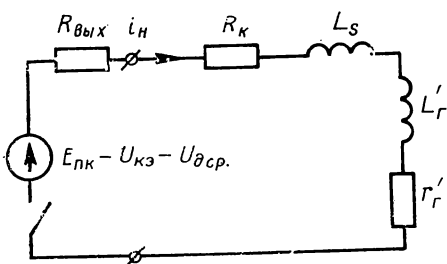


Рис. 2. Эквивалентная схема ключевого формирователя импульса тока

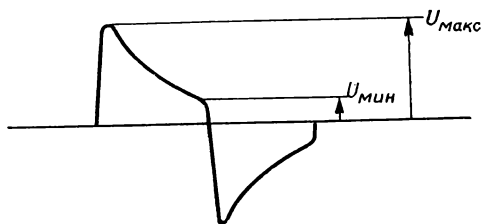


Рис. 3. Форма напряжения на входе токосъемника

В первом приближении можно полагать, что с отпиранием транзистора нарастание тока происходит со скоростью, определяемой эквивалентной постоянной времени, учитывающей инерционные свойства транзистора и нагрузочной цепи [5]:

$$\tau_{\text{эв}} \approx \beta \left( \tau_a + \frac{L'_r}{R_{\text{вых}} + R_K + r'_r} \right) \quad (5)$$

Индуктивностью  $L_s$  за малостью пренебрегаем.

В активной области транзистор имеет выходное сопротивление, равное сопротивлению в схеме с заземленным эмиттером, составляющее десятки кОм. Поэтому начальная стадия формирования определяется только инерционными свойствами транзисторов: при переключении «сильным» сигналом транзисторов с граничной частотой  $f_x = 500 \div 1000$  МГц процесс нарастания тока происходит настолько быстро, что его длительность можно не учитывать. Формирование фронта за счет внешней нагрузки, носящей индуктивный характер, происходит в области близкой к насыщению и в насыщении. Активно-индуктивная цепь в этом случае подключается к генератору напряжения с выходным сопротивлением  $R_{\text{вых}}(t)$ , которое уменьшается по мере приближения к насыщению. Ток нагрузки нарастает по закону

$$i_H = \frac{E_{\text{пк}} - U_{\text{кэ}} - U_{\text{сэ}}}{R_K + r'_r} \left( 1 - e^{-\frac{t_H}{\tau_L}} \right), \quad (6)$$

где

$$\tau_L = \frac{L'_r}{R_{\text{вых}}(t) + R_K + r'_r}$$

Увеличением сопротивления  $R_k$  можно добиться уменьшения постоянной времени  $\tau_L$  и тем самым сократить длительность нарастания фронта. Однако излишнее увеличение ограничительного резистора приводит к увеличению подводимого напряжения  $E_{пк}$ , определяющего выбор транзисторов, к увеличению мощности формирователя и снижению его к. п. д. Учитывая это, величину  $R_k$  можно определить по постоянной времени, выбранной из соображений допустимой формы импульсов тока на верхней граничной частоте. Достаточно, чтобы ток успел нарасти до уровня 0,9 к половине длительности активной части импульса. Тогда условие на выбор резистора  $R_k$  формулируется как

$$\tau_L = \frac{0,5 \cdot t_{н\text{верхн}}}{2,3},$$

или, раскрывая постоянную  $\tau_L$  и пренебрегая малым выходным сопротивлением транзистора в области насыщения, получим

$$R_k \approx \frac{2,3 L_r'}{0,5 \cdot t_{н\text{верхн}}} - r_r'. \quad (7)$$

Как показывают экспериментальные данные, с  $R_k$ , выбранным на основании выражения (7), реальное нарастание фронта импульсов тока происходит почти вдвое быстрее. Это объясняется тем, что с малыми индуктивностями (порядка 2 мкГ) ток начинает нарастать в переходной области, граничащей с насыщением. Среднее интегральное значение выходного сопротивления в этой области  $R_{вых}(t)$  зависит от типа транзисторов, их мощности и протекающего тока. Для кремниевых высокочастотных транзисторов небольшой мощности при токах до 100 мА оно достигает 100 Ом и более.

Средняя мощность  $P_k$ , рассеиваемая на коллекторе транзистора оконечного каскада, работающего с периодом  $T$ , определяется отдельно для моментов передачи фронта, плоской вершины, спада и паузы; для активно-индуктивной нагрузки мощность может быть подсчитана по формуле [3]

$$P_k \approx \frac{1}{T} \left[ I_{нм}^2 R_{нас} \left( \frac{t_{\phi}}{3} + t_{пл} \right) + I_{нм}^2 (R_k + R_{п}) \frac{t_{сп}}{6} + E_k I_{к0} t_{паузы} + \frac{L_n I_{нм}^2}{2} \right], \quad (8)$$

где  $R_{нас} = \frac{U_{кэнас}}{I_{кн}}$ .

Функциональная схема усилителя записи состоит из последовательно включенных: фазоинвертора, симметричного ограничителя, предварительного усилителя с балансировкой, ключевого каскада и цепи регулировки тока записи (рис. 4).

Питание оконечного ключевого каскада осуществляется через эмиттерный повторитель с динамической нагрузкой и управляется регулятором, позволяющим изменять ток записи. Ограничитель и предварительные каскады строятся на парах транзисторов по принципу переключателей тока, обеспечивающих короткие фронты сформированных импульсов. Симметрирование выходного сигнала осуществляется потенциометром  $R$  с небольшим сопротивлением, включенным между первичными обмотками, его величина при расчете входит в  $R_k$ . Применение транзисторов с малым временем переключения и трансформатора  $Tr1$  на входе ключевого каскада для ускорения переходных процессов (рассасывание заряда насыщенного транзистора ускоряется при пода-

че крутого перепада запирающего напряжения с противоположного плеча предварительного усилителя через трансформатор) позволяет получить передний и задний фронт импульса тока записи длительностью не более 10 нс.

Диод в цепи эмиттеров уменьшает тепловой пробой при перенапряжении переходов транзистора, а также повышает порог отпираания и тем самым увеличивает помехозащищенность каскада.

Для количественной оценки энергетических параметров транзисторов произведем эскизный расчет оконечного каскада усилителя, работающего через трансформатор токосъемника 2:1 с головками ВГ-71-05, имеющими на несущей частоте 8 МГц индуктивность, равную 0,3 мкГ; верхняя граничная частота 15 МГц.

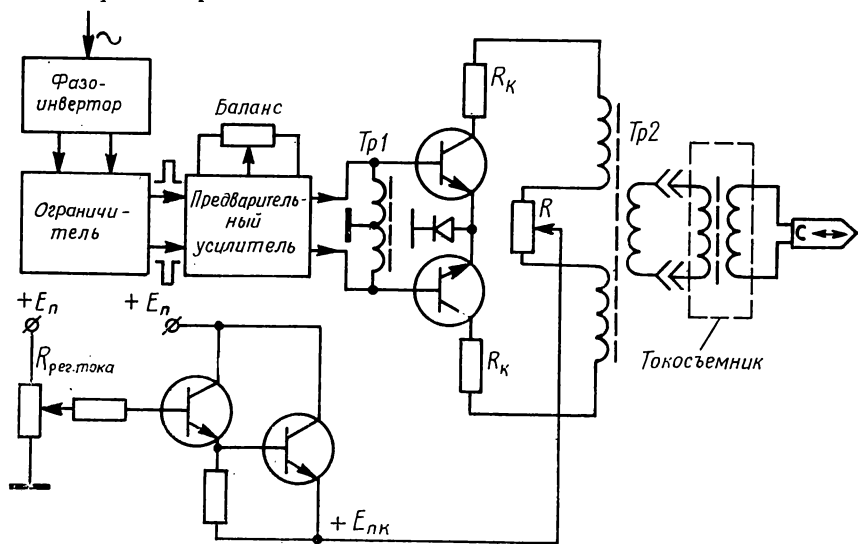


Рис. 4. Функциональная схема усилителя записи

1. На основании (7) определяем ориентировочную величину ограничительного сопротивления в коллекторе

$$R_k \approx \frac{2,3 L_{\Gamma} n_{\text{ТКС}}^2}{0,5 t_{\text{и,верхн}}} = \frac{2,3 \cdot 0,3 \cdot 10^{-6} \cdot 2^2}{0,5 \cdot 33 \cdot 10^{-9}} = 167 \text{ Ом.}$$

2. На основании (2) при номинальном токе записи определяем ток насыщения

$$I_{\text{кн}} = \frac{I_{\Gamma}}{2 n_{\text{ТКС}} \eta_{\text{ТР}}} = \frac{200}{2 \cdot 2 \cdot 0,81} = 61,7 \text{ мА.}$$

3. На основании (4) и эксперимента определяем приведенное активное сопротивление потерь головки на несущей и верхней граничной частоте

$$r'_{\Gamma} = \frac{R_k \cdot U_{\text{мин}}}{U_{\text{макс}} - U_{\text{мин}}} = \frac{167 \cdot 1,3}{8,5 - 1,3} = 30 \text{ Ом,}$$

$$r'_{\Gamma, \text{верхн}} \approx 30 \cdot 1,41 = 42 \text{ Ом.}$$

4. На основании (3) и (7) величину  $R_k$  можно уменьшить до  $R_k = 167 - 42 = 125 \text{ Ом.}$

5. На основании (1) определяем необходимое напряжение питания, подводимое к каскаду при номинальном токе

$$E_{\text{пк}} = I_{\text{кн}} \cdot (R_k + r'_{\Gamma}) + (U_{\text{кэ}} + U_{\text{д,ср}}) \approx 61,7 \cdot 10^{-3} (125 + 30) + 1 = 9,3 \text{ В.}$$

6. На основании (8) определяем среднюю мощность, рассеиваемую коллекторами в транзисторной сборке.

$$2P_k \approx \frac{2}{T} \left[ I_{кн}^2 R_{пасс} \left( \frac{t_{\phi}}{3} + t_{пл} \right) + I_{кн}^2 (R_k + r'_1) \frac{t_{сп}}{6} + E_{пк} I_{к0} t_{паузы} + \frac{L_{г} n_{ткс}^2 I_{кн}^2}{2} \right] =$$

$$= \frac{2}{125 \cdot 10^{-9}} \left[ 61,7^2 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \left( \frac{10}{3} + 52 \right) \cdot 10^{-9} + 61,7^2 \cdot 10^{-6} (125 + 30) \frac{10}{6} \cdot 10^{-9} + 9,3 \cdot 10^{-6} \cdot 52 \cdot 10^{-9} + \frac{0,3 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 61,7^2 \cdot 10^{-6}}{2} \right] = 139 \text{ мВт.}$$

На этом примере виден достаточно высокий коэффициент использования транзисторов оконечного каскада, что позволяет применять в нем маломощные сборки импульсных транзисторов и дифпары в интегральном исполнении, отличающиеся идентичностью параметров, что особенно важно для построения симметричных оконечных каскадов. Основная мощность рассеивается в предварительных каскадах и цепях управления питанием, которые, если это необходимо, можно разнести территориально, а оконечный каскад поместить в непосредственной близости к блоку головок.

Подобное построение схемы усилителя записи было осуществлено в видеомэгнитофоне с поперечно-строчной записью четырьмя головками. Четырехканальный усилитель, работающий от общего ограничителя, обеспечивает размах импульса тока в головке до 300 мА при использовании транзисторныхборок К1НТ251. Уровень второй гармоники несущей частоты составляет —50 дБ, уровень тока по первой гармонике изменяется на  $\pm 1$  дБ в полосе от 1 до 15 МГц. Мощность, потребляемая от источников питания четырьмя каналами вместе с цепями управления питанием оконечных каскадов и ограничителем, составляет 6 ВА.

### Выводы

1. Применение усилителя записи, оконечный каскад которого работает в ключевом режиме, дает выигрыш в энергетическом отношении и возможность применения маломощных интегральных микросхем; потребление от источников питания и габаритные размеры усилителя при этом значительно уменьшаются.

2. Ключевой режим позволяет легко управлять током записи дистанционно, путем изменения напряжения питания оконечного каскада.

3. Для осуществления ключевого режима в рабочем диапазоне частот наиболее эффективно применение низкоомных головок с возможно более малыми индуктивностями и малыми потерями.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Репман Г. Г. Усилители записи одноголовочных видеомэгнитофонов — «Труды ВНИИТР», 1976, вып. 8(27), с. 40—47.
2. Гончаров А. В., Лазарев В. И., Пархоменко В. И., Штейн А. Б. Техника магнитной видеозаписи. М., «Энергия», 1970.
3. Колосов В. Г., Леонтьев А. Г., Мелехин В. Ф. Импульсные магнитные элементы и устройства. Л., «Энергия», 1976.
4. Сазонов А. П. Измерения электрических параметров магнитных головок для видеозаписи — «Труды ВНИИТР», 1975, вып. 7(26), с. 27—32.
5. Гольденберг Л. М. Теория и расчет импульсных устройств на полупроводниковых приборах. М., «Связь», 1969.

Статья поступила  
в редакцию  
15 декабря 1978 г.

### ОБОБЩЕННЫЙ АНАЛИЗ ВХОДНОЙ ЦЕПИ КАНАЛА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ВИДЕОМАГНИТОФОНА

В большинстве современных профессиональных видеомагнитофонов («Кадр-103АС», «Кадр-5», «Кадр-3П», BVH-1100, BSN-50, VPR-2) входная цепь канала воспроизведения состоит из видеоголовки, согласующего трансформатора и усилителя воспроизведения. Часто роль согласующего трансформатора выполняет бесконтактный токосъемник, осуществляющий электрическую связь между вращающейся видеоголовкой и неподвижным усилителем воспроизведения. В некоторых видеомагнитофонах (VPR-2, «Кадр-103АС») не только видеоголовку, но и усилитель воспроизведения размещают на вращающемся диске, а связь с последующими блоками осуществляют через бесконтактный токосъемник. Несмотря на различные конструктивные решения электрическая схема входной цепи остается одинаковой, что позволяет составить ее обобщенную эквивалентную схему и найти передаточную функцию.

Известно, что входная цепь канала воспроизведения влияет на качественные показатели видеомагнитофона [1]. Частотно-модулированный сигнал, проходя через входную цепь с передаточной функцией  $K(p)$ , имеющей неидеальные частотные характеристики, оказывается искаженным. Для количественной оценки возникающих искажений необходимо иметь аналитические выражения передаточной функции от видеоголовки до усилителя воспроизведения. В ней должны быть учтены все  $RLC$ -элементы, т. е. рассмотрена обобщенная эквивалентная схема входной цепи с учетом всех активных потерь в элементах, частотных свойств элементов и импеданса усилителя воспроизведения. На основании полученной передаточной функции рассчитываются амплитудно-частотные (АЧХ), фазово-частотные (ФЧХ) характеристики и характеристики группового времени запаздывания (ГВЗ). Далее, используя метод математического моделирования на ЭВМ, рассчитываются искажения испытательных ТВ сигналов на выходе видеомагнитофона при различных параметрах входной цепи и устанавливаются допустимые неравномерности АЧХ и ГВЗ по величине допустимых искажений испытательных сигналов.

#### Расчет эквивалентной схемы входной цепи

В работах [2—7] рассматриваются упрощенные эквивалентные схемы входной цепи и делается попытка на их основе найти оптимальные решения. Различные упрощения и допущения, принятые авторами, при-

вели к тому, что имеющиеся в литературе рекомендации по выбору параметров входной цепи сильно отличаются друг от друга. В таблице приведены рекомендованные в публикациях параметры, которые часто называются «оптимальными». Хотя в этих работах рассматривался один и тот же вопрос, разброс величин оказался настолько велик, что без дополнительного и более тщательного анализа невозможно спроектировать входную цепь канала воспроизведения профессионального видеомagneтофона.

Т а б л и ц а

Параметры	Номер литературного источника			
	1	4	5	6
Коэффициент трансформации	1:6	1:1,3	—	1:7
Коэффициент передачи	4,3	0,6	17,5	37,3
Индуктивность первичной обмотки $L_I$	$3,25L_{\Gamma}$	$2,4L_{\Gamma}$	$3,7L_{\Gamma}$	$2,3L_{\Gamma}$
Индуктивность вторичной обмотки $L_{II}$	$120L_{\Gamma}$	$4L_{\Gamma}$	—	$112L_{\Gamma}$
Сопротивление нагрузки, кОм	10	—	—	2
Индуктивность головки $L_{\Gamma}$ , мкГ	0,4	5	—	0,3

Рассмотрим обобщенную эквивалентную схему входной цепи видеоголовка — согласующий трансформатор — усилитель воспроизведения (рис. 1).

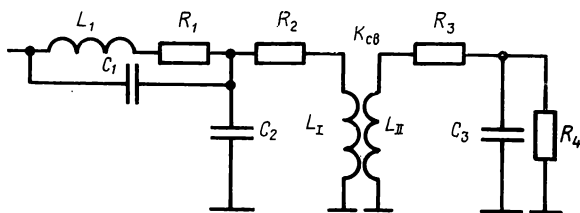


Рис. 1. Обобщенная эквивалентная схема входной цепи:  $R_1$  — потери головки;  $R_2$  — потери ротора;  $R_3$  — потери статора;  $R_4$  — входной импеданс усилителя воспроизведения;  $L_I$  — индуктивность головки;  $L_I$  — индуктивность первичной обмотки;  $L_{II}$  — индуктивность вторичной обмотки;  $C_1$  — собственная емкость головки;  $C_2$  — суммарная емкость монтажа и первичной обмотки;  $C_3$  — суммарная емкость монтажа, вторичной обмотки и усилителя воспроизведения;  $K_{св}$  — коэффициент связи первичной и вторичной обмоток согласующего трансформатора

Преобразуем связанные индуктивности  $L_I$  и  $L_{II}$  в эквивалентную схему без взаимной индуктивности (рис. 2), учитывая что

$$\left. \begin{aligned} L_2 &= L_I - K_{св} \sqrt{L_I L_{II}}; \\ L_3 &= K_{св} \sqrt{L_I L_{II}}; \\ L_4 &= L_{II} - K_{св} \sqrt{L_I L_{II}}. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Для нахождения передаточной функции воспользуемся методом куллантов для лестничной цепи [8]:

$$\left. \begin{aligned} Q_0 &= 1; \\ Q_1 &= d_1; \\ Q_i &= Q_{i-1} d_i + Q_{i-2}, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где  $Q_i$  — кумулянт  $i$ -ой итерации;

$d_i$  — сопротивление последовательной ветви или проводимость параллельной ветви.

Коэффициент передачи по напряжению входной цепи  $K$  определяется следующим образом:

$$K = Q_n^{-1}, \quad (3)$$

где  $n$  — количество итераций.

Выражения для всех ветвей входной цепи имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} d_1 &= \frac{R_1 + pL_1}{1 + pC_1R_1 + p^2L_1C_1}; & d_4 &= \frac{1}{pL_3}; \\ d_2 &= pC_2; & d_5 &= R_3 + pL_4; \\ d_3 &= R_2 + pL_2; & d_6 &= \frac{1 + pC_3R_4}{R_4}. \end{aligned}$$

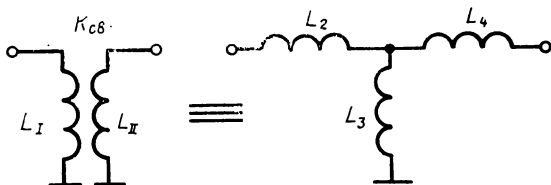


Рис. 2. Эквивалентное преобразование согласующего трансформатора

Подставляя  $d_i$  в рекуррентное соотношение (2) и произведя преобразование (3), имеем

$$K(p) = \frac{a_0 + a_1 p + a_2 p^2 + a_3 p^3}{b_0 + b_1 p + b_2 p^2 + b_3 p^3 + b_4 p^4 + b_5 p^5}, \quad (4)$$

где выражения для коэффициентов  $\bar{a} = \{a_0, a_1, a_2, a_3\}$  и  $\bar{b} = \{b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5\}$  следующие:

$$\begin{aligned} a_0 &= 0; \\ a_1 &= R_4 L_3; \\ a_2 &= R_1 R_4 L_3 C_1; \\ a_3 &= R_4 L_1 L_3 C_1; \end{aligned}$$

$$b_0 = (R_1 + R_2)(R_3 + R_4);$$

$$b_1 = (R_1 + R_2)(L_3 + L_4 + R_3 R_4 C_3) + (R_3 + R_4)(L_1 + L_2 + L_3 + R_1 R_2 C_0);$$

$$\begin{aligned} b_2 &= [R_1 R_2 (L_3 + L_4) + R_1 R_3 (L_2 + L_3) + R_2 R_3 L_1] C_0 + (L_1 + L_2 + L_3) L_4 + \\ &+ (L_1 + L_2) L_3 + [R_1 (L_3 + L_4) + R_2 (L_3 + L_4) + R_3 (L_1 + L_2 + L_3)] R_4 C_3 + \\ &+ (R_1 R_2 R_3 C_3 + R_1 L_2 + R_1 L_3 + R_2 L_1) R_4 C_0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_3 &= [R_1 (L_2 L_3 + L_2 L_4 + L_3 L_4) + R_2 (L_1 L_3 + L_1 L_4) + R_3 (L_1 L_2 + L_1 L_3)] C_0 + \\ &+ [R_1 R_2 (L_3 + L_4) + R_1 R_3 (L_2 + L_3) + R_2 R_3 L_1] R_4 C_0 C_3 + R_4 L_1 (L_2 + L_3) C_0 + \\ &+ R_4 L_3 (L_1 + L_2) C_3 + R_4 L_4 (L_1 + L_2 + L_3) C_3; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_4 &= L_1 (L_2 L_3 + L_2 L_4 + L_3 L_4) C_0 + [R_1 (L_2 L_3 + L_2 L_4 + L_3 L_4) + \\ &+ R_2 (L_1 L_3 + L_1 L_4) + R_3 (L_1 L_2 + L_1 L_3)] R_4 C_0 C_3; \end{aligned}$$

$$b_5 = R_4 L_1 (L_2 L_3 + L_2 L_4 + L_3 L_4) C_0 C_3;$$

$$C_0 = C_1 + C_2.$$

Все входящие в передаточную функцию  $RL$ -элементы могут быть постоянными величинами или функциями частоты, температуры или

времени (т. е. медленно меняться в процессе эксплуатации) и задаваться в расчетах аналитически, таблично или графически.

Для получения основных расчетных формул преобразуем выражение (4):

$$K(j\omega) = \frac{A_R + jA_I}{B_R + jB_I} = \frac{Re + jIm}{C_0} = K(\omega) e^{i\varphi(\omega)}. \quad (5)$$

Отсюда находим три частотные характеристики: амплитудно-частотную

$$K(\omega) = \frac{\sqrt{Re^2 + Im^2}}{C_0}; \quad (6)$$

фазово-частотную

$$\varphi(\omega) = \arctg \frac{Im}{Re}; \quad (7)$$

групповое время запаздывания

$$\tau(\omega) = -\frac{d\varphi(\omega)}{d\omega} = \frac{Re'Im - Im'Re}{Re^2 + Im^2}, \quad (8)$$

где

$$\left. \begin{aligned} C_0 &= B_R^2 + B_I^2; \\ Re &= A_R B_R + A_I B_I; & Re' &= A'_R B_R + A_R B'_R + A'_I B_I + A_I B'_I; \\ Im &= A_I B_R - A_R B_I; & Im' &= A'_I B_R + A_I B'_R - A'_R B_I - A_R B'_I; \\ A_R &= a_0 - a_2 \omega^2; & A'_R &= -2a_2 \omega; \\ A_I &= a_1 \omega - a_3 \omega^3; & A'_I &= a_1 - 3a_3 \omega^2; \\ B_R &= b_0 - b_2 \omega^2 + b_4 \omega^4; & B'_R &= -2b_2 \omega + 4b_4 \omega^3; \\ B_I &= b_1 \omega - b_3 \omega^3 + b_5 \omega^5; & B'_I &= b_1 - 3b_3 \omega^2 + 5b_5 \omega^4. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Выражение (4) и полученные на его основе выражения (5—9) обобщают все возможные режимы работы входной цепи. Вводя различные упрощения, т. е. исключая из рассмотрения отдельные элементы, можно проанализировать все частные случаи связи видеоголовки и усилителя воспроизведения, описанные в работах [1—7].

Выражения (4—9) применимы для расчета АЧХ, ФЧХ и ГВЗ входной цепи с любыми номиналами элементов. Подобный расчет наиболее удобно и быстро производить на ЭВМ с помощью универсальных программ частотного анализа линейных цепей [9].

### Результаты расчета при двух режимах работы входной цепи

На практике используют два режима работы входной цепи: с резонансом и без него. Резонанс входной цепи возникает в случае применения усилителя воспроизведения с большим входным сопротивлением. Индуктивность головки образует резонансный контур с емкостью усилителя воспроизведения и другими емкостями, входящими во входную цепь, что приводит к значительным амплитудно-частотным и фазово-частотным искажениям в той области частот, которая особенно важна для передачи ЧМ сигнала, т. е. на несущей частоте и девиации. Поэтому в последующих каскадах резонанс корректируют с помощью сложных схем компенсации, имеющих как минимум две оперативные регулировки: частоты резонанса компенсатора и его добротности. Так как резонанс головки и его компенсация заметно влияют на качество передачи сигнала, особенно на дифференциальные искажения, то компенсация резонанса должна быть выполнена особенно тщательно.



