

## Д.С. КАРПОВ

### Использование графов для наглядного моделирования информационных процессов

Среди способов практической реализации наглядного моделирования в обучении мы выделяем представление содержания и структуры учебной информации в виде такой разновидности знаково-символических наглядных средств, как граф. Высокую эффективность применения теории графов в обучении отмечает В.В. Афанасьев [1], который считает, что графы являются удобным языком для формулировки и эффективным инструментом для решения задач, относящихся к весьма широкому кругу проблем.

Информационная подготовка учащихся предусматривает рассмотрение сложных информационных объектов и процессов, характеризующихся высокой степенью абстракции. Использование графовых моделей позволяет представить эти объекты и процессы в доступной для понимания наглядной форме.

Под графом понимается совокупность двух непустых множеств – множества вершин и множества рёбер, причём каждое ребро соединяет не более двух вершин, а любую пару вершин соединяет не более чем одно ребро. Граф называется связным, если из любой вершины в любую другую можно пройти по рёбрам. Циклом называется замкнутый путь из рёбер, а деревом – связный граф без циклов. Граф, на котором указано направление каждого его ребра, называется ориентированным. Если на графе имеются как ориентированные, так и неориентированные рёбра, то он называется смешанным [2, 3].

Рассмотрим наглядное моделирование информационных процессов с помощью графов на примере обучения студентов педвуза использованию телевидеотехнических средств (темы «Аналоговые телевизионные стандарты» и «Формат VHS»).

Под телевидеотехникой понимается совокупность устройств, позволяющих принимать и предъявлять зрителю телевещательную информацию, передаваемую через эфир либо по каналам кабельного телевидения, а также устройств для создания, записи и воспроизведения видеофонограмм. Информационные процессы, происходящие в телевизионных и видеозаписывающих устройствах, достаточно сложны, и обучаемые могут испытывать значительные трудности на всех этапах освоения телевидеотехники. Одной из проблем, вызывающей затруднения даже у специалистов, является проблема полистандартности, выражающаяся в одновременном существовании различных стандартов телевидеотехники [4]. Сейчас педагог, использующий телевидеотехнику в учебно-воспитательном процессе, сталкивается как с аппаратурой, работающей в разных стандартах, так и с видеозаписями, сделанными в этих стандартах. Особенно часто с необходимостью решать непростые

информационно-технические задачи сталкиваются учителя и преподаватели иностранных языков. Поэтому при обучении студентов использованию телевидеотехнических средств имеет смысл вооружить обучаемых эффективными наглядными информационными моделями, способствующими обеспечению баланса научности и доступности изложения материала.

Рассмотрим модели, описывающие информационные процессы в телевидеоустройствах. В настоящее время в мире используются 11 стандартов аналогового цветного телевидения, объединённых в три системы – SECAM, PAL и NTSC, которые отличаются разными способами кодировки цветных динамических изображений. Закодированные изображения принимают форму сигнала, под которым понимается либо быстро меняющийся электрический ток, либо переменное электромагнитное поле. Сигнал изображения (VIDEO) несёт информацию о движущемся изображении, сигнал звука (AUDIO) несёт информацию о звуковом сопровождении. Для передачи в эфир сигналы изображения и звука определённым образом обрабатывают и смешивают. Сигнал изображения, закодированный способами SECAM, PAL или NTSC, можно по-разному смешать с сигналом звука. Так появляются разные стандарты одной и той же системы, например, стандарты SECAM-B,G; SECAM-L; PAL-B,G; PAL-I.

На рис. 1 показан граф систем и стандартов аналогового цветного телевидения. Системообразующим фактором здесь является понятие аудиовизуальной информации, которая может существовать в трёх формах – в форме радиосигнала, передаваемого через эфир или по высокочастотным кабелям; в форме низкочастотного (AUDIO + VIDEO) сигнала, передаваемого по двум независимым низкочастотным кабелям; в форме видеофонограммы, зафиксированной на ленточном магнитном носителе.

Множество вершин графа разбито на три подмножества: подмножество радиосигналов (телевизионных стандартов), подмножество низкочастотных сигналов (телевизионных систем) и подмножество видеофонограмм формата VHS. Граф наглядно демонстрирует существование двух разновидностей системы PAL (PAL и PAL-60) и двух разновидностей NTSC (NTSC-3,58 и NTSC-4,43). Разновидности PAL отличаются частотой смены кадров и полностью несовместимы; разновидности NTSC отличаются частотой поднесущей сигнала цветности (3,58 МГц и 4,43 МГц) и частично совместимы по чёрно-белому стандарту. Подмножество радиосигналов состоит из 22-х элементов, что означает потенциальную возможность существования 22-х разных стандартов цветного телевидения. Вершины стандартов, не используемых для эфирного телевидения, отмечены черной заливкой.