При эксплуатации видеомagnитофона необходимо время от времени менять видеоголовку и в процессе ее износа регулярно осуществлять контроль и подстройку компенсатора резонанса. Настройка производится либо косвенным методом, по величине искажений испытательных видеосигналов, воспроизводимых с ленты, либо прямым, с использованием имитатора и измерителя АЧХ. Необходимость в процессе эксплуатации постоянно заботиться о компенсации резонанса головки является крупным недостатком систем, использующих резонанс. Отметим также, что компенсатор резонанса оказывается единственным звеном в ЧМ канале видеомagnитофона, параметры которого сильно зависят от разброса параметров головок. Так как компенсатор затруднительно сделать с большим диапазоном перестройки, то приходится значительно сужать допустимый разброс параметров видеоголовок, что увеличивает процент их брака.

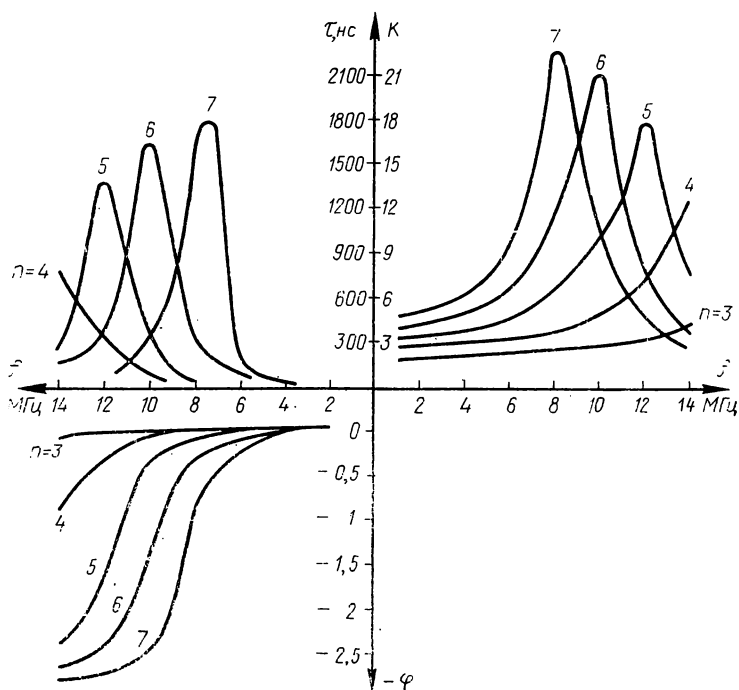


Рис. 3. Передаточные характеристики входной цепи

На рис. 3 показано рассчитанное по формулам (4—9) семейство характеристик для входной цепи видеомagnитофона «Кадр-103» при следующих параметрах [1]:

$$R_1 = 3 \text{ Ом}; \quad R_2 = 0; \quad R_3 = 0; \quad R_4 = 10 \text{ кОм};$$

$$L_{\text{гол.}} = L_1 = 0,43 \text{ мкГ}; \quad L_1 = 1,3 \text{ мкГ}; \quad L_{11} = n^2 L_1;$$

$$K_{\text{св}} = 0,95; \quad C_1 = 0; \quad C_2 = 0; \quad C_3 = 25 \text{ пФ}.$$

Из рис. 3 видно, что для выбранной величины  $n=6$  АЧХ имеет резонансный подъем в области девиации ЧМ сигнала, благодаря чему улучшается отношение сигнал/шум на выходе видеомagnитофона [10], но могут увеличиться искажения видеосигнала.

Входная цепь без резонанса головки, т. е. работающая на малое входное сопротивление усилителя воспроизведения, обладает рядом преимуществ: лучшей частотной характеристикой, малой чувствительностью к разбросу параметров головок, меньшими дифференциальными искажениями.

Поэтому в профессиональной аппаратуре чаще используют вариант входной цепи без резонанса. На рис. 4 приведены расчеты АЧХ и ГВЗ входной цепи при различных коэффициентах трансформации и следующих параметрах:

$$R_2 = 0; \quad R_3 = 0; \quad R_4 = 150 \text{ Ом}; \quad R_r = 14 \text{ Ом};$$

$$L_1 = 1 \text{ мкГ}; \quad L_r = 0,38 \text{ мкГ}; \quad K_{св} = 0,95;$$

$$C_{н} = 30 \text{ пФ}; \quad C_1 = 2 \text{ пФ}; \quad C_2 = 5 \text{ пФ}.$$

Для каждой кривой АЧХ, на частоте несущей ЧМ сигнала, указан абсолютный коэффициент передачи. Более точные зависимости можно получить, если учесть частотные свойства головки (рис. 5). Результаты расчетов для одного из вариантов представлены на рис. 6. Не представляет труда ввести в расчеты и все остальные частотные зависимости потерь и индуктивностей, хотя их практическое измерение является сложной задачей.

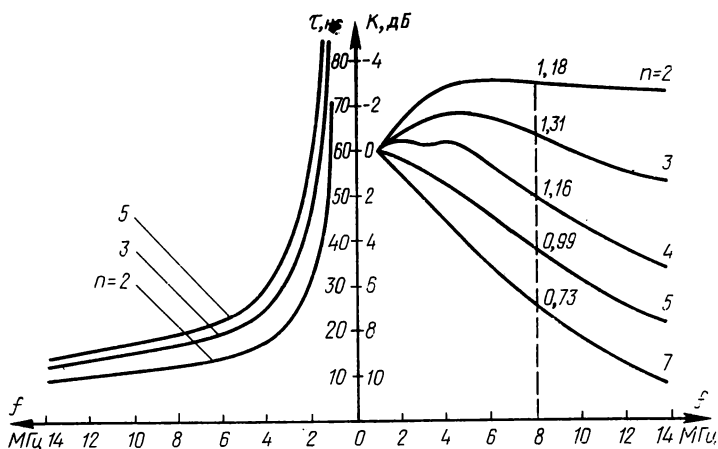


Рис. 4. АЧХ и ГВЗ входной цепи

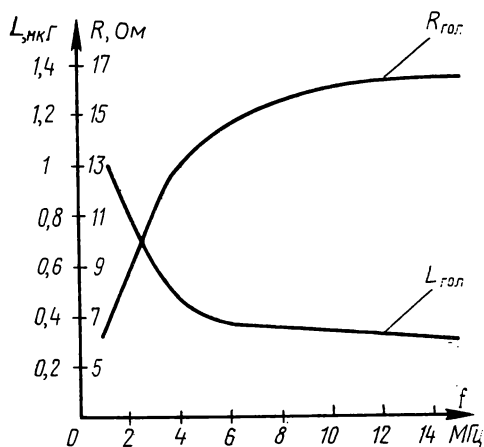


Рис. 5. Характеристики видеоголовки

Из рис. 4 видно, что для входных цепей, являющихся, как правило, полосовыми, АЧХ имеет большой спад в области нижних частот 1—4 МГц, который необходимо специально корректировать, например, одним звеном амплитудного выравнителя [11]. Из представленных на этом же рисунке графиков видно, что для рассчитанных входных цепей

неравномерность ГВЗ в рабочей полосе частот 1—14 МГц составляет не менее 80 нс, что соответствует выбросу импульсной характеристики на выходе видеомагнитофона 2% (К-фактор равен 0,5%) [12].

Поэтому для уменьшения искажений требуется специальная фазовая коррекция входной цепи. Ее можно произвести звеньями неминимально-фазового типа, рассчитанными на ЭВМ с помощью разработанных для этого случая программ фазовой коррекции [13].

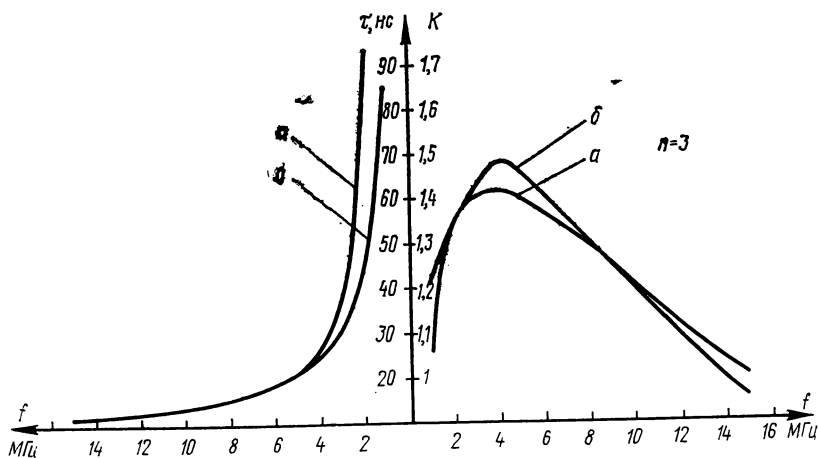


Рис. 6. АЧХ и ГВЗ входной цепи без учета (а) и с учетом (б) частотных свойств головки.

В зависимости от конструктивных соображений коррекция ГВЗ может быть выполнена отдельно для входной цепи или одновременно для нескольких блоков канала воспроизведения. Поскольку в составе канала воспроизведения обычно используются амплитудные выравниватели и фильтры нижних частот, имеющие подъем ГВЗ на верхних частотах, то это частично корректирует спад ГВЗ, имеющийся во входной цепи. Это удобно использовать для уменьшения числа звеньев фазовых корректоров, включенных в канал воспроизведения видеомагнитофона.

### Выводы

1. Получена обобщенная передаточная функция входной цепи канала воспроизведения видеомагнитофона, позволяющая рассчитывать амплитудно-частотные, фазово-частотные характеристики и характеристики группового времени запаздывания при произвольных значениях элементов, входящих в цепь.
2. Анализ характеристик целесообразно производить на ЭВМ по предлагаемой методике, что позволяет учитывать реальные частотные свойства элементов, составляющих входную цепь.
3. Установлено, что входные цепи, применяемые в канале воспроизведения профессиональных видеомагнитофонов, обладают значительной неравномерностью АЧХ и ГВЗ, приводящей к искажениям выходного видеосигнала. Для уменьшения искажений необходимо производить амплитудную и фазовую коррекцию соответствующих характеристик.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Репман Г. Г., Герман А. И. Токосъемники одноголовочных профессиональных видеомагнитофонов.— «Техника кино и телевидения», 1977, № 12, с. 51—54.
2. Королев Е. Ф. Аналитическое выражение частотной характеристики цепи магнитная головка — вход предусилителя воспроизведения видеомагнитофона.— «Труды ВНИИТР», 1971, вып. 1(20), с. 75—81.

3. Урбанский Б. Анализ магнитной и электрической цепей головок, применяемых в видеомэгнитофонах.— Бюллетень «Техника радио и телевидения», 1966, № 3/4, с. 1—37. (Варшава).

4. Богородский Ю. Л. Оптимальные параметры бесконтактного токосъемника видеоленты.— «Труды ВНИИРТ», 1968, вып. 6(16), с. 42—45.

5. Комаров В. А., Круглов В. И., Кульгачев А. Г. Особенности проектирования аппаратуры магнитной записи с большим коэффициентом трансформации спектра.— В кн.: Вопросы магнитной записи электрических сигналов. Вып. 2. М., «Связь», 1973, с. 73—77.

6. Сазонов А. П. Входная цепь канала воспроизведения видеомэгнитофона.— «Труды ВНИИРТ», 1976, вып. 8(27), с. 55—63.

7. Богородский Ю. Л. Токосъемные устройства в аппаратах видеозаписи.— «Техника кино и телевидения», 1971, № 12, с. 35—41.

8. Херреро Д., Уиллонер Г. Синтез фильтров. М., «Сов. радио», 1971.

9. Дохновский М. И., Гинцберг Г. С. Частотный анализ лестничного фильтра с помощью ЭВМ.— «Труды ВНИИРТ», 1975, вып. 7(26), с. 75—80.

10. Лазарев В. И., Лишин Л. Г., Пархоменко В. И. Бытовые видеомэгнитофоны. М., «Энергия», 1971.

11. Сельвинская К. А., Голышко З. И. Расчет фазовых и амплитудных корректоров. М., «Связь», 1969.

12. Fasshauer P. Einschwingvorgänge in frequenzmodulierten Systemen.— «NTZ», 1974, 8, № 27, 292—297.

13. Гинцберг Г. С., Дохновский М. И. Оптимальный синтез на ЭВМ фазовых корректоров для ТВ каналов.— «Техника кино и телевидения», 1979, № 4, с. 36—39.

Статья поступила  
в редакцию  
5 марта 1979 г.

## АППРОКСИМАЦИЯ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНОЙ ГОЛОВКИ ДЛЯ ВИДЕОЗАПИСИ В РАБОЧЕМ ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ

Магнитные головки для видеозаписи с металлическим сердечником работают в условиях, когда преобладают потери, обусловленные вихревыми токами. С изменением частоты меняются активное и индуктивное сопротивления сердечника, связанные с изменением комплексной магнитной проницаемости. Кроме того, активное сопротивление обмотки магнитной головки возрастает с увеличением частоты вследствие поверхностного эффекта и эффекта близости.

Расчет активного и индуктивного сопротивлений сердечника магнитной головки из-за сложной конфигурации представляет собой трудную задачу, поэтому рассмотрим более простой пример: определим активное и индуктивное сопротивления длинного стержня из сендаста ( $\mu = 35000$ ;  $\rho = 0,81 \cdot 10^{-6}$  Ом/м) с прямоугольным поперечным сечением. Пусть ширина сечения равна высоте магнитной головки  $2a = 0,26$  мм и выполняется условие  $2a < h$ , где  $h$  — высота сечения стержня.

В этом случае на основании теоремы Умоза-Пойнтинга комплексное сопротивление на единицу длины стержня определяется следующим выражением:

$$\dot{Z} = \frac{\rho \cdot p}{2 h t h a p}, \quad (1)$$

здесь  $p$  — комплексный параметр, равный:

$$p = \sqrt{j \frac{\omega \mu_0 \mu_n}{\rho}} = \sqrt{\frac{\omega \mu_0 \mu_n}{2 \rho}} (1 + j) = k (1 + j), \quad (2)$$

где  $k$  — величина, обратная глубине проникания.

В нашем случае на частоте 1 МГц

$$k = \sqrt{\frac{2 \pi \cdot 10^6 \cdot 4 \pi \cdot 10^7 \cdot 35\,000}{2 \cdot 0,81 \cdot 10^{-8}}} = 41,3 \cdot 10^4.$$

Гиперболический тангенс от комплексного аргумента при больших значениях последнего стремится к единице:

$$\operatorname{th} pa = \frac{\operatorname{sh} 2ka + j \sin 2ka}{\operatorname{ch} 2ka + \cos 2ka} \approx 1,$$

$$2ka = 41,3 \cdot 10^4 \cdot 0,26 \cdot 10^{-3} = 107,4.$$

Кроме того, учитывая, что рабочий диапазон магнитной головки превышает 1 МГц, выражение (1) можно представить в более простом виде:

$$\dot{Z} = \frac{\rho k(1+j)}{2h}. \quad (3)$$

Из выражений (2) и (3) следует, что стержень из сендаста на высоких частотах можно представить в виде соединенных последовательно активного и индуктивного сопротивлений, значения которых возрастают пропорционально корню квадратному из частоты, т. е.

$$r_c \equiv \sqrt{\omega}, \quad \omega L_c \equiv \sqrt{\omega} \text{ или } L_c \equiv \frac{1}{\sqrt{\omega}}.$$

Можно предположить, что в реальной магнитной головке активное и индуктивное сопротивления сердечника также возрастают пропорционально корню квадратному из частоты. Кроме того, учитывая неполную связь обмотки магнитной головки и ее активное сопротивление, можно составить упрощенную эквивалентную схему магнитной головки (рис. 1).



Рис. 1. Эквивалентная схема магнитной головки:  $r_{06}$  — активное сопротивление обмотки магнитной головки;  $r'_c$  — приведенное активное сопротивление сердечника;  $L_{06}$  — некоторая постоянная часть индуктивности обмотки, отражающая неполную связь обмотки с сердечником;  $L'_c$  — приведенная индуктивность сердечника магнитной головки

Окончательно предлагаются следующие аппроксимирующие функции:

$$r_r = r_{06} + A\sqrt{f}, \quad (4)$$

$$L_r = L_{06} + \frac{B}{\sqrt{f}}. \quad (5)$$

Таким образом, имеем два уравнения с четырьмя неизвестными, и, если имеются данные измерения активного сопротивления и индуктивности магнитной головки на двух частотах  $f_1(L_{r1}, r_{r1})$  и  $f_2(L_{r2}, r_{r2})$ , то легко вычислить все неизвестные в уравнениях (4) и (5):

$$A = \frac{r_{r2} - r_{r1}}{\sqrt{f_2} - \sqrt{f_1}}, \quad (6)$$

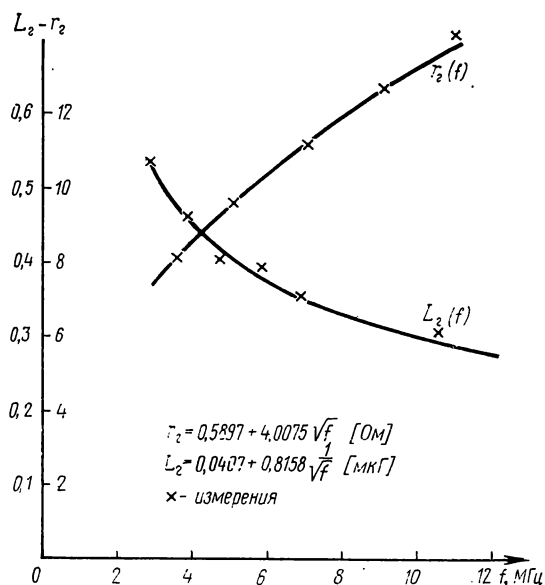
$$r_{06} = r_{r1} - A\sqrt{f_1} = r_{r2} - A\sqrt{f_2}, \quad (7)$$

$$B = \frac{L_{r1} - L_{r2}}{\frac{1}{\sqrt{f_1}} - \frac{1}{\sqrt{f_2}}}, \quad (8)$$

$$L_{06} = L_{r1} - \frac{B}{\sqrt{f_1}} = L_{r2} - \frac{B}{\sqrt{f_2}}. \quad (9)$$

На рис. 2 и в таблице приведены в качестве примера результаты аппроксимации параметров в диапазоне рабочих частот по данным измерений магнитной головки типа ВГ-71-05. Следует отметить хорошее совпадение расчетных данных с экспериментальными.

Рис. 2. Аппроксимация параметров головки типа ВГ-71-05



Таблица

Результаты аппроксимации параметров головки типа ВГ-71-05

$f$ , МГц	3,5	5	7	9	11	
$r_г$ изм., Ом	8,130000	9,5507	11,1167	12,6121	14,039	
$r_г$ расч., Ом	8,087	9,5507	11,1924	12,6121	13,8809	
$f$ , МГц	2,7729	3,8273	4,7627	5,7826	6,8466	10,476
$L_г$ изм., мкГ	0,5352	0,4577	0,4072	0,3886	0,3525	0,3079
$L_г$ расч., мкГ	0,5306	0,4577	0,4145	0,38	0,3525	0,293

Полученная аналитическая зависимость электрических параметров магнитной головки от частоты может быть использована при расчете входной цепи воспроизведения видеоманитофона. Кроме того, при массовом производстве магнитных головок по параметрам, измеренным на двух частотах, можно в некоторой степени оценить качество технологического процесса. Так, например, отношение постоянной индуктивности  $L_{об}$  к общей индуктивности магнитной головки характеризует качество намотки, а коэффициент  $B$  связан с магнитной проницаемостью и удельным электрическим сопротивлением материала сердечника магнитной головки.

Статья поступила  
в редакцию  
26 июня 1978 г.

### УМЕНЬШЕНИЕ ПОТЕРЬ В МАГНИТНЫХ ГОЛОВКАХ СТИРАНИЯ

Известно, что одним из основных требований, предъявляемых к головкам стирания, является получение заданного уровня стирания при минимальной мощности потерь.

Стремление увеличить плотность записи привело к переходу на высококоэрцитивный магнитный носитель (с коэрцитивной силой более 500 Э). Кроме того, в последнее время для увеличения срока службы головок широко применяют бесконтактный способ стирания. Однако стирание сигналограмм на высококоэрцитивных магнитных носителях бесконтактным способом потребовало значительного увеличения мощности стирания.

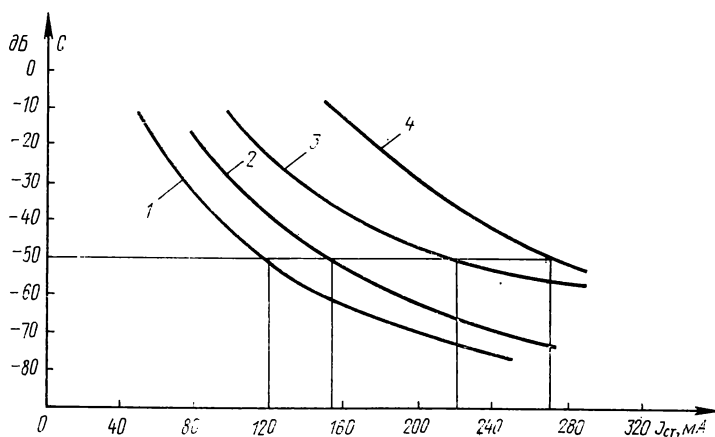


Рис. 1. Зависимость относительного уровня стирания от тока стирания:

1 — для ленты типа ТЛ, контактно; 2 — для ленты типа ТЛ, бесконтактно; 3 — для ленты типа CV-26AE, контактно; 4 — для ленты типа CV-26AE, бесконтактно

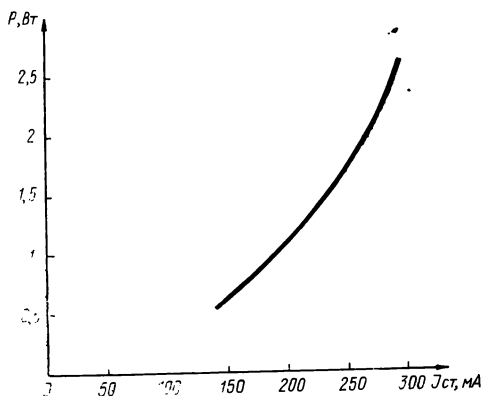
На рис. 1 приведены графики зависимости относительного уровня стирания от тока в головке стирания видеосигнала. Характеристики получены на обычной ленте типа ТЛ (кривые 1 и 2) и высококоэрцитивной ленте типа CV-26AE (кривые 3, 4). Стирание осуществлялось как



контактным (кривые 1, 3), так и бесконтактным (2, 4) способом. Частота тока стирания 80 кГц. При бесконтактном стирании головка располагалась со стороны основы ленты. Все измерения проводились на измерительном стенде при стирании сигналограммы с уровнем намагниченности равным 512 нВб/м. Как видно из графика, для получения, например, уровня стирания 50 дБ при переходе на высококоэрцитивную ленту требуется увеличение тока стирания с 120 до 220 мА, а при бесконтактном стирании до 270 мА.

С увеличением тока стирания возрастает мощность потерь. На рис. 2 показан график зависимости мощности потерь от тока стирания, из которого видно, что при переходе на высококоэрцитивную ленту и бесконтактный способ стирания потери в сердечнике возрастают с 0,5 до 2,2 Вт.

Рис. 2. Зависимость мощности потерь от тока стирания



Цель проведенных исследований — определение возможности уменьшения потерь в головках при сохранении заданного уровня стирания, т. е. повышение эффективности стирающих головок.

Известно, что потери в сердечниках головок стирания состоят из потерь на гистерезис, вихревые токи и дополнительных потерь на макровихревые токи, обусловленные объемным резонансом [1]. Потери на вихревые токи были значительно уменьшены применением ферритовых сердечников. При этом преобладающими потерями в головках стали потери на гистерезис. Это подтверждается следующим экспериментом. Были изготовлены две головки стирания из никель-цинкового феррита марки 400НН и марганец-цинкового феррита марки 700НМ. В таблице приведены основные параметры этих ферритов [2] и результаты испытаний мощности потерь, полученные при рабочих токах, обеспечивающих один и тот же уровень стирания (51 дБ) на ленте CV-26AE.

Т а б л и ц а

Марка феррита	$\mu_n$	$\rho$ Ом·м	$\frac{\delta_r}{\mu_n^2} \cdot 10^6$	$\delta_r$	$P$ , Вт
400НН	400	1000	0,8	$12,8 \cdot 10^{-2}$	1,6
700НМ	700	20	0,04	$1,96 \cdot 10^{-2}$	1,12

Примечание:  $\mu_n$  — начальная магнитная проницаемость;  $\delta_r$  — коэффициент потерь на гистерезис;  $\rho$  — удельное сопротивление.

Из таблицы видно, что у феррита 400НН  $\rho$  в 50 раз больше, чем у феррита 700НМ, и, следовательно, меньше потери на вихревые токи, но больше  $\delta_r$ . Потери у головок, изготовленных из феррита 400НН, в 1,5

раза больше, чем у головок, изготовленных из феррита 700НМ, что подтверждает преобладание в ферритовых головках потерь на гистерезис.

Известно, что потери на гистерезис определяются площадью петли гистерезиса [3]. Следовательно, для уменьшения мощности потерь в головке без ухудшения уровня стирания необходимо снизить индукцию в сердечнике, сохраняя значение напряженности поля в рабочем зазоре. Этого можно добиться уменьшением глубины рабочего зазора, что при равной напряженности поля в зазоре приводит к уменьшению в нем магнитного потока и к падению магнитной индукции в материале магнитопровода.

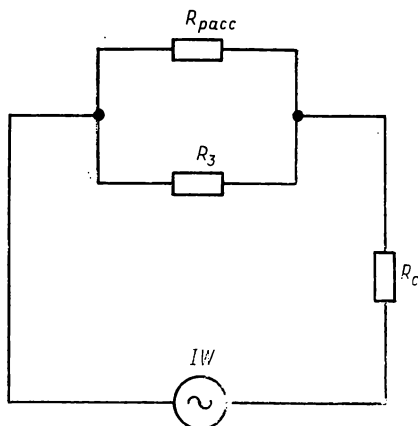


Рис. 3. Эквивалентная схема магнитной цепи головки

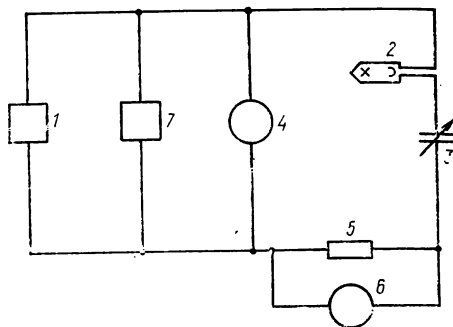


Рис. 4. Схема измерения мощности потерь:  
1 — генератор; 2 — испытуемая головка; 3 — переменная емкость; 4, 6 — милливольтметр; 5 — резистор (1 Ом); 7 — частотомер

Представим магнитную цепь головки стирания эквивалентной схемой (рис. 3), где  $R_c$ ,  $R_3$  и  $R_{\text{расс}}$  — магнитные сопротивления соответственно сердечника, рабочего зазора и потоков рассеяния над зазором. Несложная оценка показывает, что для головок стирания, в том числе для указанной ниже экспериментальной головки, при глубине зазора в сотни микрон справедливо соотношение

$$R_c \ll \frac{R_3 \cdot R_{\text{расс}}}{R_3 + R_{\text{расс}}} \quad (1)$$

Отсюда следует, что м. д. с. приложена непосредственно к рабочему зазору, и напряженность магнитного поля определяется числом ампервитков и шириной зазора и не зависит от его глубины. Эксперименты показывают, что при уменьшении  $h_n$  можно получить заданный уровень стирания даже при меньших токах. В то же время значения потока и индуктивности с уменьшением глубины падают. Оценим это изменение. Сопротивление магнитной цепи головки  $R_m$  с учетом (1) имеет вид

$$\frac{1}{R_m} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{\text{расс}}}.$$

Так как  $R_3$  обратно пропорционально глубине рабочего зазора  $h_n$ , а  $R_{\text{расс}}$  в первом приближении не зависит от  $h_n$ , то для индуктивности головки  $L \sim (R_m)^{-1}$  можно записать

$$L = k(h_n + c), \quad (2)$$

где  $c$  — постоянная, не зависящая от  $h_n$ ;  
 $k$  — коэффициент пропорциональности.

Соответственно зависимость магнитного потока в сердечнике, определяющего мощность потерь, от глубины зазора определится соотношением

$$\Phi_c \sim (h_n + c). \quad (3)$$

Для определения влияния глубины рабочего зазора  $h_n$  на потери  $P$  была изготовлена головка стирания из феррита марки 700НМ с шириной рабочего зазора  $\delta_p$  равной 150 мкм. Глубина рабочего зазора изменялась в пределах от 0,7 до 0,2 мм. Сопротивление и мощность потерь определялись по схеме последовательного резонанса (рис. 4). Зависимость мощности потерь, снятая при заданном уровне стирания 50 дБ, от глубины зазора  $h_n$  (рис. 5), подтверждает предположение о целесообразности уменьшения  $h_n$ . При уменьшении  $h_n$  с 0,7 до 0,2 мм мощность потерь уменьшается в 2 раза. Ход зависимости  $L(h_n)$  (рис. 6)

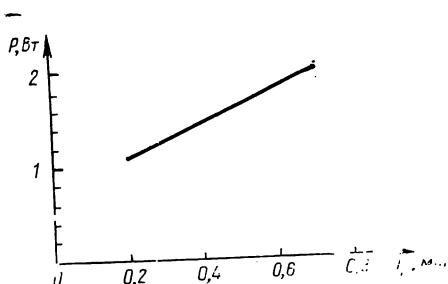


Рис. 5. Зависимость мощности потерь от глубины рабочего зазора

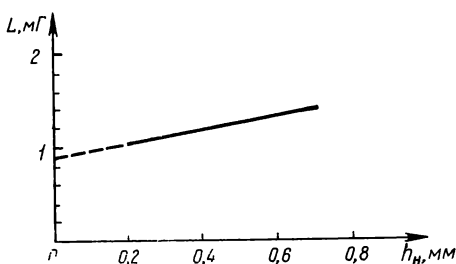


Рис. 6. Зависимость индуктивности головки от глубины рабочего зазора

полностью совпадает с соотношением (2), что позволяет легко определить для данной головки значения  $k=0,715$  мГ/мм и  $c=1,26$  мм. Это означает, что поток рассеяния эквивалентен потоку рабочего зазора равной ширины с глубиной 1,26 мм, и позволяет заключить, что дальнейшее уменьшение  $h_n$  (менее 0,2 мм) не приведет к существенному изменению  $L$  и  $\Phi_c$  и, следовательно, нецелесообразно. Кроме того, это затруднительно по технологическим причинам и снижает ресурс головки.

## Выводы

1. При стирании высококоэрцитивных магнитных носителей бесконтактным способом резко возрастает мощность потерь в головках стирания.
2. Преобладающими потерями в ферритовых головках стирания являются потери на гистерезис.
3. Уменьшение глубины рабочего зазора стирающей головки позволяет значительно снизить мощность потерь при сохранении заданного уровня стирания, т. е. повысить эффективность головок стирания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Физические основы магнитной звукозаписи. М., «Энергия», 1970.
2. Шольц Н. Н., Пискарев К. А. Ферриты для радиочастот. М., «Энергия», 1966.
3. Преображенский А. А. Магнитные материалы. М., «Высшая школа», 1965.

Статья поступила  
в редакцию  
4 июня 1979 г.

*О. А. ЛОСЕВА, А. С. ЭЙСУРОВИЧ,  
Н. В. ПОЛИКАРПОВА, Р. И. ПИЛАТОВСКАЯ*

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАГНИТНО-МЯГКИХ ФЕРРИТОВ**

Развитие профессиональной магнитной видеозаписи обуславливает необходимость создания новых магнитных материалов. В связи с этим была предпринята попытка разработки гаммы ферромагнетиков с различными параметрами. При этом особое внимание уделялось получению материалов с повышенной величиной индукции насыщения.

Известно, что индукция насыщения никель-цинкового феррита растет с увеличением содержания окиси железа. Однако существенное отклонение состава от стехиометрии обуславливает возникновение дефектного состояния кристаллической структуры, что отрицательно сказывается на физико-механических свойствах материала [1]. Кроме того, возрастание в составе феррита окиси никеля также повышает величину индукции насыщения и увеличивает электросопротивление материала. Исходя из этих позиций, представляло интерес провести синтез ферритов с содержанием окиси железа, близким к стехиометрии, и с различными концентрационными соотношениями окислов никеля и цинка.

За основу ферритовой композиции (состав 1) было принято следующее содержание окислов металлов (мол. %): железа — 49,5; цинка — 28,7; никеля — 21,7; кобальта — 0,1. При этом соотношение NiO/ZnO составляло 43/57, а для разработанной ранее лабораторной марки 11с это соотношение было равным 34/66. Смешение исходных окислов и размол гранул проводились по обычной керамической технологии.

Исследовались условия предварительного обжига смеси окислов металлов. Температура предварительного обжига изменялась от 800 до 950°C при продолжительности процесса 3 ч. Окончательное спекание проводилось при 1010°C, выдержка 3 ч (рис. 1). Согласно экспериментальным данным, лучшие свойства ферромагнетиков получены при оптимальной температуре обжига равной 900°C. Продолжительность данного процесса (2÷4 ч) не оказывает существенного влияния на параметры ферритов.

С целью повышения гомогенизации ферритизированной смеси окислов проводились двукратные обжиги гранул при температуре 800—850 и 850—900°C с промежуточным размолем в течение 6 ч (рис. 2). Преимущество двукратного обжига при 800—850°C не наблюдалось. Прове-

дение двукратного обжига при 850—900°C приводило к некоторому возрастанию электрических потерь. Параметры петли гистерезиса ферритов для исследованных режимов обжига практически не изменялись (табл. 1).

Рис. 1. Зависимость электромагнитных свойств ферритов от температуры предварительного обжига

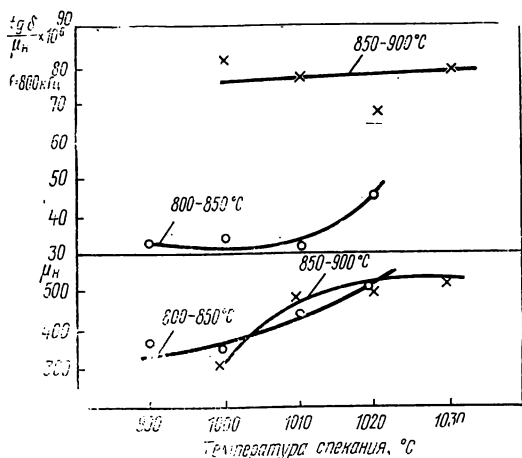
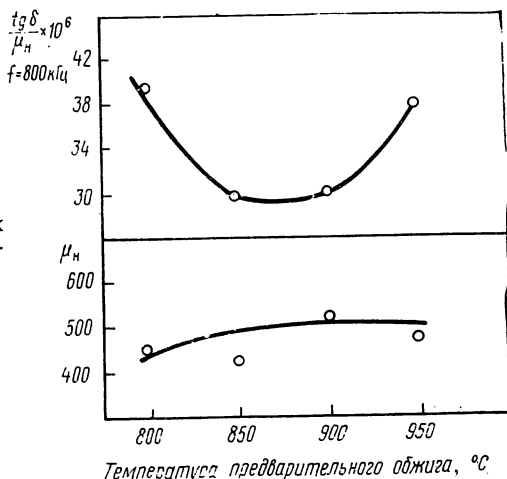


Рис. 2. Влияние двукратного предварительного обжига на свойства ферритов

Зависимость магнитных свойств ферритов от температуры предварительного обжига

Таблица 1

Свойства	Температура, °C			
	800	850	900	800—850
$B_s$ , Т	0,397	0,386	0,384	0,380
$B_r$ , Т	0,256	0,276	0,250	0,258
$H_c$ , А/м	32,0	29,6	28,4	28,0

Была сделана попытка выявить методом резонансной спектроскопии гамма-излучения закономерности, связывающие содержание шпинельной фазы с химическим составом и условиями ферритизации. Спектры ферритов изучались на спектрометре электродинамического типа с постоянным ускорением. В качестве источника использовался изотоп

Co<sup>57</sup> в матрице из нержавеющей стали. Спектры расшифровывались с помощью амплитудного анализатора. Графическая обработка Мессбауэровских спектров позволила определить соотношения площадей под соответствующими линиями и рассчитать количественное содержание фаз в никель-цинковом феррите (табл. 2).

Таблица 2

Фазовый состав никель-цинкового феррита, %\*

Номер образца	Режим обжига		Гематит	Ni—Zn феррит	Ni—Zn феррит суперпарамагнитный
	Температура, °C	Время, ч			
1	800	3	24	58	18
2	850	3	25	5	23
3	900	3	19	64,5	16,5
4	950	3	16	64,0	20
5	800+850	6	10	5	38

\* Ошибка ±1% абс.

Представленные в табл. 2 данные хорошо согласуются с экспериментальными результатами, приведенными выше.

Важной является операция окончательной термической обработки ферритов. В процессе спекания прессовок завершается образование твердого раствора со шпинельной кристаллической решеткой. Кинетика процесса спекания существенно влияет на текстуру феррита.

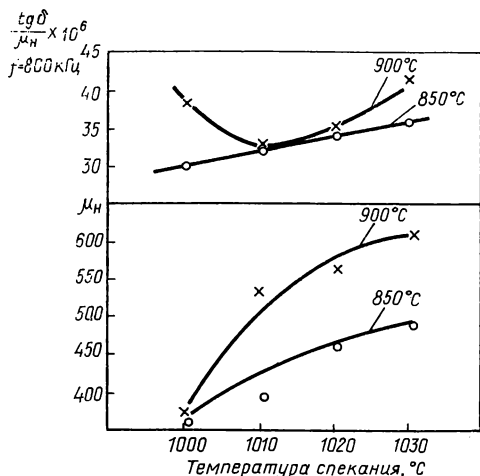


Рис. 3. Зависимость электромагнитных свойств ферритов от температуры спекания для образцов, предварительно обожженных при 850—900°C

Как видно из рис. 3, для образцов, обожженных при 900°C, повышение температуры спекания приводит к росту начальной проницаемости и относительных потерь в отличие от образцов, обожженных при 850°C. Для последних возрастание указанных величин носит монотонный характер. При температуре 1010°C продолжительность спекания изменялась от 2 до 9 ч (рис. 4). Стабильные характеристики ферритов достигались при продолжительности процесса не менее 4—6 ч. Параметры петли гистерезиса феррита оставались в исследуемом диапазоне неизменными ( $B_s$  на уровне 0,410 Т). Был проведен также опыт по двухступенчатому спеканию (при 1000°C—3 ч и 1010°C—2—3 ч) феррита, обожженного при 900°C. Эксперимент позволил получить феррит с начальной проницаемостью порядка 600,  $\text{tg}\delta/\mu_n$  не более  $27 \cdot 10^{-6}$ .

С целью получения оксидных ферромагнетиков с различными свойствами варьировалось соотношение окислов никеля и цинка при постоянном содержании окиси железа [2]. Известно, что при замене ионов цинка ионами никеля последние, располагаясь в октаэдрических проме-

жутках кристаллической решетки, увеличивают среднее расстояние между ионами железа, что уменьшает проводимость феррита. Соотношение NiO/ZnO изменялось от 43/57 до 38/62 при содержании окиси железа 49,5% мол. (составы 1, 2, 3). Для этих составов были установлены условия спекания (рис. 5). Полученные кривые позволили выбрать оптимальный режим спекания для каждого состава. Кроме того, начато исследование никель-цинкового феррита с соотношением NiO/ZnO 32/68 (состав 5).

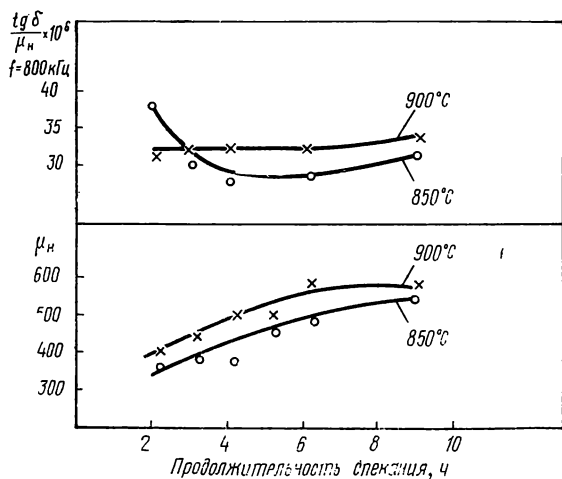


Рис. 4. Влияние продолжительности процесса спекания на свойства ферритов

Для повышения однородности частиц тонкодисперсных порошков по гранулометрическому составу в исследуемые композиции вводились поверхностно-активные вещества, такие как триэтаноламин (ТЭА) и стеарат цинка. Было выбрано оптимальное содержание добавок, которые вводились на стадии размола обожженных гранул. В результате исследования были получены композиции, представленные в табл. 3. Для сравнения приведен состав разработанной ранее лабораторной марки феррита 11с (состав 4) с соотношением NiO/ZnO 34/66.

Таблица 3

Состав ферритовых композиций, мол. %

Соотношение NiO/ZnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZnO	NiO	CoO
43/57	49,5	28,7	23,7	0,1
40/60	49,5	30,2	20,2	0,1
38/62	49,5	31,2	19,2	0,1
34/66	48,5	33,8	17,6	0,2
32/68	49,5	34,2	16,2	—

Электромагнитные параметры исследованных ферритов представлены в табл. 4.

Сопоставление свойств составов 1 и 4 свидетельствует в пользу изменения соотношения NiO/ZnO в сторону повышения содержания NiO, что позволяет существенно улучшить параметры петли гистерезиса при близких величинах начальной проницаемости и электрических потерь. Перспективным является также состав 3, содержащий поверхностно-активные добавки. Проводились опыты по получению ферритовых заготовок из состава 3 со стеаратом цинка методом горячего прессования с начальной проницаемостью порядка 600,  $\text{tg}\delta/\mu_n$  не более  $25 \cdot 10^{-6}$  и плотностью 5,25 г/см<sup>3</sup>.

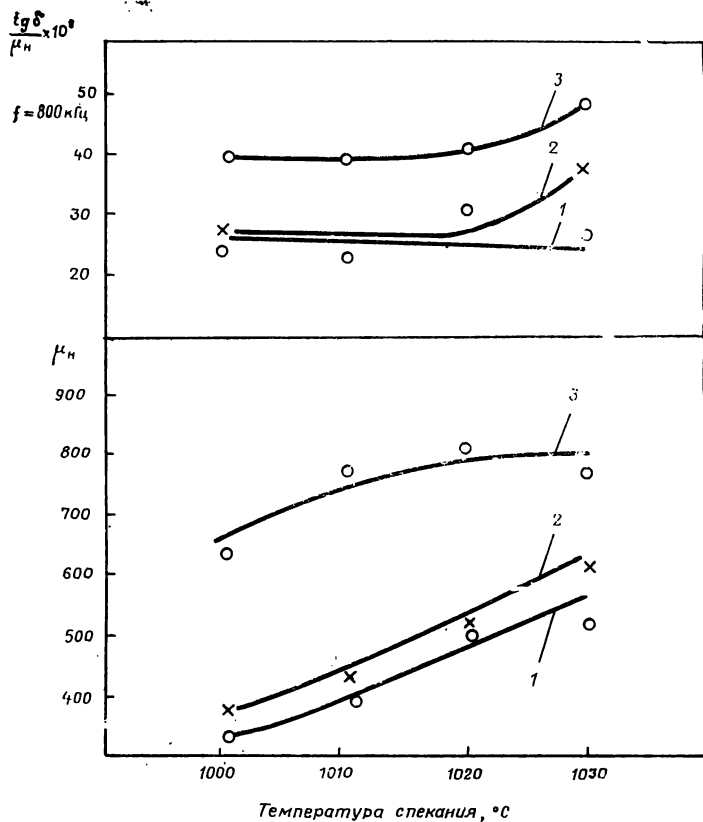


Рис. 5. Зависимость электромагнитных свойств ферритов от температуры спекания при различных соотношениях NiO/ZnO:  
1 — 43/57; 2 — 40/60; 3 — 38/62

Электромагнитные свойства ферритов

Номер состава	Соотношение NiO/ZnO	Добавки	Электромагнитные характеристики					
			$\mu_n$	$Q$ при $f=800$ кГц	$\frac{tg\delta}{\mu_n} \cdot 10^6$	$B_s$ , Т	$B_r$ , Т	$H_c$ , А/м
1	43/57	—	450	70	31,6	0,386	0,276	36,0
1a	43/57	ТЭА 0,2%	487	70	29,4	—	—	—
1б	43/57	Стеарат цинка 0,1%	526	48	39,8	—	—	—
1в	43/57	ТЭА 0,1%; стеарат цинка 0,05%	420	50	48,0	—	—	—
2	40/60	—	540	65	28,6	0,380	0,251	24,0
2a	40/60	ТЭА	500	70	28,4	—	—	—
2б	40/60	Стеарат цинка	520	48	40,0	—	—	—
2в	40/60	ТЭА, стеарат цинка	496	58	34,8	—	—	—
3	38/62	—	800	25	50,0	0,337	0,210	32,8
3a	38/62	ТЭА	810	27	45,6	—	—	—
3б	38/62	Стеарат цинка	537	68	27,2	0,360	0,225	30,4
3в	33/62	ТЭА, стеарат цинка	561	77	23,2	—	—	—
4	34/66	—	450	70	31,6	0,256	0,970	29,6
4a	34/66	ТЭА	530	70	27,0	—	—	—
4б	34/66	Стеарат цинка	470	98	22,0	—	—	—
4в	34/66	ТЭА, стеарат цинка	468	88	24,0	—	—	—
5	32/68	—	2000	—	—	0,272	0,150	8,0



Для составов 3 и 4 сравнение частотных зависимостей индуктивности и добротности до 10 МГц показало, что при практически равных значениях добротности величина индуктивности состава 3 превосходит таковую для состава 4.

В настоящее время разработанные материалы проходят опробование в сердечниках стирающих и универсальных магнитных головок, а также в деталях бесконтактных токосъемников.

### Выводы

1. Исследованы условия получения ферритов никель-цинковой системы с содержанием окиси железа, близким к стехиометрии.

2. На основании корреляции экспериментальных данных и результатов анализа Мессбауэровских спектров установлена величина оптимальной температуры предварительного обжига, равная 900°C.

3. Разработаны составы ферритов с начальной проницаемостью 500—800, индукцией насыщения 0,410 Т и относительным тангенсом угла потерь  $25—50 \cdot 10^{-6}$  соответственно.

Авторы выражают благодарность М. Н. Шипко за проведение ряда измерений.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Рабкин Л. И., Соскин С. А., Эпштейн Б. Ш. Ферриты. Л., «Энергия», 1968.

2. Лосева О. А., Эйсурович А. С., Горин А. Я., Пантелеева Н. С. Особенности технологии получения ферритовых элементов для видеоманитофонов.— «Труды ВНИИТР», 1977, вып. 9(28), с. 89—95.

Статья поступила  
в редакцию  
11 июля 1978 г.

УДК 681.84.083.82

*В. М. ЖИЖИНА, О. А. ЛОСЕВА, А. С. ЭЙСУРОВИЧ,  
Г. В. ФРИДЛЯНД, Н. В. ПОЛИКАРПОВА*

## **НОВЫЕ ОКСИДНЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ МАГНИТНЫХ ГОЛОВОК ВИДЕОЗАПИСИ**

В видеомэгнитофонах с наклонно-строчной записью обычно используются магнитные головки с сердечниками из феррита, отличающегося рядом ценных свойств по сравнению с металлическими сплавами. В настоящее время во ВНИИТРе в качестве материала магнитопровода универсальных головок видеозаписи применяется высокоплотный никель-цинковый феррит лабораторной марки 11с, имеющий следующие параметры:  $\mu_n = 550$ ;  $\frac{\text{tg } \delta}{\mu_n} / f=1\text{МГц}} = 30 \div 40 \cdot 10^{-6}$ ,  $B_s = 0,28 \text{ Т}$ .

В данной работе проводились эксперименты, направленные на получение ряда композиций с улучшенными электромагнитными характеристиками для головок записи и воспроизведения, работающих в диапазоне частот до 15 МГц. Как известно, материал для головок записи должен обеспечивать большую плотность магнитного потока в рабочем зазоре головки шириной менее 1 мкм, т. е. иметь достаточно высокую индукцию насыщения с уровнем начальной магнитной проницаемости 500 ÷ 800 в сочетании со сравнительно небольшими электрическими потерями. К головкам воспроизведения в основном предъявляются требования по обеспечению заданного уровня сигнала при ширине рабочего зазора 0,5 мкм. Величина индукции насыщения материала в данном случае не является критичной. В соответствии с этими требованиями были выбраны следующие основные направления работы: синтезировался феррит никель-цинковой системы с повышенной начальной проницаемостью порядка 1500 при индукции насыщения 0,3 Т; модифицировался феррит этой же системы ионами марганца, обуславливающими высокие значения индукции насыщения; изучался феррит марганец-цинковой системы с добавками ионов никеля, улучшающими свойства материала. Синтез экспериментальных ферритов проводился по керамической технологии, состоящей из смешения исходных компонентов, ферритизации смеси окислов с последующим размолом гранул и спекания образцов. Для получения высокоплотных ферритов был применен метод горячего прессования.

Первым направлением работы явилось получение феррита с величиной начальной проницаемости  $\mu_n > 1000$  и с компромиссными электрическими характеристиками в определенном диапазоне частот. За основу был принят никель-цинковый феррит, близкий к стехиометрическому составу. Для решения поставленной задачи исходная компози-

ция изменялась таким образом, чтобы отклонение содержания  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{ZnO}$  не превышало  $\pm 0,1$  вес. %, а  $\text{NiO}$  —  $\pm 0,2$  вес. %. Варьирование  $\text{NiO}$  в более широких пределах вызывалось необходимостью улучшения электрических свойств материала. Было синтезировано шесть составов с величиной  $\mu_n = 1000 \div 1400$  при добротности (на частоте 1 МГц) от 16 до 10 соответственно. Для дальнейших исследований был выбран феррит 12<sub>28</sub> со следующими параметрами:  $\mu_n = 1400$ ,  $B_s = 0,3$  Т.

В другой серии опытов проводились эксперименты, направленные на повышение индукции насыщения феррита никель-цинковой системы. Как было показано [1], одним из путей увеличения индукции насыщения ферритов этой системы явилось легирование их комплексными добавками, содержащими 10–15% окиси марганца и 3% окиси висмута с последующей закалкой образцов после спекания. Выбор первой из комплексных добавок обосновывается известным теоретическим положением, а именно: магнитный момент на молекулу марганцевого феррита при 0 К равен 4,6 магнетона Бора, в то время как на молекулу никелевого феррита эта величина составляет 2,3  $\mu_B$  [2]. Окись висмута вводилась в состав феррита в качестве флюса, снижающего температуру спекания и ускоряющего процесс твердофазной реакции. Следует отметить, что закалка образцов после спекания предотвращает окисление ионов марганца, однако такая обработка вызывает возникновение внутренних напряжений в феррите. Для устранения этого недостатка был отработан режим горячего прессования с последующей термической обработкой, предотвращающей окисление ионов марганца. В результате получен высокоплотный феррит сложного состава 12<sub>27г</sub>, содержащий добавки: 10%  $\text{MnO}$  и 1,5%  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ . Индукция насыщения синтезированного феррита  $B_s > 0,4$  Т, что значительно превышает аналогичный параметр для феррита стандартной марки, величина которого составляет 0,28 Т. Значение начальной проницаемости феррита находится на уровне 500.

Третьим направлением работы явилось исследование новой композиции легированного марганец-цинкового феррита, сочетающего высокие величины индукции насыщения и начальной проницаемости. О преимуществах этой системы для магнитных головок видеозаписи свидетельствуют литературные и экспериментальные данные. Был проведен синтез марганец-цинкового феррита состава 3 с добавкой окислов никеля. Предполагалось, что добавка  $\text{NiO}$  будет способствовать повышению электросопротивления феррита и частично предотвратит окисление закиси марганца при охлаждении, что, в свою очередь, позволит получить феррит с применением более простой технологии. Были изучены режимы горячего прессования и последующего отжига ферритовых заготовок. В табл. 1 и 2 представлены составы и свойства исследованных ферритов в сравнении с ферритом стандартной марки 11с.

Из высокоплотных ферритов составов 3 и 12<sub>28</sub> была изготовлена опытная партия магнитопроводов универсальных видеоголовок ГМУВ-78-01. При этом для состава, содержащего ионы марганца, были отработаны условия заполнения рабочего зазора стеклом. Склейка полублоков осуществлялась в специальном приспособлении при температуре, достаточной для размягчения стекла в среде аргона с последующим медленным охлаждением [3]. Ферритовые головки имели рабочий зазор шириной 0,5–1,2 мкм, глубиной 50–100 мкм и по электрическим параметрам превосходили требования ТУ.

Испытания видеоголовок проводились на базе видеоманитофона «Philips EL 3400 А» с калиброванным трактом воспроизведения. От-

носительная скорость головка-лента составляла 24 м/с. Для сравнения по эффективности видеоголовок с различным материалом магнитопровода снимались их частотные характеристики э. д. с. воспроизведения. Полученные результаты представлены на рис. 1.

Таблица 1

Химический состав горячепрессованных ферритов

Марка феррита	Химическая формула				
11с	Zn <sub>0,674</sub>	Ni <sub>0,354</sub>	Co <sub>0,002</sub>	Fe <sub>1,94</sub>	O <sub>4-γ</sub>
12 <sub>28</sub>	Zn <sub>0,684</sub>	Ni <sub>0,324</sub>	Fe <sub>1,984</sub>	O <sub>4-γ</sub>	
12 <sub>27г</sub>	Zn <sub>0,442</sub>	Ni <sub>0,386</sub>	Mn <sub>0,2</sub>	Fe <sub>1,94</sub>	O <sub>4-γ</sub>
3	Zn <sub>0,35</sub>	Ni <sub>0,05</sub>	Mn <sub>0,6</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	

Таблица 2

Электромагнитные и физико-механические свойства горячепрессованных ферритов

Параметры	Марка феррита			
	11с	12 <sub>28</sub>	12 <sub>27г</sub>	3
Начальная магнитная проницаемость $\mu_n$	550	1500	500	740
Добротность Q при $f=1$ МГц	70	5	10	14
Магнитная проницаемость $\mu$ при $f=5$ МГц	480	550	460	450
Магнитная индукция насыщения $B_s$ , Т при $H=800$ А/м	0,28	0,33	0,44	0,37
Остаточная индукция $B_r$ , Т	0,15	0,167	0,292	0,278
Коэрцитивная сила $H_c$ , А/м (Э)	24 (0,3)	24 (0,3)	54 (0,67)	18 (0,224)
Плотность $d$ , г/см <sup>3</sup>	5,25	5,25	5,1	5,05
Микротвердость $H_{100}$ ( $H_{75}$ ), кг/мм <sup>2</sup>	700	735	(650)	640
Средний размер зерна $D_{ср}$ , мкм	1—2	3—4	10—12	8—10

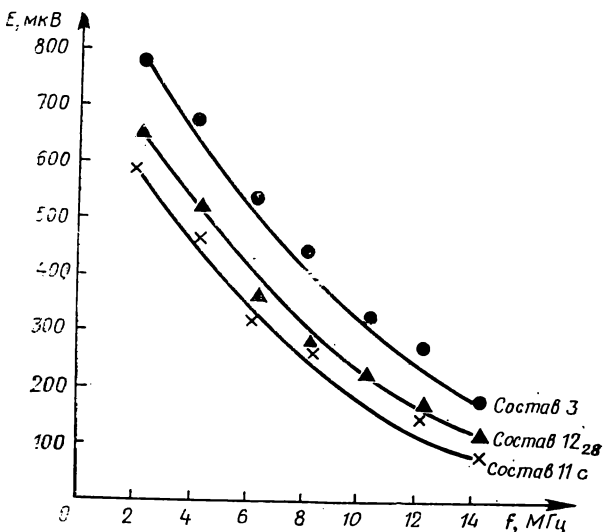


Рис. 1. Частотные характеристики э. д. с. воспроизведения

Из рисунка видно, что наибольшую э. д. с. воспроизведения имеют видеоголовки, магнитопроводы которых изготовлены из феррита состава 3. В данном случае э. д. с. в среднем на 6 дБ превышает аналогичную величину для феррита стандартной марки. Отмечено также заметное улучшение частотных характеристик головок видеозаписи с новым материалом магнитопровода. Некоторое преимущество по величине э. д. с. воспроизведения имеют и головки с магнитопроводом из феррита марки 12<sub>28</sub>.

В дальнейшем предполагается также опробовать в магнитопроводах универсальных головок феррит марки 12<sub>27</sub> г.

### Выводы

1. Исследованы новые композиции оксидных ферромагнетиков. Разработаны условия синтеза и получены высокоплотные ферриты с  $\mu_n$  от 500 до 1500 и  $B_s$  от 0,3 до 0,45 Т.

2. Разработана технология изготовления магнитопроводов, обеспечивающая заданную величину рабочего зазора, и выпущена опытная партия универсальных видеоголовок из составов 12<sub>28</sub> и 3.

3. Показаны значительные преимущества видеоголовок с магнитопроводом, изготовленным из легированного феррита марганец-цинковой системы. По величине э. д. с. воспроизведения головки из феррита состава 3 значительно превосходят видеоголовки из феррита стандартной марки и имеют лучшие частотные характеристики.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Эйсу рович А. С. и др. Некоторые пути повышения качества ферритовых материалов.— «Труды ВНИИТР», 1978, вып. 10(29), с. 50—52.

2. Рабкин Л. И., Соскин С. А., Эпштейн Б. Ш. Ферриты. Л., «Энергия», 1968.

3. Лосева О. А. и др. Особенности технологии получения ферритовых элементов для видеомagnитофонов.— «Труды ВНИИТР», 1977, вып. 9(28), с. 89—95.

Статья поступила  
в редакцию  
4 июня 1979 г.

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ЗАЗОРОВ МАГНИТНЫХ ГОЛОВОК**

Одной из основных проблем, которую необходимо решать при конструировании и производстве магнитных головок, является разработка технологии их изготовления [1]. Высокие требования при этом предъявляются к геометрическим размерам зазора сердечника и качеству его рабочих поверхностей. Последнее обстоятельство обуславливается, главным образом, предварительной обработкой заготовок [2]. В настоящей работе исследовались возможности создания новой технологии обработки двух видов материалов, применяемых в производстве головок, — ферритовых и металлических магнитных сплавов.

Известно, что при изготовлении ферритовых полублоков для универсальных головок видеозаписи наиболее трудоемким является процесс доводки поверхностей, образующих зазор. Обычно последовательность операций обработки заключается в шлифовке пазов в ферритовых полублоках с последующей притиркой на абразивных пастах или суспензиях. Для достижения заданных пределов неплоскостности и класса чистоты (0,2 мкм и 14 кл. соответственно) упомянутый способ доводки требует последовательного изменения размера зерна абразива от 15 до 1 мкм путем 7—8 переходов [3]. Количество переходов можно сократить в 2 раза, производя доводку на алмазной абразивной ленте. Однако в этом случае возрастает неплоскостность рабочей поверхности до 0,7—1,0 мкм.

В связи с изложенным в данной работе была предпринята попытка разработать технологию, позволяющую сочетать заданные пределы неплоскостности и чистоты поверхности полублоков при использовании алмазной абразивной ленты. С этой целью процесс доводки заготовок осуществлялся до изготовления пазов полублоков. Затем для предотвращения попадания частиц абразива при последующей механической обработке на поверхность образцов наносилась защитная полимерная пленка. Завалы рабочей поверхности, образующиеся в процессе доводки, шлифовывались после нанесения защитного покрытия.

При создании блоков сердечников необходимо формирование в ферритовых заготовках технологических пазов. При этом машинный

способ их изготовления с помощью шлифовки абразивными кругами способствует возникновению внутренних напряжений в материале и, как следствие, образованию сколов и выкрашиванию феррита, тогда как применение ручных методов обработки не позволяет обеспечить заданную точность. В настоящей работе формирование профиля в ферритовых заготовках осуществлялось на специально сконструированном устройстве (рис. 1), состоящем из следующих основных узлов: неподвижной станины 1 с предметным столиком 2, перемещающимся по направляющим пазам. На столике закрепляется стойка с микронным индикатором 3 и зажим 4, фиксирующий положение притира в соответствии с требуемыми размерами полублоков. Ферритовые заготовки 5 располагаются в приспособлении 6, способном передвигаться относительно уровня притира во взаимно перпендикулярных направлениях. Заданная геометрия полублоков формируется с помощью незакрепленного абразива, подаваемого в зону контакта притир — феррит.

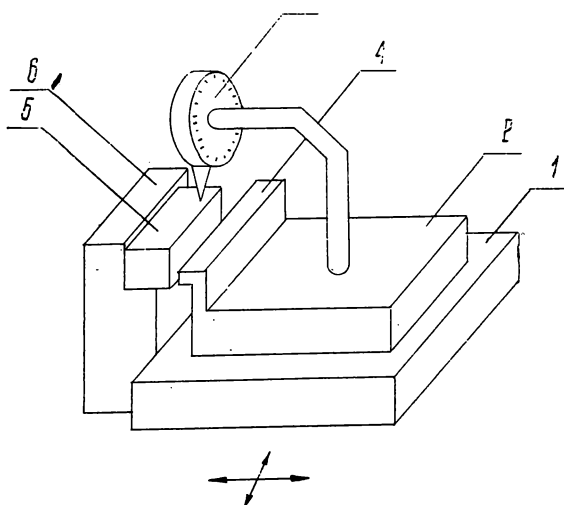


Рис. 1. Схема устройства для формирования профиля ферритовых полублоков

В результате предложенный метод с использованием защитной пленки и нового приспособления для формирования профиля полублоков позволил существенно улучшить обработку ферритовых заготовок. Полученные по данной технологии образцы характеризуются бездефектными гранями с точностью геометрических размеров до 0,01 мм.

Другое направление работы заключалось в исследовании некоторых путей повышения качества рабочих зазоров металлических магнитных головок видеозаписи. С этой целью был предложен следующий способ ионной очистки сендастовых полублоков перед вакуумным нанесением монооксида кремния. Образцы помещались в камеру, где в атмосфере аргона между металлической подложкой с закрепленными на ней полублоками и специальным электродом создается тлеющий разряд постоянного тока (рис. 2). Использование аргона позволяет при ионной бомбардировке удалять с рабочей поверхности сендаста не только адсорбированные частицы, но и поверхностную окисную пленку. Во избежание перехода тлеющего разряда в дуговой между электродами и подложкодержателем, в процессе очистки давление и ток ионизации в камере регулируются в строго ограниченных пределах: от  $1 \cdot 10^{-2}$  до  $2 \cdot 10^{-2}$  мм рт. ст. и от 70 до 80 мА соответственно. Продолжительность

воздействия тлеющего разряда на сендастовые полублоки составляет 15—20 мин.

Для оценки адгезии напыленных пленок монооксида кремния к очищенной указанным методом поверхности сендаста был применен метод сеток. Испытания проводились с помощью склерометра с использованием специально созданного измерительного приспособления. На пленку алмазной иглой при постоянном прижиге наносились царапины с интервалом 0,02 мм. Величина адгезии определялась отношением числа ячеек с деформированной пленкой к общему количеству ячеек по следующей формуле:

$$A_g = \frac{n_1}{n_2} \cdot 100\%,$$

где  $A_g$  — величина адгезии;

$n_1$  — количество ячеек без монооксида кремния;

$n_2$  — общее количество ячеек.

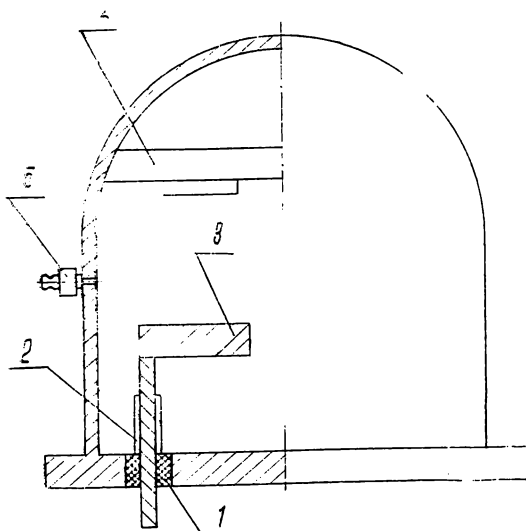


Рис. 2. Схема камеры ионной очистки вакуумной установки:

1 — токоввод; 2 — изолятор; 3 — электрод; 4 — подложка; 5 — дозатор

При этом следует отметить, что свойства напыленных пленок монооксида кремния зависят не только от чистоты поверхности полублоков, но во многом определяются режимами вакуумного испарения. В связи с этим исследовалось влияние скорости испарения и температуры нагрева подложки на величину адгезии пленки. Полученные результаты измерений приведены в таблице.

Согласно экспериментальным данным, оптимальному режиму вакуумного испарения, обеспечивающему наилучшую адгезию, соответствует скорость испарения монооксида кремния 27—29 Å/с при температуре нагрева подложки 300°C и давлении в камере  $1 \cdot 10^{-5}$  мм рт. ст. При выбранных режимах наносится пленка следующего химического состава: SiO — 72%, SiO<sub>2</sub> — 18%, Si — 10%. Применение ионной очистки сендастовых полублоков и выбор оптимальных условий вакуумного испарения позволили исключить растрескивание и выкрашивание пленки в рабочих зазорах магнитных головок.

Затем обработанные сендастовые полублоки с нанесенными ограничительными прокладками соединяются в блоки. В настоящее время



Таблица

Зависимость величины адгезии пленки монооксида кремния от скорости испарения и температуры нагрева подложки

Скорость испарения $V$ , А/с	Температура, °С				
	50	100	200	300	400
6	22	21	19	17	16
14	22	20	15	13	15
28	21	18	10	5	8
60	16	18	15	8	10
150	17	19	16	14	14
300	24	24	20	15	15

широкое распространение получила пайка сендастовых блоков, проводящаяся в вертикальном положении с использованием припоя ПСР-40 и флюса 209. При этом заливка припоя производится в узкое технологическое отверстие, что, по-видимому, и объясняет образование пор и раковин в местах соединения полублоков. Указанные дефекты достаточно легко устраняются способом, при котором пайка производится при горизонтальном расположении блоков, способствующем свободному и равномерному затеканию припоя в область зазора. Осуществление такого вида пайки стало возможным благодаря частичному изменению конструкции сендастовых полублоков. В результате проведенных разработок существенно повышены стабильность и качество рабочих зазоров магнитных головок.

### Выводы

1. Исследованы возможности применения защитного покрытия при формировании профиля ферритовых полублоков.
2. Разработана технология изготовления пазов в ферритовых полублоках, обеспечивающая получение бездефектных граней и заданную точность геометрических размеров.
3. Показаны преимущества применения ионной очистки полублоков при производстве металлических магнитных головок.
4. Установлена корреляция адгезии пленки монооксида кремния к сендасту в зависимости от режимов вакуумного испарения.
5. Показана перспективность применения усовершенствованного метода пайки сендастовых блоков сердечников магнитных металлических головок.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Schneider R. A., Kroon W. L. Magnetic head production methods. Пат. США, кл. 360—127, № 3919143, заявл. 10.01.74, опубл. 14.10.75.
2. Лосева О. А., Эйсулович А. С., Горин А. Я., Пантелева Н. С. Особенности технологии получения ферритовых элементов для видеоманитофонов.— «Труды ВНИИТР», 1977, вып. 9(28), с. 89—95.
3. Масловский В. В. Доводочные и притирочные работы. М.: «Высшая школа», 1971.

Статья поступила  
в редакцию  
7 августа 1978 г.

УДК 681.84.083.84

*И. И. ЭЛИАСБЕРГ, Н. В. АНАСТАСЮК, Г. Б. ПАНТЕР,  
И. М. ТЕРЯЕВА, В. П. ГЕРАСЬКОВ, В. Ф. КУЗНЕЦОВ*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТНЫХ ПОРОШКОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ИХ ПОВЕДЕНИЕ В ЛАКАХ**

Рабочий слой магнитных лент представляет собой сложную многокомпонентную систему, в которой частицы магнитного порошка распределены в полимерном связующем.

Физические, технологические и магнитные параметры порошка, равномерность распределения и степень ориентации его в связующем, концентрация (наполнение) — все эти характеристики влияют на свойства ферромагнитных лаков и, в конечном счете, определяют рабочие и эксплуатационные параметры магнитных лент. Указанные параметры в значительной степени зависят от природы применяемого порошка, его химической и термической предыстории.

Цель настоящей работы — изучение физических, технологических и магнитных свойств порошков  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , определяющих их поведение в магнитных лаках.

В качестве объекта исследования были выбраны пять типов порошков  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , применяемых в настоящее время для изготовления магнитных лент:

- 1) тип 12, из  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , серийно выпускаемый п/о «Свема»;
- 2) ХТР-30, из  $\text{FeCl}_2$ , разработка ГНИИХТЭОС;
- 3) ЛКН, из  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , серийно выпускаемый п/о «Свема»;
- 4) ИЕН, импортный;
- 5) тип 14, модифицированный кобальтом, разработка ВНИИТР совместно с п/о «Свема» и ШФГ.

Форму частиц изучали с помощью электронного микроскопа «УЭМ100-В» при электронно-оптическом увеличении  $\times 6000$ . Удельную поверхность определяли методом воздухопроницаемости при давлениях, близких к атмосферному (метод ПСХ) [1], а также методом тепловой десорбции азота [2], плотность — пикнометрически. Изучали также насыпной вес, вес утряски, текучесть и маслоемкость [3, 4, 5]. Измеряли следующие магнитные характеристики порошков: параметры петли гистерезиса хаотического ансамбля частиц (на магнитометре в поле  $H=240$  кА/м), способность к ориентации (изменение  $K_n$ ) и степень не-

однородности по полям перемагничивания  $\beta$  (в спиртовой суспензии 7%-ной объемной концентрации в поле  $H=80$  кА/м). Из рассматриваемых порошков были изготовлены лаки на связующем ВХВД-40. Изучалась зависимость магнитных свойств лаков на разных типах порошков от времени диспергирования в шаровой мельнице.

**Физические свойства порошков  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ .** Порошки, применяемые для носителей магнитной записи, должны иметь анизотропную форму, плотную бездендритную структуру. Анизотропные частицы имеют более высокую коэрцитивную силу, лучшую термостабильность и легче ориентируются в процессе полива. Дендриты на поверхности отдельных частиц увеличивают склонность порошка к агломерации, ухудшают степень его ориентации.

На рис. 1 представлены электронные микрофотографии исследуемых порошков.

Как видно, порошки, синтезированные различными методами, несмотря на идентичную игольчатую форму, значительно различаются между собой как по размерам и распределению, так и по склонности

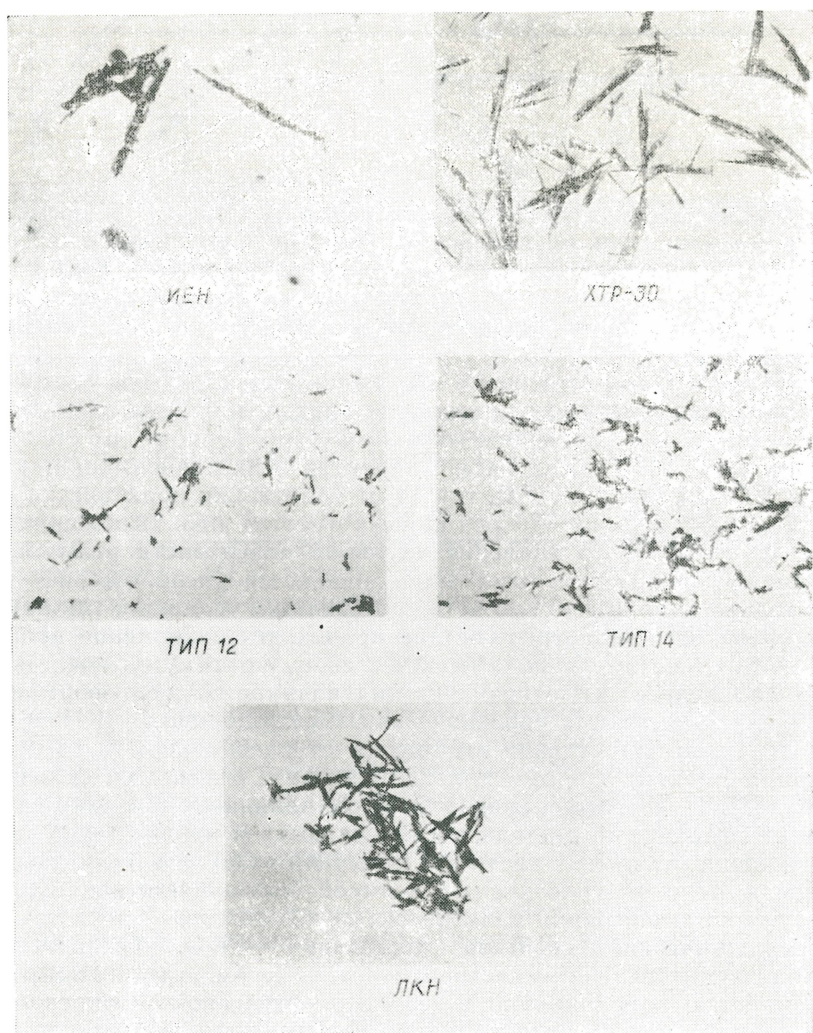


Рис. 1. Электронные микрофотографии порошков  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , приготовленных различными методами ( $\times 6000$ )

частиц к агломерированию. Частицы порошков тип 12 и тип 14 аналогичны, так как адсорбция кобальта на поверхности частиц практически не меняет их первоначальной формы [6]. Средний размер этих частиц несколько меньше, чем у порошков ХТР-30 и ИЕН, а полидисперсность зернового состава больше. Тонкие игольчатые частицы порошка ХТР-30 собраны в пакеты идентичной игольчатой формы, которые как по форме, так и по размерам близки отдельным изолированным частицам порошка ИЕН. Средние размеры частиц порошка ЛКН промежуточны по сравнению с рассмотренными выше группами. Эти частицы имеют большое количество дендритов и склонны к образованию рыхлых агломератов.

Значения удельной поверхности порошков, измеренной методом тепловой десорбции азота, и плотности приведены в табл. 1.

Таблица 1  
Физические свойства порошков  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$

Порошок	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	Плотность, г/см <sup>3</sup>
ИЕН	14,02	4,82
ХТР-30	19,18	4,76
тип 12	20,87	4,64
тип 14	18,71	4,84
ЛКН	23,46	4,68

Эти данные согласуются с выводами о размерах и характере частиц, сделанными при рассмотрении электронных микрофотографий. Некоторое уменьшение удельной поверхности порошка тип 14 по сравнению с типом 12 можно объяснить «залечиванием» шероховатостей и пор частиц исходного порошка при адсорбции на их поверхности ионов кобальта.

Интересным представляется ход кривых зависимости удельной поверхности рассматриваемых порошков, определяемой методом воздухопроницаемости при давлениях, близких к атмосферному, от степени уплотнения (рис. 2) [7]. Как видно, характер этих зависимостей для порошков ХТР-30, тип 12, ИЕН, тип 14 от уплотнения практически одинаков. На каждой из этих четырех кривых имеется явно выраженный максимум, после которого значения удельной поверхности резко падают. По мере приближения к нему упорядочивается расположение частиц относительно друг друга, возрастает степень их упаковки, так как из-за полидисперсности зернового состава происходит заполнение промежутков и пустот; система приближается к своему оптимуму, после которого при дальнейшем уплотнении частиц начинается их деформация.

Кривая зависимости удельной поверхности порошка ЛКН от уплотнения довольно значительно отличается от рассмотренных выше кривых своим плавным ходом. Это, по-видимому, связано со склонностью порошка ЛКН к агломерированию. Под влиянием давления рыхлые объемные агломераты постепенно уплотняются и препятствуют свободе передвижения отдельных частиц, а пузырьки воздуха в замкнутых микрообъемах мешают уплотнению. В такой системе плотная упаковка частиц без их деформации практически недостижима.

**Технологические свойства порошков  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ .** Технологические свойства характеризуются насыпным весом, весом утряски, текучестью, маслоемкостью порошка и т. д. Комплекс этих свойств определяет не только процесс приготовления суспензий порошка в растворе полимера, но, в конечном счете, и рабочие характеристики магнитных лент.

Как видно из табл. 2, насыпной вес полидисперсных магнитных порошков приблизительно на 15% выше насыпного веса тонких фрак-

ций. Это связано, по-видимому, с тем, что полидисперсные фракции магнитных порошков уплотняются в большей степени, так как промежутки между крупными частицами заполняются более мелкими. Минимальным насыпным весом обладает склонный к агломерированию и образованию дендритов порошок ЛКН. Несмотря на видимую идентичность размеров частиц порошка ИЕН и отдельных пакетов тонкоигольчатых частиц порошка ХТР-30, насыпной вес последнего несколько ниже ( $0,3475$  и  $0,3062$  г/см<sup>3</sup> соответственно) вследствие более развитой удельной поверхности. Насыпной вес порошка тип 14 выше, чем тип 12 из-за адсорбции кобальта на поверхности частиц.

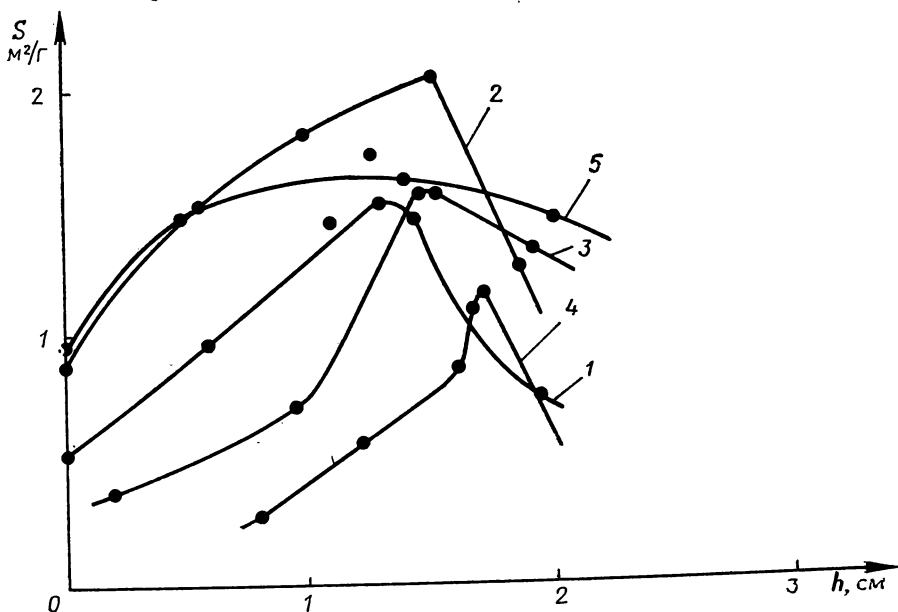


Рис. 2. Зависимость удельной поверхности порошков, измеренной методом ПСХ, от уплотнения:  
1 — ИЕН; 2 — ХТР-30; 3 — тип 12; 4 — тип 14; 5 — ЛКН

Вес утряски для просеянных и непросеянных порошков практически одинаков. Незначительное повышение веса утряски полидисперсных фракций порошка ИЕН может косвенно свидетельствовать о большей однородности гранулометрического состава последнего.

Как видно из данных табл. 2, текучесть непросеянных и непросушенных порошков в 2—3 раза выше, чем у просеянных и просушенных. Особенно сильно она возрастает у порошка тип 14, обладающего большим насыпным весом (в 4 раза для  $d=9,5$  мм). Это, по-видимому, связано с тем, что частицы большей массы увлекают за собой более мелкие частички и тем самым ускоряют истечение. Порошок ЛКН из-за склонности к образованию рыхлых объемных агломератов вообще не течет через отверстия указанных диаметров. Вследствие идентичности размеров пакетов, в которые собраны игольчатые частицы ХТР-30, и отдельных крупных частиц порошка ИЕН их текучести практически подобны.

Создание тонкодисперсной, однородной и агрегативно устойчивой ферромагнитной суспензии в значительной степени зависит от физико-химических процессов, происходящих на границе раздела твердое вещество — раствор полимера. Такая характеристика, как маслосмочность, позволяет приближенно оценить минимальное количество связующего, необходимое для смачивания магнитного порошка. Она зависит от удельной поверхности частиц, степени их агрегации, полидисперсности и ряда других факторов.

Технологические свойства порошков  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3^*$ 

Порошок	Насыпной вес, г/см <sup>3</sup>	Вес утряски, г/см <sup>3</sup>	Маслоемкость, %	Текучесть, с			
				диаметр воронок, мм			
				4,5	7,5	8,5	9,5
ИЕН	0,3475	0,4631	107,1	—**	—	1,06	1,60
	0,3996	0,4873	114,4	—	2,31	3,26	2,75
ХТР-30	0,3062	0,3944	162,50	—	—	—	1,33
	0,3577	0,4022	130,27	—	—	1,76	2,70
тип 12	0,5228	0,6442	128,6	—	1,46	1,66	2,28
	0,5882	0,6384	117,2	—	3,71	5,08	6,95
тип 14	0,6595	0,7842	87,8	—	1,80	2,31	2,94
	0,7268	0,7857	91,6	—	5,39	7,58	11,57
ЛКН	0,1656	0,2159	172,5	—	—	—	—
	0,1900	0,2125	142,5	—	—	—	—

\* Значения верхней строки — для просеянных через сито 0,25 и просушенных порошков ( $t_{\text{суш}} = 100^\circ\text{C}$ ), нижней — для непросеянных.

\*\* — нет текучности.

Как видно из табл. 2, маслоемкость максимальна у порошка ЛКН, обладающего наиболее развитой удельной поверхностью. Маслоемкость порошка тип 14 несколько ниже, чем у порошка ИЕН, обладающего минимальным значением удельной поверхности. Это объясняется более плотной упаковкой полидисперсных частиц, модифицированных кобальтом, задерживающих проникновение дибутилфталата внутрь перемешиваемой массы. Как и следовало ожидать, у просушенных и просеянных однородных тонкодисперсных порошков (ХТР-30, ЛКН, тип 12), склонных при насыпке к образованию рыхлых каркасов, а вследствие этого пустот и промежутков, маслоемкость выше. Отметим, что у рассматриваемых порошков наблюдается известная обратно пропорциональная зависимость между маслоемкостью и текучестью [5].

**Магнитные свойства порошков  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ .** Магнитные свойства хаотического ансамбля частиц и порошков, ориентированных в спиртовой суспензии, приведены в табл. 3. Эти данные характеризуют магнитную энергию порошков, степень неоднородности по полям перемагничивания и способность к ориентации.

Известно, что теоретическое значение коэффициента прямоугольности для хаотического ансамбля частиц  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$  50%-ной объемной концентрации равно 0,5. У порошков ИЕН, ЛКН и тип 12 эти значения в пределах погрешности измерений близки к указанной величине. Значительное повышение коэффициента прямоугольности у ХТР-30 связано, по-видимому, с частичной ориентацией порошка, возникающей уже при изготовлении образцов. Это и понятно, в основе метода изготовления порошка ХТР лежит получение отдельных изолированных пакетов, в которые собраны ориентированные тонкоигольчатые частицы. Вследствие модифицирования поверхности порошка тип 14 кобальтом значе-

ния его магнитных параметров для хаотического ансамбля частиц максимальны среди исследованной группы материалов. Увеличение  $H_c$  и  $K_p$  порошков, ориентированных в спиртовой суспензии, по сравнению с хаотическим ансамблем частиц связано с меньшей концентрацией частиц и лучшей их ориентацией при перемагничивании. Порошки ИЕН и ХТР-30, ориентированные в спиртовой суспензии, обладают оптимальными значениями  $K_p$  и  $\beta$  (без учета  $H_c$  и  $\beta$  для порошка тип 14, которые не были определены, так как соленоид измерительной установки не обеспечивал высоких значений напряженности магнитного поля). Низкое значение  $K_p$  у порошка ЛКН может быть связано с недостаточным диспергированием образца перед измерениями.

Таблица 3

Технологические свойства порошков  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$

Порошок	Хаотический ансамбль частиц (50% об.)			Ориентация в спиртовой суспензии (7% об.)		
	$J_r$ кА/м	$H_c$ кА/м	$K_p$	$H_c$ кА/м	$K_p$	$\beta$
ИЕН	79,0	22,8	0,49	23,6	0,76	0,32
ХТР-30	85,0	24,6	0,56	27,6	0,79	0,32
тип 12	82,5	26,6	0,51	27,2	0,72	0,44
тип 14	94,8	52,6	0,58	53,0	0,68	—
ЛКН	84,0	23,2	0,49	26,8	0,66	0,39

**Магнитные свойства лаков.** На рис. 3 представлена зависимость магнитных свойств лаков, приготовленных на различных порошках  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , от времени диспергирования.

Как видно, ход кривых зависимостей  $K_p$  и  $\beta$  от времени диспергирования для магнитных лаков на основе порошков ИЕН и ЛКН аналогичен с максимумом при  $\tau=30\div 36$  ч. По-видимому, морфологическая структура магнитной составляющей этих лаков уже после первых часов диспергирования становится адекватной, что и вызывает подобие в изменении указанных параметров. Повышение значения  $K_p$  для порошка ЛКН по сравнению с  $K_p$ , измеренным при ориентации порошка в спиртовой суспензии, объясняется, по-видимому, легкостью разрушения существующих ему агломератов уже в первые часы диспергирования (это подтверждается ходом начального участка кривой изменения  $\beta$ ) и в связи с этим сразу же возросшей способностью к ориентации. После диспергирования в течение  $\tau=30\div 36$  ч для всех исследуемых лаков наблюдается повышение коэффициента неоднородности по полям перемагничивания  $\beta$ . Можно предположить, что для исследованных композиций порошок — связующее дальнейшее диспергирование нецелесообразно в связи с достижением системой динамического равновесия, после чего диспергированные частицы вновь агрегируют под действием поверхностных сил.

Учитывая характер изменения  $K_p$  и  $\beta$ , можно определить оптимальное время диспергирования магнитной суспензии для порошков ХТР-30, ИЕН и ЛКН ( $\sim 36$  ч). Следует заметить, что у этих порошков режим диспергирования чрезвычайно чувствителен к времени диспергирования.

Зависимость изменения магнитного потока от времени диспергирования, характеризующая плотность упаковки магнитного порошка в органической матрице, также указывает на влияние морфологической структуры магнитной составляющей. Кривые  $\Phi_s = f(\tau)$  для магнитных лаков на основе рассматриваемых порошков по характеру поведения близки между собой. Однако, если для порошков ХТР-30, ИЕН и ЛКН магнитный поток достаточно быстро достигает своего максимума, то

для порошков тип 12 и тип 14 он продолжает возрастать в течение почти всего эксперимента вплоть до  $\sim 60$  ч диспергирования, по-видимому, вследствие большей полидисперсности их зернового состава. Следует отметить, что и здесь величина  $\Phi_s$  для магнитного лака на основе порошка ЛКН занимает промежуточное значение.

Кривая  $K_n = f(\tau)$  для порошков тип 12 и тип 14, в отличие от порошков ХТР-30, ИЕН и ЛКН, характеризуется значительным плато постоянных значений коэффициента прямоугольности вплоть до  $\sim 60$  ч. Это можно объяснить одновременным изменением значений  $\Phi_r$  и  $\Phi_s$  в формуле  $K_n = \Phi_r / \Phi_s$ . Снижение  $K_n$  после  $\sim 60$  ч диспергирования связано, по-видимому, с поломкой частиц и вторичной их агрегацией под действием поверхностных сил.

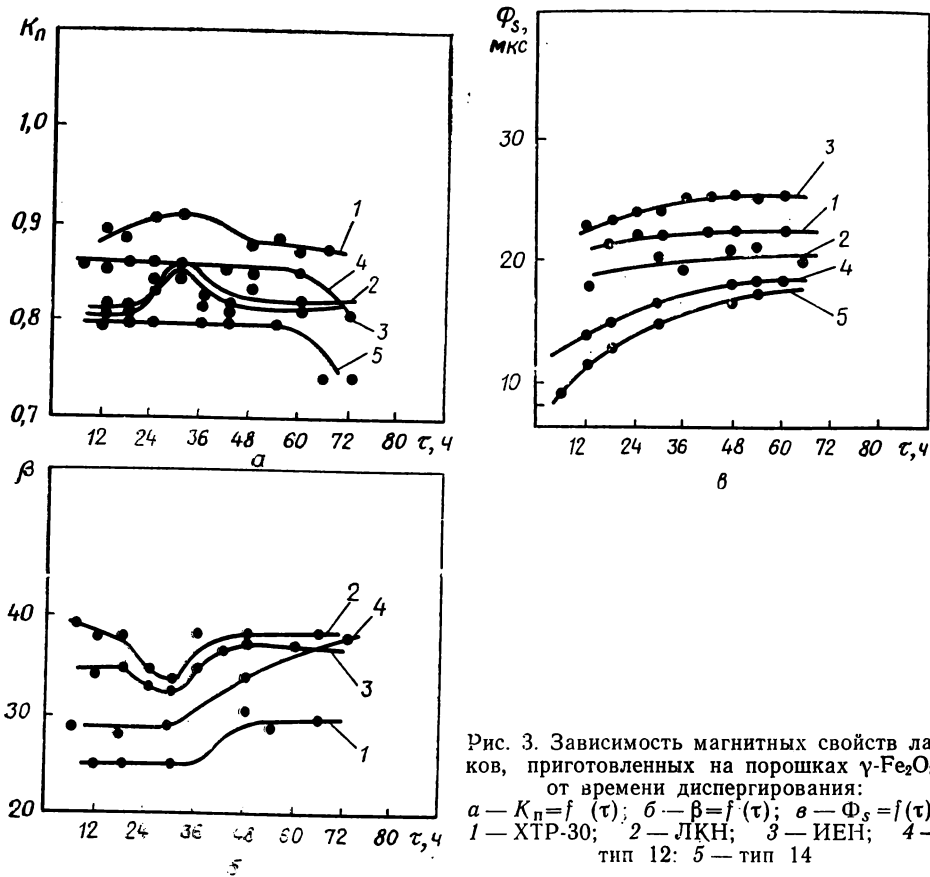


Рис. 3. Зависимость магнитных свойств лаков, приготовленных на порошках  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , от времени диспергирования: а —  $K_n = f(\tau)$ ; б —  $\beta = f(\tau)$ ; в —  $\Phi_s = f(\tau)$ ; 1 — ХТР-30; 2 — ЛКН; 3 — ИЕН; 4 — тип 12; 5 — тип 14

Как видно из рис. 3, в. у порошков тип 12 и тип 14 значения  $\beta$  и  $\Phi_s$  монотонно возрастают в течение всего исследуемого периода диспергирования. Поскольку увеличение коэффициента  $\beta$  показывает увеличение фазовых волновых потерь записи, а одновременное увеличение магнитного потока  $\Phi_s$  увеличивает отдачу ленты, то вопрос об оптимальных режимах диспергирования этих порошков не может быть решен однозначно и требует дополнительной проверки на магнитных лентах.

В дальнейшем на исследованных порошках будут изготовлены опытные образцы магнитных лент и проведены их всесторонние испытания. Это, по-видимому, позволит выявить корреляцию между свойствами исходных порошков, лаков на их основе и характеристиками магнитных лент.



## Выводы

1. Исследованные порошки ориентировочно можно разделить на три группы, значительно отличающиеся по своим физическим, технологическим и магнитным свойствам:

а) порошок ЛКН, обладающий развитой поверхностью, минимальным насыпным весом и максимальной маслосемкостью. Плохо ориентируется в спиртовой суспензии и неоднороден по полям перемагничивания;

б) порошки ХТР-30 и ИЕН, обладающие близкими по значениям и средними по величине технологическими свойствами. По сравнению с другими порошками такого же состава имеют оптимальные магнитные свойства при ориентации в спиртовой суспензии ( $K_n$  и  $\beta$ );

в) порошки тип 12 и тип 14, имеющие максимальный насыпной вес, текучесть и минимальную маслосемкость. Более высокие магнитные свойства порошка тип 14 обусловлены влиянием кобальта, модифицирующего поверхность исходного  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ .

2. Магнитные лаки на порошках ХТР-30, ИЕН и ЛКН близки по своим магнитным свойствам (порошок ЛКН входит в эту группу вследствие легкости разрушения присущих ему агломератов при диспергировании). Оптимальное время диспергирования этих магнитных лаков составляет  $\sim 36$  ч.

3. Из-за сложного характера изменения параметров  $K_n$ ,  $\Phi_s$  и  $\beta$  магнитных лаков на порошках тип 12 и тип 14 вопрос об оптимальном времени их диспергирования будет решен однозначно лишь после всестороннего испытания образцов магнитных лент.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Практикум по технологии керамики и огнеупоров. Под ред. Д. Н. Полубояринова, Р. Я. Попильского. М., Госстройиздат, 1972.
2. Экспериментальные методы в адсорбции и молекулярной хроматографии. Под ред. А. В. Киселева, В. П. Древинга. М., Изд-во МГУ, 1973.
3. Федорченко И. М., Андриевский Р. А. Основы порошковой металлургии. Киев, Изд-во АН СССР, 1963.
4. Пэйн Г. Ф. Технология органических покрытий. Т. 11. Л., Госхимиздат, 1963.
5. Беленький Е. Ф., Раскин И. В. Химия и технология пигментов. М.-Л., Госхимиздат, 1949.
6. Исследование и разработка перспективных материалов для магнитных лент. Отчет/ВНИИТР; Руководитель темы И. И. Элиасберг.— № Х-105-75.— М., 1975.
7. Бобыренко Ю. Я., Долматов Ю. Д. Экспресс-метод определения дисперсного состава пигментной двуокиси титана.— «Лакокрасочные материалы и их применение», 1962, № 6, с. 52—54.

Статья поступила  
в редакцию  
13 сентября 1978 г.

*И. И. ЭЛИАСБЕРГ, А. М. ТАРТАК, Р. Л. АНТОПОЛОВА*

### **ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ СКЛЕЕК МАГНИТНЫХ ЛЕНТ, ЗАЛОЖЕННЫХ НА ХРАНЕНИЕ В РАЗЛИЧНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЗОНЫ СССР**

В практике телевизионного вещания наряду с электронным монтажом применяется также механический монтаж магнитных лент для видеозаписи. Ленты для звукозаписи монтируются только с помощью склеивающих лент или клеев.

Склеивающая лента представляет собой двухслойную систему, состоящую из полимерной пленочной основы (полиэтилентерефталат, триацетат) и нанесенного на одну ее сторону липкого слоя; в зависимости от назначения в качестве основы может быть применен металлизированный полиэтилентерефталат. Липкий слой состоит из веществ, обеспечивающих его адгезию, т. е. прочность прилипания липкого слоя к поверхности соединяемого материала, и из веществ, обеспечивающих когезию, т. е. внутреннее сцепление липкой массы.

В процессе хранения в фонотеках, эксплуатации и транспортирования происходит старение клеек: возникают необратимые изменения свойств, связанные с изменением структуры.

В настоящей работе проведено исследование изменений прочностных свойств склеивающих материалов и выполненных с их помощью клеек магнитных лент под воздействием различных климатических факторов.

В 1969 г. в природные климатические зоны различных районов нашей страны были заложены магнитные ленты тип 6 и тип 10 со склейками, выполненными при помощи различных склеивающих лент: Scotch, Agfa, ЛТ-40. Магнитная лента тип 6 на диацетилцеллюлозной основе склеивалась также клеем для магнитной ленты.

В настоящее время выпускаются другие типы магнитных лент, но основа применяется аналогичная. Так как склеивание производится со стороны основы, то закономерности, полученные нами при изучении старения клеек, можно, по-видимому, распространить и на современные магнитные ленты.

Целью исследования являлось установление изменения механической прочности и характера разрыва клеек на разных магнитных лен-

тах при естественном старении в различных климатических условиях. Были выбраны следующие районы закладки образцов [1]:

1. Холодный климат (г. Якутск).
2. Субтропический климат (г. Батуми).
3. Климат полупустынь (г. Ташкент).

Изучалось воздействие температуры и относительной влажности воздуха на процесс старения склеек. Магнитные ленты со склейками были намотаны на сердечники из некорродирующего металла и упакованы в картонные коробки. Коробки были заложены на длительное хранение в металлические ящики с отверстиями для свободной циркуляции воздуха. Эти опломбированные ящики хранились в условиях, близких к естественным климатическим условиям данного района страны, но в то же время были защищены от действия прямых солнечных лучей, атмосферных осадков, выветривания, попадания пыли и грязи.

Перед закладкой на хранение была измерена механическая прочность и определен характер разрыва образцов склеек [2]. Число образцов выбиралось в соответствии с принятыми методиками испытаний по ГОСТ 21887—76 «Ленты магнитные неперфорированные для студийных магнитофонов». Выемка образцов склеек производилась через 2, 3, 5 и 6 лет хранения. Результаты испытаний представлены в табл. 1, 2, 3.

Из таблиц видно, что наиболее интенсивное старение склеек наблюдается в условиях теплого сухого климата г. Ташкента. Наибольшее снижение усилия разрыва склеек происходит при использовании склеивающей ленты ЛТ-40: при соединении магнитной ленты тип 6 — на 57%, тип 10 — на 27% от исходного значения (табл. 2). После выдержки в течение 5 лет в условиях теплого влажного климата г. Батуми также наблюдается значительное снижение усилия разрыва склеек, причем наиболее интенсивное у той же склеивающей ленты ЛТ-40: на магнитной ленте тип 6—52%, тип 10—30% (табл. 1). Склеивающие ленты Scotch и Agfa менее подвержены старению; снижение усилия разрыва клеек, произведенных с помощью этих лент, в тех же условиях составило 10—12%. Наиболее интенсивное старение склеек происходит за первые 2—3 года; в дальнейшем прочностные свойства склеек стабилизируются или даже в некоторых случаях возрастают, приближаясь к исходным значениям.

Из испытанных соединений наиболее устойчивыми к воздействию температуры и влажности оказались клеевые соединения; снижение усилия их разрыва составило всего лишь 4—5%.

Из табл. 3 видно, что при экспозиции в течение 5 лет в условиях холодного климата г. Якутска старение склеек происходит менее интенсивно, чем в Ташкенте и Батуми. Ухудшение прочностных свойств склеивающей ленты ЛТ-40 составило в Якутске 13%, а в Ташкенте и Батуми 27 и 30% соответственно. На основании этих данных можно сделать вывод о возможности долговременной сохранности магнитофильмов со склейками в условиях пониженной температуры, например, от 0 до —15°C.

Снижение усилия разрыва склеек магнитной ленты тип 6, выполненных при помощи склеивающей ленты ЛТ-40, составило после выдержки в г. Ташкенте 57%, а после выдержки в г. Батуми 52%.

Из сравнения результатов испытания склеек, находившихся в указанных условиях, следует, что повышенная температура оказывает большее влияние на процесс старения склеек, чем влажность. Прочность склеек при старении характеризуется также типом разрыва, наблюдаемого при испытаниях:

- а) разрыв магнитной ленты (не по месту склейки);
- б) разрыв наклейки;
- в) адгезионный тип разрыва (отслаивание от основы);
- г) когезионный тип разрыва (разрыв внутри липкого слоя).

Таблица 1

## Естественное старение склеек в условиях теплого влажного климата (г. Батуми)

Тип магнитной ленты	Тип 6, толщина 55 мкм												Тип 10 толщина 36 мкм								
	Scotch			Agfa			ЛТ-40			Клей			Scotch			Agfa			ЛТ-40		
Тип склеивающей ленты																					
Время старения, годы	исх.	2	5	исх.	2	5	исх.	2	5	исх.	2	5	исх.	2	5	исх.	2	5	исх.	2	5
Усилие разрыва склеек, Н	24,5	22,7	21,6	24,8	19,1	24,8	24,5	21,5	11,9	26,4	24,2	25,3	22,4	21,6	22,4	20,2	14,8	20,7	27,3	21,6	19,0
Тип разрыва	6б	5б 1аб	4б2 1аб 1а	3б2 3б	4б2 22	6б2	6б	62	6б2	6а	5а 1б2	4а 1аб	6б	5б	4аб 1а 1бб	3б2 32	5б2 1б	5б2 1а	6б2	5б2	5б2
График изменения усилия разрыва																					
Снижение усилия разрыва K <sub>исх.</sub> , % 5 лет	12			0			52			4			0			0			30		

Естественное старение склеек в условиях теплого сухого климата (г. Ташкент)

Тип магнитной ленты	Тип 6, толщина 55 мкм												Тип 10, толщина 36 мкм															
	Scotch				Agfa				ЛТ-40				Клей				Scotch				Agfa				ЛТ-40			
Тип склеивающей ленты																												
Время старения, годы	исх.	2	3	6	исх.	2	3	6	исх.	2	3	6	исх.	2	3	6	исх.	2	3	6	исх.	2	3	6	исх.	2	3	6
Усилие разрыва склеек, Н	24,5	23,4	20,6	23,6	24,8	20,7	16,9	24,2	24,5	24,3	10,1	11,0	26,4	26,2	24,8	25,4	22,4	21,2	20,3	20,7	20,2	18,2	15,8	19,4	27,3	23,0	21,0	19,8
Тип разрыва	6б	6б	3б,1а 2б2 1а	6б	3б2 3б	4б2 2б	6б2 6б	6б	3а 3б2 1з	6з	6з	6з	6а	6а	6а	5а	6б	5б	5б	5б	3б2 3з	5б2 1б	6б2	5б 1з	6б2	5б2 1а	4з 2а	6з
График изменения усилия разрыва																												
Снижение усилия разрыва Кисх., %	5 лет				11				57				5				10				10				27			
	6 лет				3				55				4				8				4				28			

Естественное старение склеек в условиях холодного климата (г. Якутск)

Тип магнитной ленты	Тип 6, толщина 55 мкм												Тип 10, толщина 36 мкм								
	Scotch			Agfa			ЛТ-40			Клей			Scotch			Agfa			ЛТ-40		
Время старения, годы	исх.	2	5	исх.	2	5	исх.	2	5	исх.	2	5	исх.	2	5	исх.	2	5	исх.	2	5
Усилие разрыва склеек, Н	24,5	23,8	23,0	24,8	22,6	22,4	24,5	23,3	25,6	26,4	25,2	26,4	22,4	23,1	23,2	20,2	19,4	19,2	27,3	24,5	23,7
Тип разрыва	6б	6б	4бг 2б	3г 3бг	6бг	3бг 1б 1а	6б	2а 2б 2бг	3аг 2а 1г	6а	6а	3а 3аг	6б	6б	6б	3г 3аг	3г 3бг	6бг	6бг	4бг 2а	5бг 1а
График изменения усилия разрыва																					
Снижение усилия разрыва К <sub>исх.</sub> , % 5 лет	6			10			0			0			0			5			13		

При соединении магнитной ленты тип 6 склеивающимися лентами Agfa и ЛТ-40 у исходных образцов при испытании на прочность наблюдается тип разрыва *B* (отслаивание от основы). После выдержки в г. Ташкенте наблюдается когезионный тип разрыва. После выдержки аналогичных склеек в г. Батуми также частично наблюдается когезионный тип разрыва, т. е. адгезия липкого слоя к диацетилцеллюлозной основе возрастает.

При соединении магнитной ленты тип 10 склеивающей лентой Agfa наблюдается обратное явление: исходные образцы дают когезионный тип разрыва. После выдержки в г. Ташкенте преобладает адгезионный тип разрыва, т. е. адгезия липкого слоя к полиэтилентерефталату со временем уменьшается.

Клеевое соединение на диацетилцеллюлозной основе дает разрыв типа *a*, характер которого не изменяется в процессе выдержки, что свидетельствует о высокой прочности клеевого шва. Таким образом, в процессе старения склеек выявляется взаимодействие клеющего слоя и основы магнитной ленты.

На основании проведенной работы можно сделать следующие выводы.

1. Температура оказывает большее влияние на процесс старения склеек, чем влажность.

2. Для долговременной сохранности магнитофильмов со склейками рекомендуются условия пониженной температуры — от 0 до  $-15^{\circ}\text{C}$ .

3. Наиболее интенсивное старение склеек происходит за первые 2—3 года.

4. Из испытанных склеивающих материалов (склеивающие ленты Agfa, Scotch, ЛТ-40 и клей) наиболее подвержена старению лента ЛТ-40. На основании этого было выдано ТЗ на разработку склеивающей ленты. Шосткинским филиалом ГосНИИХИМФотопроект совместно с Государственным институтом полимеризационных клеев (г. Киров-вакан) разработана склеивающая лента, которая уже прошла предварительные испытания (кроме долговременного старения) [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка метода ускоренного определения сроков сохранности магнитных лент для звукозаписи. Отчет/ВНИИТР; № X-98-73; № ГР 73016106; Инв. № Б 297833.— М., 1973.

2. Gressel P. Eigning der Blochscher Prüfmethode zur Beurteilung der Verleimungsqualität von Spanplatten.— «Holz Raz- und Werkst», 1975, 33, N 10, 393—398.

3. Разработка склеивающей ленты для сращивания отрезков магнитных лент. Отчет/ГосНИИХИМФотопроект (Шосткинский филиал); тема 44-132/77—78; № ГР 77018920.— 1978.

Статья поступила  
в редакцию  
18 августа 1978 г.

## К ВОПРОСУ О ЗАЩИТЕ СТЕРЕОФОНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАТЧИКОВ ОТ ПЕРЕМОДУЛЯЦИИ

В соответствии с международными рекомендациями [1—3] для стереофонического радиовещания применяется система АМ-ЧМ. В СССР используется система с полярной модуляцией (ПМ). В соответствии с действующим стандартом [4] формируется комплексный стереофонический сигнал (КСС) с несущей, подавленной на 14 дБ.

Поступающие на вход передатчика каналные сигналы  $A$  и  $B$  преобразуются в модуляторе в суммарный  $(A+B)$  и разностный  $(A-B)$  сигналы. Первый из них составляет низкочастотную часть спектра КСС, а второй определяет высокочастотную часть спектра.

При формировании сигналов стереофонического радиовещания звукорежиссер, как правило, следит только за максимальным уровнем канальных сигналов. Иногда добавляется контроль максимального уровня суммарного сигнала. Разностный сигнал нигде не контролируется. Имеющиеся в тракте ограничители защищают только от превышения уровней канальных сигналов. На передатчиках нет контроля за уровнем суммарного и разностного сигналов. В случае использования модуляторов с непосредственным формированием КСС в тракте нет точек, к которым можно было бы подключаться для такого контроля.

Одним из основных условий получения качественного стереофонического радиовещания является ограничение максимальной девиации в соответствии с установленным номинальным значением.

Передача стереофонической информации через УКВ ЧМ передатчик налагает на параметры сигналов дополнительные требования. Канальные сигналы  $A$  и  $B$  преобразуются в ПМ-сигнал по формуле:

$$U_{\text{ПМ}} = (A + B) + (A - B + U_{\text{ПС}}) \cos \omega_0 t, \quad (1)$$

где  $\omega_0$  — поднесущая частота;

$U_{\text{ПС}}$  — амплитуда напряжения поднесущей частоты.

Поэтому необходимо выполнение еще одного условия — отсутствие перемодуляции поднесущей передатчика.

Работающие в настоящее время в трактах ограничители уровня каждого канального сигнала позволяют выполнить условия  $A < C$ ,  $B < C$ , где  $C$  — пороговое значение амплитуды сигналов. Был предложен



ограничитель для тракта проводного вещания, который позволяет выполнить условие  $(A+B) < C$ . Выполнение этих условий не может предотвратить перемодуляцию поднесущей частоты ПМ-сигнала из-за превышения уровня разностным сигналом  $(A-B)$ , которым модулируется по амплитуде поднесущая.

Несущая частота передатчика стереофонических сигналов модулируется по частоте комплексным стереофоническим сигналом (ПМ-сигнал с подавленной на 14 дБ поднесущей для системы с полярной модуляцией):

$$f(t) = U_A \cos \Omega_A t + U_B \cos \Omega_B t + (U_{\text{Пс}} + U_A \cos \Omega_A t - U_B \cos \Omega_B t) \cos \omega_0 t. \quad (2)$$

Преобразование формулы (1) дает

$$f(t) = U_A \cos \Omega_A t (1 + \cos \omega_0 t) + U_B \cos \Omega_B t (1 - \cos \omega_0 t) + U_{\text{Пс}} \cos \omega_0 t$$

и, следовательно,

$$f(t) = A(1 + \cos \omega_0 t) + B(1 - \cos \omega_0 t) + U_{\text{Пс}} \cos \omega_0 t, \quad (3)$$

где

$$A = U_A \cos \Omega_A t;$$

$$B = U_B \cos \Omega_B t.$$

Условие отсутствия перемодуляции может быть записано в таком виде:

$$|f(t)| \leq C; \quad (4)$$

$$|f(t)| \leq |U_A \cos \Omega_A t + U_B \cos \Omega_B t| + |U_{\text{Пс}}| + |U_A \cos \Omega_A t - U_B \cos \Omega_B t|. \quad (5)$$

При

$$t = \tau_1 = \frac{2k\pi}{\omega_0}; \quad k = 0, 1, 2 \dots$$

$$\left. \begin{aligned} A > 0; \quad B > 0; \quad f(\tau_1) &= 2A + U_{\text{Пс}}; \\ A > 0; \quad B < 0; \quad f(\tau_1) &= 2A + U_{\text{Пс}}; \\ A < 0; \quad B > 0; \quad f(\tau_1) &= -2A + U_{\text{Пс}}; \\ A < 0; \quad B < 0; \quad f(\tau_1) &= -2A + U_{\text{Пс}}. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

При

$$t = \tau_2 = \frac{(2k+1)\pi}{\omega_0}; \quad k = 0, 1, 2 \dots$$

$$\left. \begin{aligned} A > 0; \quad B > 0; \quad f(\tau_2) &= 2B - U_{\text{Пс}}; \\ A > 0; \quad B < 0; \quad f(\tau_2) &= -2B - U_{\text{Пс}}; \\ A < 0; \quad B > 0; \quad f(\tau_2) &= 2B - U_{\text{Пс}}; \\ A < 0; \quad B < 0; \quad f(\tau_2) &= -2B - U_{\text{Пс}}. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Следовательно, для предотвращения превышения допустимой величины девиации частоты передатчика стереофонического радиовещания необходимо выполнить условие:

$$\left. \begin{aligned} 2|A| &\leq C'; \\ 2|B| &\leq C'. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

где

$$C' = C - U_{\text{Пс}}.$$

Из формулы (5) видно, что для предотвращения перемодуляции поднесущей частоты комплексного стереофонического сигнала необходимо выполнить условие:

$$\left. \begin{aligned} |A - B| &\leq C'; \\ |A + B| &\leq C'. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Вместо того, чтобы отдельно контролировать условия (8) и (9), можно ввести несколько более жесткое условие:

$$|A + B| + |A - B| \leq C'. \quad (10)$$

При выполнении последнего обеспечивается выполнение условий (8) и (9), и, следовательно, ограничивается как величина девиации частоты передатчика, так и величина модуляции поднесущей частоты комплексного стереофонического сигнала.

Можно показать, что условие (10) приведет к значительному (до 3 дБ) снижению предельной девиации только в тех случаях, если между сигналами в каналах  $A$  и  $B$  имеется сдвиг по фазе около  $90^\circ$ . Однако стереофонический эффект при таких больших фазовых сдвигах исчезает, и они не могут быть допущены по существующим нормам. Кроме того рассматриваются относительно редкие максимальные уровни, поэтому использование условия (10) не может привести к сколько-нибудь заметному снижению полезной модуляции.

Создание устройства, обеспечивающего условие (10), не вызывает каких-либо трудностей.

Включение данного устройства на передающем участке стереофонического радиовещательного тракта может быть произведено как в низкочастотных звеньях тракта, так и в передающей аппаратуре перед модулятором стереофонических сигналов.

Необходимо учитывать, что в модуляторах имеются предсказывающие устройства, обеспечивающие повышение уровня высокочастотных компонент звукового сигнала (цепочки с  $\tau = 75$  или  $50$  мкс). Для обеспечения защиты передатчика от перемодуляции несущей частоты за счет высокочастотных компонент в цепях формирования управляющего сигнала стереофонического ограничителя должны быть установлены такие же корректоры.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что введение защиты от перемодуляции УКВ ЧМ передатчика предложенным способом является одним из мероприятий, обеспечивающих неискаженную передачу стереофонического радиовещания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Systems for frequency-modulation stereophonic broadcasting in band 8 (VIIF).— Recommendation 450, C.C.I.R.
2. Technical characteristics to be checked for frequency-modulation stereophonic broadcasting. Pilot-tone.— Recommendation 467, C.C.I.R.
3. Высокочастотная передача двух сигналов УКВ передатчиком с помощью амплитудно-модулированной поднесущей — Рекомендация № 45, ОИРТ. ТК-ХVIII-27. Гавана, март 1965.
4. ГОСТ 18633—73. Система стереофонического радиовещания. Основные параметры.

Статья поступила  
в редакцию  
20 февраля 1979 г.

## ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ ТВОРЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Одним из важнейших условий труда является рабочее время. Общеизвестно, что в Советском Союзе нормы продолжительности рабочего времени носят двуединый характер. Будучи мерой труда, обеспечивающей рост производительности труда и, следовательно, неуклонный подъем материального благосостояния трудящихся, эти нормы предполагают обязанность работников рационально использовать рабочее время. С другой стороны, эти же нормы несут функции охраны труда, обеспечивают отдых и необходимые условия восстановления нормальной трудоспособности трудящихся, повышение культурного уровня советских людей.

В нормах рабочего времени должна быть отражена специфика деятельности и условий труда определенных групп работников. Так, умственный труд, как правило, требует большего напряжения деятельности высших отделов нервной системы, а также характеризуется меньшим по сравнению с физическим трудом применением двигательного аппарата, что ведет к ограничению изменения обмена веществ [1]. Поэтому «первоочередное ограничение объема и продолжительности умственно-эмоциональной деятельности — главная особенность правового регулирования рабочего времени работников умственного труда» [2]. Труд творческих работников телевидения также связан со значительным умственным и эмоциональным напряжением, повседневно возникающей необходимостью творческого осмысления и оперативного освещения событий и фактов в самое различное время в самых различных местах, он отличается постоянным творческим поиском. Специфичны и другие условия труда и его организация, специфичен творческий процесс, который в большинстве случаев не поддается точной регламентации.

Все эти особенности обусловили принятие специальных норм\*, ре-

\* К специальным нормам, регулирующим рабочее время и время отдыха относятся: «Положение об условиях и оплате труда работников концертных организаций, музыкальных и танцевальных коллективов»; «Отраслевые правила внутреннего трудового распорядка для рабочих и служащих организаций, предприятий, учреждений системы Гостелерадио СССР»; «Правила внутреннего трудового распорядка музыкальных коллективов Центрального телевидения и радиовещания».

гулирующих рабочее время и время отдыха творческих работников телевидения.

Специальные отраслевые нормы призваны отразить специфику творческого труда и его организации и направлены на обеспечение высокопроизводительного и высококвалифицированного труда работников телевидения.

Основные особенности правового регулирования рабочего времени творческих работников телевидения относятся:

к продолжительности рабочего времени;

к составу рабочего времени;

к режиму рабочего времени.

Продолжительность рабочего времени творческих работников телевидения установлена общими нормами советского законодательства и равна 41 часу в неделю. Исключением являются дикторы телевидения и звукорежиссеры, имеющие сокращенный рабочий день.

Редакторский и художественно-производственный персонал вещательных редакций, а также подразделений, создающих телевизионные программы на киноплёнке, имеет ненормированный рабочий день и в основном работает по режиму пятидневной рабочей недели.

Для работников музыкальных коллективов — дирижеров, хормейстеров, солистов-вокалистов, аккомпаниаторов-концертмейстеров — также установлен ненормированный рабочий день при шестидневной рабочей неделе.

В юридической литературе до последнего времени господствует мнение, что ненормированный рабочий день отличается от нормированного специальным режимом [2, 3], либо возможными отклонениями от продолжительности нормального рабочего времени [4]. При этом подчеркивается, что отклонение от нормальной продолжительности рабочего времени работников с ненормированным рабочим днем должно носить эпизодический характер. Но подобная концепция, как правильно отметила Н. К. Воеводенко, не может объяснить очевидного противоречия между курсом на сокращение переработки и расширением круга работников с ненормированным рабочим днем [5]. Полагаем, что Н. К. Воеводенко права, показывая условность термина «ненормированный рабочий день» и считая, что в современных условиях работа с ненормированным рабочим днем означает работу особо ответственную, напряженную и интенсивную. Переработка возможна, но она не является конститутивным признаком ненормированного рабочего дня и только в случаях, затрудняющих учет рабочего времени, переработка остается признаком отнесения к кругу лиц с ненормированным рабочим днем. Далее автор приходит к выводу, что ненормированный рабочий день — это условие труда, заключающееся либо в ответственном характере труда, либо в возможности переработки лицами, учет рабочего времени которых затруднен.

Разделяя позицию Н. К. Воеводенко, мы не можем согласиться с альтернативной частью определения ненормированного рабочего дня, полагая, что для ряда категорий работников характерны и ответственный напряженный труд и затрудненный учет переработки рабочего времени. Например, труд режиссеров и операторов, будучи сложным и ответственным, трудно поддается точному нормированию, особенно при работе в информационных редакциях. Нередко съемочная группа, выехав для оперативного освещения важного события, которое не может не быть показано в эфире в кратчайшее время после его свершения, вынуждена работать сверх нормальной продолжительности рабочего времени ввиду того, что событие произошло позднее намеченного срока, либо протекало более длительный период, а отснятую пленку нужно еще проявить, смонтировать, озвучить этим же работникам — режиссеру, оператору. Довольно часто внеурочная работа обуславливается

творческим характером труда, когда на съемочной площадке появляются новые творческие решения передачи.

Аналогичных примеров, сочетающих в себе оба выдвинутых Н. К. Воеводенко признаки ненормированного рабочего дня, множество, поэтому данное определение следует уточнить.

Кроме этого, думается, что автономным признаком ненормированного рабочего дня является интеллектуально-творческий характер труда.

В специальной литературе превалирует мнение, что в юридическом значении под рабочим временем понимается время, которое отдает работник предприятию (учреждению) с момента, когда распоряжения администрации, осуществляющей руководство процессом труда, становятся для него обязательными, кончая моментом, когда он вновь получает право располагать собой по собственному усмотрению [4]. Но рабочее время по своему составу неоднородно. В состав рабочего времени, кроме времени, непосредственно затраченного на выполнение работником основных трудовых функций, может включаться время следования до места работы и обратно, дежурства, время нахождения в пути, время оплачиваемых перерывов в работе и т. д. В институте рабочего времени в значительной степени отражается отраслевая специфика условий и характера труда, что в определенной мере относится и к телевидению.

Состав рабочего времени редакторского и художественно-производственного персонала телевидения в основном однороден. В рабочее время этой категории работников включается время, затрачиваемое на подготовку и создание телевизионных программ.

Единственное исключение установлено пунктом 14 «Отраслевых правил внутреннего трудового распорядка для рабочих и служащих организаций, учреждений системы Гостелерадио СССР», в соответствии с которым в рабочее время режиссеров, ассистентов режиссеров, звуко-режиссеров и операторов телевидения засчитывается время трех 10-минутных перерывов, если эти работники в течение рабочего дня работают за пультом или с телевизионной камерой.

Более разнородно по составу рабочее время артистов музыкальных коллективов. Это прежде всего связано со спецификой условий и организации труда этой категории работников, с сочетанием репетиционной работы с выступлениями и записями.

Так, должностные функции артистов музыкальных коллективов укрупненно могут быть разделены на три части. Это нашло выражение в разделении рабочего времени работников также на три части:

- а) репетиционную работу;
- б) групповые занятия и индивидуальную подготовительную работу;
- в) участие в передачах по телевидению и радио, концертах, записях, а также в озвучении телефильмов.

Рабочее время передач, концертов учитывается из расчета средней продолжительности 3 часа, а репетиционной и другой подготовительной работы — по ее фактической продолжительности, считая с момента явки на работу по вызову администрации до окончания работы. Рабочее время, не вошедшее в ежедневное расписание, используется работниками музыкальных коллективов для индивидуальной подготовки и включается в норму рабочего времени. В течение этого времени работник должен подготовиться к репетициям и записи в составе коллектива, так как его должностной функцией является обязанность прийти на работу с разученной партией.

Кроме того, в рабочее время этой категории работников засчитывается: время перерыва для отдыха в течение репетиций; время, в течение которого артистки-вокалистки и артистки хора, будучи освобождены на три дня в месяц от участия в репетициях, записях, концертах,

присутствуют на репетициях по вызову администрации без исполнения вокальных партий; время перерывов между концертами (записями) в пределах одного вызова на работу; время, затраченное работниками на переходы и переезды из репетиционных баз к месту выступления или записи и обратно; время нахождения в пути во время гастролей, но не более 7 часов в сутки; время заблаговременной явки на работу до часа объявленного вызова; время простоя в работе по вине администрации (например, в случае необеспечения репетиционным помещением) и потерянное время не по вине коллектива (например, задержка начала записи); половина времени, установленного для данного концерта, репетиции, в случае, когда работник явился, не будучи предупрежденным об отмене концерта или репетиции.

Анализ вышеприведенных случаев показывает, что общими для них являются два основания: в течение этих периодов работники не выполняют свои основные трудовые функции и находятся в распоряжении администрации.

Полагаем, что нормы, включающие в рабочее время периоды, когда работник не выполняет свои трудовые функции, приняты в целях: обеспечения охраны здоровья трудящихся; обеспечения нормальной продолжительности рабочего времени работников; обеспечения нормальной деятельности коллектива, неразрывно связанной функциональной единицы; обеспечения охраны интересов трудящихся в случаях ненадлежащего исполнения администрацией своих должностных обязанностей, что привело к простоям артистов музыкального коллектива.

Думается, что включение в рабочее время указанных периодов обусловлено прежде всего тем, что работник отдает это время в распоряжение администрации. Но так как в течение этого времени он не выполняет свои основные трудовые функции, то это время следует отнести ко времени, приравненному к рабочему.

Таким образом, рабочее время артистов музыкальных коллективов, а также некоторых других категорий работников телевидения, работающих за пультом или с телевизионной камерой, является неоднородным, сложным. Оно состоит из двух элементов — рабочего времени, затрачиваемого работниками на выполнение своих основных трудовых функций по созданию духовных ценностей, и времени, приравненного к рабочему, в течение которого работники, не выполняя своих основных трудовых функций, находятся в распоряжении администрации (за исключением времени регламентированного отдыха). Неоднородность состава рабочего времени в значительной степени оказывает влияние и на режим рабочего времени.

В специальной литературе нет единства мнений в отношении понятия режима рабочего времени. Наиболее оптимальное, по нашему мнению, определение дано Л. А. Муксиновой, которое сводится к тому, что под режимом рабочего времени понимается регламентированное законом или на его основании распределение рабочего времени в течение определенного периода (день, неделя, месяц, год) [2].

Но каков бы ни был режим рабочего времени, он должен отвечать основному требованию — соответствовать нормальному рабочему времени, которому в СССР придана сила категорического императива [6], и периоды работы должны сочетаться с обязательным отдыхом.

Как было указано выше, в основном творческие работники работают по режиму пятидневной рабочей недели. Практически творческие работники редакций работают в одну смену. Общеустановленное время начала работы на Центральном телевидении — 9 час. 30 мин., время окончания — 18 час. 30 мин. Но так как работа редакторского и художественно-производственного персонала в определенные периоды связана с телевизионной техникой, проводится в студиях, монтажных, предоставляемых и в более позднее время, то время начала и окончания

работы соответственно сдвигается. Обязанность работников освещать события, происходящие в самое различное время, также влияет на режим рабочего времени. Следовательно, производственные условия (условия труда) таковы, что время начала и окончания работы разных категорий работников в определенные периоды может не совпадать с общеустановленным режимом рабочего времени, как ежедневным, так и недельным. При этом речь не может идти о введении двухсменного или трехсменного режима работы, так как факторы, влияющие на нестабильность режима работы, непостоянны в своем действии, преходящи и не могут быть запрограммированы в определенный стабильный цикл. Например, режиссер, редактор, приступая к подготовке передачи, изучая сценарий, иллюстративный материал и материал, относящийся к проблематике будущей передачи, могут работать по общеустановленному режиму. В съемочном и монтажно-тонировочном периодах режим их работы обуславливается временем, на которое выделяются производственные мощности. В заключительном периоде, когда оформляются различные финансовые документы, акты и происходит прием передачи руководством, режим рабочего времени вновь может быть общий.

Следует отметить, что время каждого периода при подготовке различных передач разное, так же как и время, на которое выделяются технические средства, поэтому единственно возможным способом регулирования рабочего времени творческих работников является график работы. Но именно в силу указанных особенностей условий работы и сложностей в учете рабочего времени, на практике нередко в главных редакциях график работы не составляется. Практически режим рабочего времени работника определяется им самим по согласованию с руководителем отдела, а рабочее время учитывается в книге регистрации прихода на работу и ухода с работы. Такое положение приводит к тому, что, с одной стороны, возможна недоработка работниками установленного законом рабочего времени, с другой — переработка, либо уменьшение времени ежедневного или еженедельного отдыха. Думается, что составление графика работы творческих работников редакций телевидения должно быть вменено в безусловную обязанность администрации, для чего необходимо в «Отраслевые правила внутреннего трудового распорядка» внести соответствующее дополнение.

Введение графиков работы в значительной степени упорядочит труд творческих работников, будет содействовать более рациональному использованию работниками своего рабочего времени, повысит эффективность контроля со стороны администрации и общественных организаций за использованием рабочего времени, максимально снизит возможность переработки.

Особенности правового регулирования режима рабочего времени и времени отдыха в основном установлены «Отраслевыми правилами внутреннего трудового распорядка для рабочих и служащих организаций, предприятий, учреждений системы Гостелерадио СССР», утвержденными по согласованию с ЦК профсоюза работников культуры приказом по Гостелерадио СССР от 12 апреля 1973 г.

К таким особенностям относится возможность разделения рабочего времени творческих работников на части, при этом обязательным условием является предоставление работникам перерыва между вызовами, продолжительность которого не может быть менее 2,5 часов.

Статьей 53 КЗоТ РСФСР предусмотрена возможность разделения рабочего дня на части на тех работах, где это необходимо вследствие особого характера труда в порядке, установленном законодательством.

При всей специфике работы творческих работников вещательных редакций и подразделений, осуществляющих производство фильмовой продукции, оснований для установления особого режима работы с разделением рабочего дня на части не усматривается. При правильном

планировании и организации труда вся работа, подлежащая выполнению работником, может быть выполнена в пределах нормального режима рабочего времени, установленного графиком работы. Полагаем, что разделение рабочего дня на части может вводиться для работников, участвующих в циклическом производственном процессе, который превышает продолжительность нормального рабочего времени, но в то же время в нем на определенной стадии цикла присутствие работника не является обязательным.

Необходимость выполнения работы одним работником в периоды, превышающие нормальную продолжительность рабочего дня, и возможность предоставить перерыв в эти периоды также могут служить основанием разделения рабочего дня на части. Например, артисты театров, концертных организаций должны сочетать репетиционную работу с выступлениями перед зрителями, поэтому утром проводятся репетиции, а вечером дается представление, концерт. Выполнение этих двух видов работ без предоставления относительно длительного перерыва в конечном счете возможно, но это отрицательно отразится на результатах работы, так как не отдохнув после репетиции, не «отойдя» от репетируемого произведения, артист не всегда в состоянии на высоком уровне провести вечернее представление. Поэтому для артистов установлен раздробленный рабочий день. Сказанное в полной мере относится к артистам музыкальных коллективов телевидения, которые кроме концертов постоянно участвуют в записях на телевидении и радио, и для этой категории работников разделение рабочего дня на части оправдано.

К особенностям режима рабочего времени следует отнести обязанность заблаговременной явки на работу некоторых категорий работников. Так, артисты музыкальных коллективов на репетиции, передачи, записи и концерты обязаны являться до объявленного часа вызова: на репетиции — за 15 мин.; на передачи и записи — за 20 мин.; на концерты — за 30 мин. Это время засчитывается в рабочее время.

Режим работы редакционного персонала имеет также некоторые особенности. Для режиссеров, ассистентов режиссеров, звукорежиссеров и операторов телевидения должен быть установлен такой распорядок их рабочего дня, чтобы продолжительность работы за пультом и с телевизионной камерой, включая репетиции и передачи, не превышала при пятидневной рабочей неделе 5 час. 24 мин., и при шестидневной — 4 час. 30 мин., включая при этом три 10-минутных перерыва.

Это правоохранительная норма, принятие ее вызвано тем, что работа, производимая за пультом и с телевизионной камерой данной категорией работников, требует значительного умственного и эмоционального напряжения, вызывающего повышенное утомление организма.

Думается, что рассматриваемая норма должна быть распространена и на некоторые категории работников, снимающих телевизионные программы на киноленту (кинорежиссеров-постановщиков, кинорежиссеров, главных кинооператоров, кинооператоров), так как факторы, обусловившие ее принятие (значительное умственное эмоциональное напряжение и т. д.), в равной степени имеют место и при работе художественно-производственного персонала, снимающего фильмовую продукцию.

### **Выводы**

Как показало исследование, специальные нормы, регулирующие рабочее время творческих работников телевидения, учитывают специфику условий и организации труда на телевидении и адекватно отражают регулируемые отношения. Принятие внесенных предложений об уточнении и дополнении некоторых специальных норм будет содействовать совершенствованию отраслевого законодательства.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Полежаев Е. Ф., Макушин В. Г. Основы физиологии и психологии труда. М., «Экономика», 1974.
2. Муксимова Л. А. Проблемы регулирования рабочего времени в СССР. М., «Юридическая литература», 1969.
3. Процевский А. И. О ненормированном рабочем дне.— «Правоведение», 1961, № 4.
4. Гинцбург Л. Я. Проблемы рабочего времени в СССР.—В кн.: Проблемы трудового права. Под ред. В. И. Смоларчука. М., «Юридическая литература», 1968.
5. Воеводенко Н. К. Правовое регулирование труда работников с ненормированным рабочим днем. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. юрид. наук М., 1976. (ИГПАН).
6. Гинцбург Л. Я. Регулирование рабочего времени в СССР. М., «Наука», 1966.

Статья поступила  
в редакцию  
22 мая 1979 г.

## **ОСОБЕННОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПРЕКРАЩЕНИЯ ТРУДОВОГО ПРАВООТНОШЕНИЯ С НЕКОТОРЫМИ КАТЕГОРИЯМИ ТВОРЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ ТЕЛЕВИДЕНИЯ**

Правовые нормы, регулирующие труд творческих работников системы Государственного комитета СССР по телевидению и радиовещанию\*, были приняты не единым, комплексным нормативным актом, а создавались постепенно, по мере возникновения объективной необходимости, вызванной постановкой новых задач перед телевидением, бурным его развитием, возрастающей ролью в жизни советского общества, увеличением объемов вещания, усложнением его структуры, ростом технической оснащённости.

Будучи самым «молодым» видом искусства, средством массовой информации и пропаганды, телевидение, безусловно, находилось под влиянием ранее сформировавшегося театрального искусства, кинематографа, радио. Такое влияние наблюдается и в нормативных актах, регулирующих труд творческих работников телевидения.

Это закономерное явление, первопричина которого обусловлена объективными устойчивыми основаниями отраслевой дифференциации в отрасли культуры, важнейшими из которых являются:

- 1) особое место и значение отрасли культуры в социалистическом обществе в условиях развитого социализма;
- 2) специфика задач, стоящая перед отраслью;
- 3) творческий характер труда ведущих (основных) работников отрасли;
- 4) специфика условий и организации труда творческих работников отрасли;
- 5) видовая и жанровая принадлежность подготавливаемых творческими работниками произведений, идейно-художественный уровень, а также способ создания и консервации этих произведений.

Совокупность оснований дифференциации трудового законодательства в отрасли культуры предопределяет особый порядок подбора и расстановки кадров некоторых категорий творческих работников.

---

\* В дальнейшем Гостелерадио СССР.

Так, постановлением Совета Министров СССР от 30 декабря 1959 г. в целях дальнейшего повышения художественного уровня советского искусства, совершенствования мастерства творческих работников театров и художественных коллективов, выдвижения молодых талантливых артистов с 1960 г. введен конкурсный порядок замещения штатных должностей артистов, режиссеров, дирижеров, балетмейстеров, хормейстеров и художников в театрах, ансамблях, оркестрах, хорах, филармониях и концертных организациях [1].

В это же время, в конце 50-х — начале 60-х годов, начали существенно изменяться общественные функции телевидения.

Постановлением ЦК КПСС от 29 января 1960 г. «О дальнейшем развитии советского телевидения» были определены значение телевидения в общественной жизни страны и перспективы его развития как инструмента пропагандистской, агитационной и организаторской работы партии, поставлены конкретные задачи, предложены методы и способы их решения [2].

Изменение структуры телевизионного вещания, увеличение числа студий телевидения, объемов собственного вещания и рождение новых циклов — публицистических, художественных, научно-популярных и учебных — повлекло за собой резкое увеличение численности работников телевидения. В 1960 г. штатных работников телевидения было 8295, а в 1965 г. 17813 человек [3].

Так как специальных учебных заведений, подготавливающих специалистов для телевидения, не было, то такой резкий рост численности привел к тому, что профессиональный уровень творческих работников в массе был невысок, особенно на местных студиях, и это отрицательно сказывалось на идейно-художественном уровне программ [3].

Сложившееся положение с кадровым составом творческих работников телевидения, постановка новых, более сложных задач перед телевидением, необходимость активизации творческого поиска при создании оригинальных телевизионных программ, выявления талантливых и способных работников объективно требовали принципиально нового решения вопросов подбора и расстановки творческих кадров. Поэтому закономерно введение периодических конкурсов на замещение штатных должностей режиссеров, художников, звукорежиссеров, операторов и дикторов радиовещания и телевидения, а также должностей дирижеров, хормейстеров, аккомпаниаторов-концертмейстеров и артистов музыкальных коллективов телевидения и радиовещания в порядке, установленном постановлением Совета Министров СССР от 30 декабря 1959 г. для творческих работников театров и художественных коллективов.

Таким образом, однородность задач, стоящих перед театрами и художественными коллективами, телевидением и радиовещанием, творческий характер труда предопределили единство принципа подбора и расстановки творческих кадров родственных организаций. При конкурсном порядке подбора творческих работников в основании возникновения трудового правоотношения лежит сложный юридический состав, состоящий из трех элементов: решения конкурсной комиссии об избрании кандидата на замещаемую должность, акта утверждения этого решения руководителем организации и трудового договора с лицом, избранным по конкурсу.

Конкурсная система основывается на определенных объективных правовых принципах, основными из которых являются следующие: состязательности, добровольности, гласности, коллегиальности, тайного голосования [4].

Отличительной особенностью проявления принципа состязательности в отрасли культуры является то, что конкурс может быть объявлен не только на замещение вакантных должностей, как в вузах и научно-

исследовательских учреждениях, но и на должности, занятые работниками, т. е. конкурс призван расширить круг претендентов на заключение трудового договора с творческой организацией вне зависимости от факта наличия трудового правоотношения с работником, на должность которого объявлен конкурс. Это предъявляет к творческим работникам искусства, занимающим конкурсные должности, особые требования, обуславливает необходимость постоянного повышения профессионального уровня, повседневной работы над собой.

При проведении конкурса на должность, занимаемую работником, имеет место ярко выраженный элемент состязательности, если в конкурсе принимают участие лица, претендующие на заключение трудового договора с организацией, объявившей конкурс.

При таких условиях конкурсная комиссия, не являющаяся стороной в трудовом договоре, на основе объективной оценки индивидуальных творческих данных лиц, участвующих в конкурсе, имеет широкую возможность для избрания достойного, творчески одаренного или наиболее профессионально подготовленного работника. Следовательно, обычный уровень профессионализма не обеспечивает сохранения за работником должности, если в конкурсе будут участвовать специалисты с более высокой квалификацией.

Полагаем, что принцип добровольности участия в конкурсе должен быть дополнен указанием на обладание специальной правоспособностью субъектом конкурсного правоотношения.

Специальная трудовая правоспособность представляет собой дополнение к общей [5] и в рассматриваемом случае связана с наличием у претендента на занимаемую должность специального образования или стажа работы в определенной области.

Особенностью принципа коллегиальности, который заключается в том, что право выбора лучшего из претендентов на конкурсную должность принадлежит коллегиальному органу, а не руководителю организации, является то, что хотя решение коллегиального органа должно быть утверждено приказом руководителя, оно предрешает результаты конкурса по существу, так как они могут быть не утверждены только при нарушении Положения о конкурсе.

В Гостелерадио СССР подготовка и проведение конкурсов осуществляются одним органом — конкурсной комиссией, специально назначаемой руководителем организации. Конкурсная комиссия рассматривает заявления и отбирает кандидатов на конкурс, который ею же и проводится. Полагаем, что разделение этих функций между двумя органами — подготовительной конкурсной комиссией и художественным советом, как это имеет место в театрах и концертных организациях, более правильно отразит принцип коллегиальности и в большей степени будет соответствовать принципам подбора и расстановки кадров.

В. И. Ленин указывал, что соблюдение процедуры оценки играет важную роль в правильном использовании выработанных критериев оценки в подборе действительно образованных, способных и талантливых людей, он связывал процедуру оценки с действенностью борьбы против случайности, огульности, предвзятости, беспринципности, необъективности при характеристике людей.

Рассмотрение же заявлений, отбор кандидатов на конкурс и проведение конкурса одной конкурсной комиссией, по нашему мнению, нарушает процедуру оценки и в определенной степени увеличивает долю субъективизма при принятии итогового решения по проводимому конкурсу.

Полагаем, что на телевидении органом, который должен проводить конкурсы, должен быть редакционно-художественный совет организации телевидения, состоящий из ведущих творческих работников, а также представителей творческих союзов, научных учреждений, общест-

венности, тем более, что в компетенцию совета входит рассмотрение вопросов, связанных с улучшением профессиональной подготовки творческих работников телевидения, и выработка соответствующих рекомендаций. В этом случае решающее слово в подборе творческих работников было бы предоставлено коллективу наиболее авторитетных работников телевидения и представителей творческих союзов, что в большей степени соответствовало бы достижению цели, поставленной при введении конкурсной системы.

Анализ практики проведения конкурсов на телевидении и действующих Положений о порядке проведения конкурсов в системе Министерства культуры СССР и Гостелерадио СССР дает основание сделать вывод, что должна быть установлена периодичность проведения конкурсов с указанием числа одновременно замещаемых должностей. Это необходимо прежде всего для охраны интересов и прав трудящихся, избежания поспешных решений со стороны администрации, которой в настоящее время предоставлена возможность ежегодно выдвигать на конкурс должности одних и тех же работников.

Установление конкретного срока избрания на должность будет способствовать созданию истинно творческой атмосферы в коллективе, активизации творческого поиска, стабильности трудовых правоотношений. При этом работники будут гарантированы от поспешных решений администрации, связанных с отдельной творческой неудачей. С другой стороны, имея в виду практику проведения конкурсов на телевидении, объявление конкурса на занимаемую работником должность не рассматривалось бы как наказание, как эпизод, а в полной мере способствовало бы постоянному повышению профессионального мастерства штатных работников путем систематической работы над собой и несомненно положительно повлияло бы на повышение идейно-художественного уровня телевизионных программ. Учитывая аналогичный характер творческого труда с научно-преподавательским, оптимальным сроком избрания на должность творческих работников следует признать 5 лет.

Несмотря на определенные модификации в порядке подбора творческих и научных кадров, в науке и практике общепризнано, что конкурсная система эффективна и перспективна [4, 6, 7]. Поэтому представляется анахронизмом тот факт, что конкурсный порядок замещения должностей творческих работников не распространяется на художественно-производственный персонал, создающий телефильмы и другие телевизионные программы на киноленте.

Дело в том, что факторы, положенные в основу принятой специальной нормы, установившей конкурсный порядок подбора кадров, — сложность и специфичность задач отрасли, творческий характер труда этой категории работников — присущи и художественно-производственному персоналу, создающему телефильмы. Более того, особенность деятельности этой категории работников, значимость результатов их труда и влияние этих результатов на общественное сознание в значительной степени определяют специфику отрасли. Поэтому думается, что в рассматриваемом случае имеется необоснованная унификация с общими нормами трудового законодательства при ясно выраженной специфике регулируемых общественных отношений.

Предлагается распространить конкурсный порядок замещения следующих должностей работников, создающих телевизионные программы на киноленте: кинорежиссеров-постановщиков, кинорежиссеров, кинорежиссеров мультфильмов, главных кинооператоров, кинооператоров, кинооператоров комбинированных съемок, художников-постановщиков, художников по комбинированным съемкам.

Целесообразно также распространить конкурсный порядок замещения должностей комментаторов и корреспондентов, так как специфической особенностью их должностных функций, наряду с редактор-

ской, является авторская деятельность, связанная с необходимостью творческого поиска, обязанностью в порядке служебного задания писать составленные журналистские материалы, вести передачи в эфире.

Принятие нормативного акта, который распространил бы конкурсный порядок замещения указанных должностей, унифицировало бы в отрасли культуры регулирование порядка возникновения трудовых правоотношений аналогичных творческих работников на основе общих факторов отраслевой дифференциации.

Вышеизложенное дает основание сделать вывод, что особенности конкурсного подбора творческих работников телевидения, в отличие от общего порядка приема на работу, состоят в следующем:

1) круг должностей, замещаемых по конкурсу, строго определен; он может устанавливаться и изменяться только законами Союза ССР и постановлением Совета Министров СССР;

2) в основании возникновения трудового правоотношения с работниками, претендующими на должность, замещаемую по конкурсу, лежит сложный юридический состав.

Специальные нормы, действующие в системе телевидения, устанавливают также и особый порядок прекращения трудового правоотношения.

К особенностям прекращения трудового правоотношения с некоторыми категориями творческих работников относится дополнительное основание увольнения, введенное специальной нормой, — неизбрание по конкурсу работника, занимавшего штатную должность.

В соответствии с Положением о порядке проведения конкурсов на замещение штатных должностей отдельных категорий творческих работников радиовещания и телевидения конкурсы на замещение штатных должностей проводятся не чаще одного раза в год. Работники, на должности которых объявляется конкурс, предупреждаются об этом за два месяца до проведения конкурса и имеют право принять в нем участие.

Конкурсы не могут быть назначены на должности:

— занимаемые беременными женщинами и одинокими матерями, имеющими детей в возрасте до трех лет;

— занимаемые лицами в период их законного отсутствия на работе;

— занимаемые творческими работниками, если им до получения права на пенсию по возрасту или стажу работы остается не более 2 лет.

Следовательно, указанные категории работников не могут быть уволены по рассматриваемому нами основанию. Полагаем, что конкурсы не могут быть назначены и на должности, занимаемые женщинами, имеющими детей в возрасте до одного года.

При проведении конкурса кандидат считается избранным по конкурсу, если на заседании присутствовало не менее двух третей членов конкурсной комиссии и за него проголосовало более 50% участвовавших в голосовании.

Творческие работники, штатные должности которых замещены по конкурсу, могут быть уволены только после утверждения решения конкурсной комиссии приказом по организации телевидения и при условии отказа работника от перевода на должности, не подлежащие замещению по конкурсу, либо при отсутствии вакансий по таким должностям.

Полагаем, что в основании прекращения трудового правоотношения с творческими работниками телевидения, должности которых замещаются по конкурсу, находится сложный юридический состав, элементами которого являются:

— объявление конкурса на должность, занимаемую работником;

— решение конкурсной комиссии о допуске к участию в конкурсе лиц, изъявивших желание принять в нем участие;

— акт избрания по конкурсу лица, ранее не занимавшего должность, на замещение которой объявлен конкурс;

— акт утверждения результатов конкурса приказом руководителя организации;

— отказ работника, не избранного на ранее занимаемую им должность, от перевода на другую вакантную должность, не подлежащую замещению по конкурсу, или отсутствие вакансий по таким должностям;

— приказ об увольнении работника в связи с его неизбранием на ранее занимаемую им должность.

В случае отсутствия хотя бы одного элемента сложного юридического состава трудовое правоотношение с работником не может быть прекращено по рассматриваемому основанию.

В настоящее время в трудовую книжку освобожденного по конкурсу работника вносится запись «Освобожден от работы в соответствии с Положением о конкурсах творческих работников радиовещания и телевидения». Однако эта формулировка не в полной мере отражает субъективное отношение работника к возможности расторжения с ним трудового договора, а также подлинные причины прекращения трудового договора. Если работник, должность которого была выдвинута на конкурс, принимает участие в конкурсе и не избирается, то основанием его увольнения является неизбрание на занимаемую должность, а причиной более низкий профессиональный уровень подготовки в сравнении с избранным на должность участником конкурса. Если же работник не принимает участие в конкурсе, то неизбрание его на ранее занимаемую им должность может рассматриваться только как истечение срока избрания. Поэтому мы разделяем позицию А. Ю. Антоновой, предлагающей предусмотреть две формулировки увольнения «увольнение в связи с неизбранием по конкурсу» и «увольнение в связи с истечением срока избрания» [4].

### Выводы

Проведенное комплексное исследование и анализ особенностей правового регулирования возникновения и прекращения трудовых правоотношений с некоторыми категориями творческих работников телевидения позволяют сделать вывод, что специальные нормы, действующие на телевидении, направлены на повышение идейно-художественного уровня телевизионных программ, они стимулируют совершенствование мастерства творческих работников телевидения, содействуют выдвижению молодых и талантливых кадров. Однако в ряде нормативных актов имеются отдельные недостатки, неточности, коллизии с общими нормами трудового законодательства, которые рекомендуется устранить с целью совершенствования специальных норм отраслевой дифференциации, действующих в системе Гостелерадио СССР.

### ЛИТЕРАТУРА

1. СП СССР, 1960, № 1, ст. 5;
2. Сб. «О партийной и советской печати, радиовещании и телевидении». М., «Мысль», 1972, с. 536—541.
3. Юровский А. Телевидение — поиски и решения. М., «Искусство», 1975.
4. Антонова А. Ю. Основные особенности правового регулирования труда художественно-творческих работников театров. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. юрид. наук. М., 1976. (ВЮЗИ).
5. Александров Н. Г. Трудовые правоотношения. М., Госюриздат, 1948.
6. Гейхман В. Л. Сложные фактические составы как основания возникновения трудовых правоотношений. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. юрид. наук. М., 1970. (МГУ).
7. Петренко Л. Ф. Особенности правового регулирования труда научных работников в научно-исследовательских учреждениях. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. юрид. наук. М., 1974. (ИГПАН).

Статья поступила  
в редакцию  
17 мая 1979 г.

### ХУДОЖЕСТВЕННО-ТВОРЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НОРМАТИВЫ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

На современном этапе коммунистического строительства возрастает значение нормирования труда как важного фактора повышения эффективности производства и ускорения темпов роста производительности труда. Для всех без исключения отраслей народного хозяйства нашей страны вопросы нормирования труда очень актуальны не только в плане экономическом, но и социальном. Непродуманный, неквалифицированный подход к этой проблеме снижает активность людей, ослабляет воспитательное значение труда, может вызвать нарушения в организации заработной платы и принципов оплаты по труду.

Уже в первые годы Советской власти В. И. Ленин указывал, что никакое современное производство не может осуществляться без нормирования труда [1]. Поэтому необходимо «устанавливать трудовые нормы и во что бы то ни стало добиваться их выполнения» [2]. Разработанные В. И. Лениным социалистические принципы нормирования и оплаты труда получили дальнейшее развитие в решениях XXIV и XXV съездов нашей партии, постановлениях ЦК КПСС и правительства.

Выступая на XV съезде профессиональных союзов СССР, Л. И. Брежнев еще раз подчеркнул, что нужно усилить внимание всех государственных, хозяйственных и профсоюзных органов к нормированию труда, к совершенствованию и расширению его сферы, к установлению на всех участках технически обоснованных норм, отражающих современный уровень организации производства и труда.

В свете этих решений своевременной и актуальной является работа, проводимая Гостелерадио СССР по созданию системы трудовых и производственных нормативов. Эти нормативные материалы призваны охватить нормированием труда сложную и малоразработанную сферу художественно-творческих технологических процессов телевизионного, радио- и кинопроизводства. В сложных координационно-производственных ситуациях телевидения и радиовещания первоочередной и единственно верной задачей может быть переход от метода сложившихся пропорций к тщательному расчету, который возможен только на основе использования научно обоснованных нормативных материалов. Это обусловлено тем, что условия для подготовки телевизионных и радиопередач высокого идейно-художественного и технического качества мо-



гут быть обеспечены только на основе органического единства прогрессивной технологии, передовых форм организации труда и научного нормирования.

Трудовые и производственные нормативы по своей сути многолики, имеют различные цели, направленность, охват и другие аспекты подхода к объекту исследования.

Так, проведение нормативного исследования, осуществленного в 1965—1970 гг. в Гостелерадио СССР, имело целью создать единую отраслевую методику, применимую в любых организационно-производственных условиях, для разработки норм затрат рабочего времени большинства категорий редакторского и художественно-производственного персонала по подготовке телевизионных и радиопередач [3].

Разработки, проводимые в настоящее время, имеют другую цель: на основе исследования, специально организованного в телевизионном производстве, создать, апробировать и внедрить в практику производственные нормативы длительности технологического процесса подготовки различных групп, видов и форм телевизионной продукции.

Основопологающей позицией любой системы нормативных материалов служит степень учета в нормативах полного комплекса факторов, обеспечивающих их всестороннюю обоснованность. Этим и объясняется особая значимость и повышенная жесткость требований, предъявляемых к методической программе, которая должна быть положена в основу разработки этих нормативов. От того, насколько в методике полно и квалифицированно учтены все факторы, влияющие на величину норм затрат труда, во многом зависит уровень точности разрабатываемых нормативных материалов.

Создание отраслевой методики [4] потребовало детального изучения и анализа производственного процесса подготовки телевизионных передач, выделения многочисленных особенностей, присущих как телевизионному производству в целом, так и творческому трудовому процессу в частности.

В методике были учтены основные методические положения по нормированию труда рабочих, ИТР и служащих [5, 6], теория и практика кинопроизводства [7, 8] — наиболее близкой по отношению к телевидению сферы деятельности, а также многочисленные особенности, присущие телевизионному производству.

Эти особенности, в первую очередь, связаны с необычностью продукции телевидения, с отсутствием теоретических разработок или материалов, обобщающих практический опыт по классификации телевизионного вещания и номенклатуре работ, а также со спецификой постановки и решения на телевидении различных вопросов программирования, учета, финансирования, оплаты труда, взаимодействия творческих и технических служб и т. д.

Телевизионное производство сугубо специфично. В нем органически синтезированы художественно-творческие и организационно-технические работы, фактически не имеющие прецедента в других сферах человеческой деятельности.

Для осуществления научно обоснованного нормирования труда в методике принят аналитический метод. При этом под методом нормирования труда понимаются методические основы, определяющие методику и последовательность выполнения отдельных этапов исследования, проектирования и определения необходимой величины затрат рабочего времени.

Многолетний опыт нормирования труда в промышленности и других сферах народного хозяйства показал, что установление норм труда следует рассматривать не как простое определение затрат труда по заранее установленным параметрам производственного процесса, а как проектирование условий и регламента производительной работы, при

которых будут обеспечиваться не только наименьшие для данных условий затраты труда, но и наиболее благоприятная обстановка для самого работающего.

Дальнейшим развитием аналитического метода нормирования труда явится так называемое комплексное обоснование норм затрат труда [9] на основе более полного учета при их установлении технических, организационных, психофизиологических, экономических и социальных факторов.

Создание классификации предусмотрено в методической программе как результат исследований на первом этапе работы. Эта классификация призвана хотя бы укрупненно, в общих чертах, сформулировать и дать характеристику всей совокупности передач, имеющих место в телевизионном производстве. В настоящее время, как было отмечено выше, вообще отсутствуют какие-либо теоретические работы, в которых с достаточной ясностью и определенностью была бы проведена граница между различными группами, видами и формами передач.

Усложняющим обстоятельством является и тот факт, что в условиях научно-технического прогресса, неуклонного совершенствования технических средств телевидения происходит постоянное видоизменение форм, видов и жанров телевизионных передач, поскольку технический прогресс создает возможности для прогресса творческого.

За исходную позицию разрабатываемой классификации, учитывая конечную цель данной работы, приняты основные технологические принципы подготовки передач, которые на следующем этапе должны быть типизированы в конкретные укрупненные виды технологических моделей. Естественно, что никакая классификация, схема или модель не охватывает и не может охватить всего комплекса вопросов, проблем и аспектов, связанных со столь сложной продукцией — результатом творческого труда, — какой являются телевизионные передачи. Кроме того, предлагаемая классификация будет первой работой, посвященной данной теме.

В этих условиях наиболее сложным и дискуссионным должно быть исследование по выявлению обоснованного набора факторов (как качественных, так и количественных), которые смогут быть признаны определяющими для отнесения конкретной передачи к той или иной форме при запуске ее в производство. Чтобы исключить возможность различного толкования, каждому из факторов необходимо предпослать развернутую характеристику.

Чтобы результаты исследования могли быть признаны репрезентативными, должна быть изучена значительная совокупность передач, позволяющая сделать объективные выводы и разграничить технологически различные группы, виды и формы передач.

На втором этапе исследования методической программой предусмотрено проектирование и описание оптимизированной единой типовой технологической модели и модифицированных моделей различных форм передач.

За единую типовую технологическую модель должна быть принята модель создания наиболее типичной для телевидения формы передач. В данном случае под понятием «типичной» понимается наиболее телевизионная, а не массовая форма передач, впитавшая в себя самую «полнокровную» номенклатуру основных и итоговых работ. Как показал анализ, такой моделью может быть признана модель создания оригинального телевизионного спектакля.

Оптимизированные технологические модели — типовую и модифицированные — предусмотрено в соответствии с методической программой выявить, а затем рационально спроектировать на базе обобщения материалов исследований и критического анализа действующей практики Центрального телевидения, экспертных оценок ведущих специалистов

и с учетом основных принципов общей эффективности производства и подготовки передач на должном идейно-художественном и техническом уровне.

Каждая типизированная модель должна состоять из периодов, периоды — из этапов, этапы подразделяются на комплексы работ, в которые объединен многочисленный перечень работ от принятия и утверждения литературного сценария и до сдачи готовой передачи в видеотеку, утверждения срока хранения видеоленты после выхода передачи в эфир и документов на ее оплату.

Третий этап разработки нормативов — организация проведения специального исследования по сбору данных о фактических затратах рабочего времени по технологическим периодам, этапам, отдельным комплексам работ и основным работам различных форм передач. При этом каждому из периодов подготовки передач должна быть свойственна особая методология получения, обработки и анализа исходных данных, а также специфическая единица измерения нормируемой работы.

Методической программой предусмотрено три основных направления сбора исходного материала:

— изучение с помощью фоохронометражных наблюдений номинальных и фактических затрат времени и сроков проведения работ, подающихся сторонней регистрации;

— комплексное анкетирование по широкой номенклатуре вопросов технологических, творческих и трудовых аспектов подготовки передач;

— экспертный опрос творческих, технических и руководящих работников ЦТ и ТТЦ, целью которого должно быть выяснение или уточнение отдельных наиболее сложных позиций исследования.

В особых условиях телевизионного производства и творческого труда, при длительном цикле работ, когда процесс труда зачастую не имеет определенного внешнего выражения и без непосредственного вмешательства невозможно установить содержание большинства работ, сочетание таких направлений исследования дает наиболее достоверную информацию. Это объясняется тем, что сочетание трех направлений сбора исходных данных позволяет свести до минимума влияние недостатков, присущих каждому из применяемых способов изучения затрат рабочего времени. Выборочные фотохронометражные наблюдения дают возможность получить относительно точные данные, но по сравнительно узкому кругу передач. Эти данные в дальнейшем уточняются и значительно расширяются информацией анкет и логически осмысленными материалами экспертного опроса.

Информация по каждому из направлений исследования должна накапливаться и контролироваться изолированно с тем, чтобы в процессе первичной обработки и анализа она могла быть взаимодополнена и сопоставлена.

При этом в качестве дополнительных источников для всестороннего исследования производственного процесса подготовки передач предусмотрено привлечение данных из статистических отчетов и оперативных документов различных структурных подразделений телевидения (журналов, отчетов, заявок, недельных расписаний, графиков работ и т. п.), а также изучение технологических и организационных схем и инструкций, документации, регламентирующей трудовой процесс работников телевидения (правила внутреннего трудового распорядка, квалификационные характеристики, приказы, инструкции, нормативные акты и т. п.), перспективных и текущих производственных планов, планов мероприятий по совершенствованию организационно-производственных условий, структуры и технической базы.

Для унификации проводимых исследований и обеспечения сопоставимости всех исходных материалов в методической программе предложены:

- классификации затрат рабочего времени по комплексам работ;
- макеты карт фотохронометражных наблюдений;
- макеты анкет и вопросников для экспертного опроса.

Наибольший интерес и значение в методологическом плане представляют собой классификации затрат рабочего времени, учитывающие производственную и технологическую специфику проведения конкретных работ. При разработке классификаций развернутые характеристики позиций сформулированы так, что они позволяют:

изучить состояние организации труда и использование рабочего времени;

наиболее полно и дифференцированно выявить потери рабочего времени и установить их причины;

определить степень необходимости и целесообразности проведения отдельных работ, выявить эффективные и неэффективные затраты рабочего времени, определить удельный вес тех и других в общем уровне затрат данной группы и установить причины неэффективных затрат труда;

выявить трудовое содержание и определить оптимальную последовательность проведения основных технологических работ;

установить затраты труда на выполнение основных работ, имеющих единую технологическую направленность.

Обработка и анализ всего комплекса полученных материалов — следующий этап исследования. Многочисленные макеты аналитических таблиц, предложенные в методике, позволяют всесторонне оценить влияние каждого из выявленных факторов на величину затрат рабочего времени, зафиксировать закономерности, подчеркнуть типичное и значимое, отсеять второстепенное.

Каждый технологический период подготовки передач имеет свою программу обработки материалов, свои, только данному периоду свойственные, факторы и степень прямого или косвенного влияния их на фактические затраты рабочего времени.

Оптимизированные технологические модели соответствующих форм передач и синтез комплекса различных материалов, полученных в процессе проведения и анализа результатов исследования, служат исходной базой для проектирования абсолютных значений производственных нормативов.

Единица измерения нормируемой работы учитывает специфику телевизионного производства и не может быть дифференцированной. Поэтому нормативные величины имеют в конечном итоге укрупненный характер, т. е. производственные нормативы представляют собой сумму нормативных значений по четырем периодам подготовки передач:

- подготовительному,
- трактовому,
- монтажно-тонировочному,
- завершающему.

Более детальная дифференциация итоговых нормативных значений, по мнению разработчиков, была признана нецелесообразной. Разнообразие индивидуальных творческих методов работы специалистов телевидения, специфика продукции телевизионного производства, а главное назначение и задачи, которые предъявляются к разрабатываемой системе производственных нормативов, не требуют иного подхода.

В то же время в процессе разработки укрупненных нормативов создается система дифференцированных нормативных материалов для комплексов работ, связанных с интенсивным использованием технических средств телевидения, в которую входят:

- нормы выработки на один час работы и один трактовый блок;
- нормы времени на одну минуту видеозаписи;
- нормы времени на одну монтажную склейку;

— нормы выработки на час монтажа и одну монтажную смену;  
— нормы времени на одну минуту смонтированного материала и т. д.

Эти нормативные значения имеют самостоятельный адрес применения, а также служат исходной позицией при расчете укрупненных производственных нормативов для трактового и монтажно-тонировочного периодов.

Проработка нормативных значений дифференцированных нормативов предусмотрена в методической программе в комплексной взаимосвязи с многочисленными творческими и техническими параметрами. Так, для монтажных работ этими факторами служат длина монтажного куска, тип аппаратной, длительность рабочей смены и режим работы, количество дублей, допущенных к монтажу и т. д. С учетом этого расчет и взаимокоординация основных нормативных значений рекомендованы в методике по специально выведенным формулам:

$$P = \frac{60}{H}; \quad B = D \cdot P; \quad K = \frac{60}{B}; \quad C = \frac{X}{D};$$
$$D = \frac{X}{C}; \quad K = \frac{P}{X}; \quad H = \frac{P}{C}; \quad B = \frac{X}{D},$$

где  $D$  — средняя длина монтажного куска, мин;

$X$  — хронометраж передачи, мин;

$C$  — расчетное количество склеек, ед;

$K$  — коэффициент монтажа или норма времени на монтаж 1 минуты готового материала, мин;

$P$  — длительность смены, мин;

$H$  — норма времени на одну склейку, мин;

$P$  — нормативная производительность труда при монтаже (количество склеек за один час работы), ед;

$B$  — норма выработки за час работы, мин.

Все проектируемые нормативные материалы должны быть теснейшим образом увязаны с классифицируемыми формами передач. Внутри каждой формы передач в зависимости от значимости факторов, определяющих абсолютные значения, и перечня основных работ строятся группы сложности производственных нормативов по периодам подготовки.

Отраслевая методическая программа получила апробацию и явилась основой для разработки производственных нормативов для многочисленной и многообразной художественной продукции Центрального телевидения [10, 11, 12] и хроникально-документального видеofilmа [13].

Нормативные материалы для формы «телетеатр» приказом Гостелерадио СССР внедрены в производство в июле 1977 г. Нормативы других форм передач художественного вещания Центрального телевидения находятся на стадии подготовки к внедрению.

### Выводы

В системе Гостелерадио СССР создана, апробирована и внедрена в практику научно обоснованная отраслевая методика разработки производственных нормативов.

Наличие такой методики даст возможность широко развернуть работу по созданию нормативных материалов по труду в телевидении, радиовещании и телевизионном кинопроизводстве.

Рациональное использование системы производственных и трудовых нормативов должно явиться прочным фундаментом организационно-производственной деятельности предприятий Гостелерадио СССР,

создаст условия, которые будут направлены на улучшение организации труда и оптимальное использование ряда экономических показателей, и тем самым скажется на повышении идейно-художественного и технического качества вещания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ленин В. И. Очередные задачи Советской власти.— Полн. собр. соч., т. 36, с. 165—208.
2. Ленин В. И. На борьбу с топливным кризисом.— Полн. собр. соч., т. 39, с. 305—308.
3. Труды ВНИИРТ, вып. 7(17). М., 1969.
4. Методическая программа по теме «Разработка нормативов по производству телевизионных спектаклей, записываемых на видеоленту для Центрального телевидения». Отчет/ВНИИТР; Руководитель темы В. С. Бродская.— № Э-28-75.— М., 1975.
5. Основные методические положения по нормированию труда рабочих в народном хозяйстве. М., НИИТруда, 1977.
6. Нормирование труда служащих. Методические указания. М., НИИТруда, 1977.
7. Горюнова Г. Н., Чернов В. Г. Экономика кинематографии. М., «Искусство», 1975.
8. Коноплев Б. Н. Основы фильмопроизводства. М., «Искусство», 1975.
9. Межотраслевые положения по научно обоснованному установлению норм и нормативов по труду с учетом организационно-технических, экономических, физиологических и психологических факторов. М., НИИТруда, 1978.
10. Разработка нормативов по производству телевизионных спектаклей, записываемых на видеоленту для Центрального телевидения. Отчет/ВНИИТР; Руководитель темы В. С. Бродская.— № Э-34-76; № ГР 76030125; Инв. № Б 578958.— М., 1976.
11. Разработка нормативов по производству художественных телепрограмм на пленке. Отчет/ВНИИТР; Руководитель темы Ю. Б. Волегов.— № Э-50-78; № ГР 77020972.— М., 1978.
12. Разработка нормативов по производству телевизионных художественных передач и учебных с участием актеров. Отчет/ВНИИТР; Руководитель темы В. С. Бродская.— № Э-55-79; № ГР 78020827.— М., 1979.
13. Разработка нормативов по производству хроникально-документальной продукции на видеоленте для Центрального телевидения. Отчет/ВНИИТР; Руководитель темы В. С. Бродская.— № Э-39-77; № ГР 77020967; Инв. № Б 638089.— М., 1977.

Статья поступила  
в редакцию  
31 мая 1979 г.

УДК 654.19

**Имитационное моделирование телевизионных центров.** Воронов М. В., Дерибас Г. Т., Малешко В. Н.— «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. 11(30), с. 3—9.

Рассматривается имитационная модель телевизионного комплекса, которая может служить основой для создания специализированной АСУ телепроизводством, способной сформировать план принятия решений на уровнях перспективного и текущего планирования, а также оперативного управления. Модель отражает основные особенности работы реальных телевизионных центров, позволяет легко учитывать тенденции развития и совершенствования средств телевидения. Приведен алгоритм текущего планирования телевизионного производства.

УДК 654.19

**Модель планирования работы цеха телекомплекса.** Воронов М. В., Загоровский К. О., Малешко В. Н.— «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. 11(30), с. 10—15.

Рассматриваются вопросы планирования работы отдельных служб телекомплекса. Предложен алгоритм составления ресурсно- и технологически допустимых вариантов расписания работы службы телецентра, из которых отбирается лучший вариант по критерию максимального «веса» заявок, включенных в расписание.

УДК 621.397.6-182.3

**Устройство для контроля видеосигналов репортажной станции цветного телевидения.** Кляшницкий М. Ю.— «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. 11(30), с. 16—23.

Рассматривается устройство для контроля видеосигналов репортажной станции ЦТ, описываются его основные функции и операции контроля, выполняемые с его помощью. Приводится функциональная схема устройства, рассматриваются принципы его работы и отдельные схемные решения.

УДК 621.397.61

**Индикатор цветового баланса.** Зражевская М. И., Штейнберг А. Л.— «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. 11(30), с. 24—28.

Описывается индикатор цветового баланса, предназначенный для ускоренной точной настройки балансов белого и черного репортажной камеры в полуавтоматическом и автоматическом режимах. Анализу подвергается прямоугольный фрагмент изображения, расположенный в двух последовательных строках центральной части раstra. В автоматическом режиме на выходах индикатора формируются четыре логических сигнала, указывающие знак цветоразностного сигнала, отклонение которого от нулевого уровня превысило допустимую величину. В полуавтоматическом режиме видеоинженер настраивает баланс с помощью четырех световых меток, выведенных на экран ВКУ.

**Управляемый мультивибратор в режиме синхронизации частоты.** Михайкина О. В.— «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. 11 (30), с. 29—35.

Описывается принцип работы синхронизированного мультивибратора, управляемого по частоте таким образом, что в отсутствие сигнала синхронизации частота собственных колебаний мультивибратора практически равна заданной частоте синхронизации. Рассматривается способ управления мгновенной частотой мультивибратора. Дается инженерный расчет цепи управления мультивибратора в режимах с синхронизацией и без нее. Приводится принципиальная схема устройства синхронизированного мультивибратора, исползуемого в системе автоматического регулирования двигателя блока вращающихся головок видеоманитофона. Рассматривается способ синхронизации управляемого мультивибратора в режиме умножения частоты.

**Особенности построения схемы усилителя записи видеоманитофона с блоком на низкоомных головках.** Елисеев О. А.— «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. 11 (30), с. 36—42.

Рассматриваются вопросы построения усилителя записи канала изображения студийного видеоманитофона с выходным каскадом, работающим в ключевом режиме.

**Обобщенный анализ входной цепи канала воспроизведения видеоманитофона.** Дохновский М. И., Лишин Л. Г.— «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. 11 (30), с. 43—50.

Рассмотрена полная эквивалентная схема входной цепи канала воспроизведения видеоманитофона, состоящая из видеоголовки, бесконтактного токосъемника и входного импеданса усилителя воспроизведения. Получена комплексная передаточная функция схемы, в которой учтены различные виды потерь и частотные зависимости элементов. Проанализированы амплитудно-частотные, фазово-частотные характеристики и характеристики группового времени запаздывания входной цепи и приведены алгоритмы вычисления этих характеристик на ЭВМ.

**Аппроксимация зависимости электрических параметров магнитной головки для видеозаписи в рабочем диапазоне частот.** Сазонов А. П.— «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. 11 (30), с. 51—53.

Рассматривается возможность получения аналитических зависимостей параметров магнитных головок от частоты по результатам измерений активного и индуктивного сопротивлений головки на двух частотах.



УДК 681.84.083.82

**Уменьшение потерь в магнитных головках стирания.** Колесников В. И., Шапиро И. А.—«Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. III (30), с. 54—57.

Экспериментально показано преобладание в ферритовых головках стирания потерь на гистерезис. Обосновывается целесообразность уменьшения глубины рабочего зазора для снижения мощности потерь. Приводятся результаты экспериментальных исследований и даются рекомендации по улучшению эффективности ферритовых головок стирания.

УДК 621.318.134

**Технологические особенности магнитно-мягких ферритов.** Лосева О. А., Эйсулович А. С., Поликарпова Н. В., Пилатовская Р. И.—«Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. II (30), с. 58—63.

Исследовано влияние некоторых технологических факторов на свойства никель-цинковых ферритов с составом, близким к стехиометрии. Установлена корреляция экспериментальных данных с результатами Мессбауэровского анализа. Разработана гамма магнитно-мягких материалов с различными электромагнитными параметрами.

УДК 681.84.083.82

**Новые оксидные композиции для магнитных головок видеозаписи.** Жижина В. М., Лосева О. А., Эйсулович А. С., Фридлянд Г. В., Поликарпова Н. В.—«Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. III (30), с. 64—67.

Рассмотрены возможности получения магнитно-мягких ферритов, отвечающих требованиям, предъявляемым к магнитным головкам видеомagnитофонов с наклонно-строчной записью. Исследованы ферриты марганец-цинковой и никель-цинковой систем с различными легирующими добавками и отработана технология получения высокоплотных материалов. Получены магнитные головки с новым материалом магнитопроводов, обеспечивающим улучшение частотных характеристик воспроизведения и увеличение э. д. с. на 6—7 дБ.

УДК 681.84.083.82

**Совершенствование технологии формирования рабочих зазоров магнитных головок.** Лосева О. А., Горин А. Я., Корнейчев Н. А.—«Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. III (30), с. 68—71.

Рассмотрены общие вопросы технологии изготовления магнитных головок видеозаписи. Особое внимание уделено проблеме формирования рабочих зазоров сердечников. Дан анализ результатов введения в процесс изготовления головок дополнительной очистки магнитных материалов перед вакуумным нанесением ограничительных прокладок. Показана перспективность применения новых методов изготовления полублоков с заданными геометрическими размерами.

УДК 681.84.083.84

**Исследование характеристик магнитных порошков, определяющих их поведение в лаках.** Элиасберг И. И., Анастасюк Н. В., Пантер Г. Б., Теряева И. М., Гераськов В. П., Кузнецов В. Ф. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. 11 (30), с. 72—79.

Проведено сравнительное исследование физических, технологических и магнитных свойств порошков  $\gamma$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  с различной химической и термической предьсторией. Показано, что определение физических и технологических характеристик порошков позволяет установить предельные соотношения между жидкими и твердыми компонентами магнитных лаков. Найдено, что морфологические особенности магнитных порошков могут заметно влиять на характер и продолжительность процесса диспергирования ферролаков, а также на их магнитные свойства.

УДК 681.84.083.84

**Изменение свойств склеек магнитных лент, заложенных на хранение в различные климатические зоны СССР.** Элиасберг И. И., Тартак А. М., Антополова Р. Л. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. 11 (30), с. 80—85.

Изложены результаты исследования изменений прочностных свойств склеивающих материалов и выполненных с их помощью склеек магнитных лент под воздействием температуры и относительной влажности воздуха. Выявлено взаимодействие клеящего слоя и основы магнитных лент в процессе старения. Изменение прочностных свойств склеек наблюдалось в течение 2, 3, 5 и 6 лет выдержки в экстремальных условиях.

УДК 681.84.087.7

**К вопросу о защите стереофонических передатчиков от перемодуляции.** Папернов Л. З., Федорова Т. М. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. 11 (30), с. 86—88.

В соответствии с международными рекомендациями в стереофоническом радиовещании используются два типа системы АМ—ЧМ. Передача стереофонической информации накладывает на параметры сигналов дополнительные требования. Рассматриваются вопросы контроля формируемых сигналов. Определяется условие, при выполнении которого ограничивается как величина девиации частоты передатчика, так и величина модуляции поднесущей частоты комплексного стереофонического сигнала.

УДК 331.81:34:621.397

**Правовое регулирование рабочего времени творческих работников телевидения.** Волегов Ю. Б. — «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. 11 (30), с. 89—95.

Рассмотрены особенности правового регулирования рабочего времени творческих работников телевидения. Выявлены факторы, обуславливающие принятие специальных норм. Внесены предложения по совершенствованию отраслевых нормативных актов.

УДК 34:621.397

**Особенности возникновения и прекращения трудового правоотношения с некоторыми категориями творческих работников телевидения.** Волегов Ю. Б.— «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. 11 (30), с. 96—101.

Анализируется конкурсный порядок подбора и расстановки творческих работников телевидения. Вносятся предложения по совершенствованию законодательства и расширению применения конкурса при заключении и расторжении трудового договора с работниками телевидения.

УДК 654.19:658.54

**Художественно-творческие производственные нормативы телевидения.** Бродская В. С.— «Техника телевидения и радиовещания». Труды ВНИИТР, 1979, вып. 11 (30), с. 102—108.

Рассматриваются теоретические и практические аспекты нормирования труда творческих работников телевидения. Приведены и проанализированы основные положения отраслевой методической программы по созданию производственных нормативов, в том числе сформулированы основные направления сбора исходных материалов, выявлены и названы основные факторы, влияющие на длительность производственного процесса, определены виды разрабатываемых нормативных материалов, а также освещены другие основополагающие параметры.

## СОДЕРЖАНИЕ

Воронов М. В., Дерибас Г. Т., Малешко В. И. Имитационное моделирование телевизионных центров . . . . .	3
Воронов М. В., Загоровский К. О., Малешко В. Н. Модель планирования работы цеха телекомплекса . . . . .	10
Клящицкий М. Ю. Устройство для контроля видеосигналов репортажной станции цветного телевидения . . . . .	16
Зражевская М. И., Штейнберг А. Л. Индикатор цветового баланса	24
Михейкина О. В. Управляемый мультивибратор в режиме синхронизации частоты . . . . .	29
Елисеев О. А. Особенности построения схемы усилителя записи видеомангитофона с блоком на низкоомных головках . . . . .	36
Дохновский М. И., Лишин Л. Г. Обобщенный анализ входной цепи канала воспроизведения видеомангитофона . . . . .	43
<b>Сазонов А. П.</b> Аппроксимация зависимости электрических параметров магнитной головки для видеозаписи в рабочем диапазоне частот . . . . .	51
Колесников В. И., Шапиро И. А. Уменьшение потерь в магнитных головках стирания . . . . .	54
Лосева О. А., Эйсурович А. С., Поликарпова Н. В., Пилатовская Р. И. Технологические особенности магнитно-мягких ферритов . . . . .	58
Жижина В. М., Лосева О. А., Эйсурович А. С., Фридлянд Г. В., Поликарпова Н. В. Новые оксидные композиции для магнитных головок видеозаписи . . . . .	64
Лосева О. А., Горин А. Я., Корнеев Н. А. Совершенствование технологии формирования рабочих зазоров магнитных головок . . . . .	68
Элиасберг И. И., Анастасюк Н. В., Пантер Г. Б., Теряева И. М., Гераськов В. П., Кузнецов В. Ф. Исследование характеристик магнитных порошков, определяющих их поведение в лаках . . . . .	72
Элиасберг И. И., Тартак А. М., Антополова Р. Л. Изменение свойств склеек магнитных лент, заложенных на хранение в различные климатические зоны СССР . . . . .	80
Папернов Л. З., Федорова Т. М. К вопросу о защите стереофонических передатчиков от перемодуляции . . . . .	86
Волегов Ю. Б. Правовое регулирование рабочего времени творческих работников телевидения . . . . .	89
Волегов Ю. Б. Особенности возникновения и прекращения трудового правоотношения с некоторыми категориями творческих работников телевидения . . . . .	96
Бродская В. С. Художественно-творческие производственные нормативы телевидения . . . . .	102

# ТЕХНИКА ТЕЛЕВИДЕНИЯ И РАДИОВЕЩАНИЯ

ТРУДЫ ВНИИТР

Выпуск 11(30)

Редактор *А. Ф. Ермолаева*

---

Л-37537	Сдано в набор 02.10.79	Подписано в печать 30.01.80
Формат 70×108 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	Печ. л. 7,5	Усл. печ. л. 10,5
Тираж 700 экз.	Заказ 930	Уч.-изд. л. 9,6
		Цена 50 коп.

---

Типография ГОСИНТИ. Москва, Б. Полянка, 43.

**Цена 50 коп.**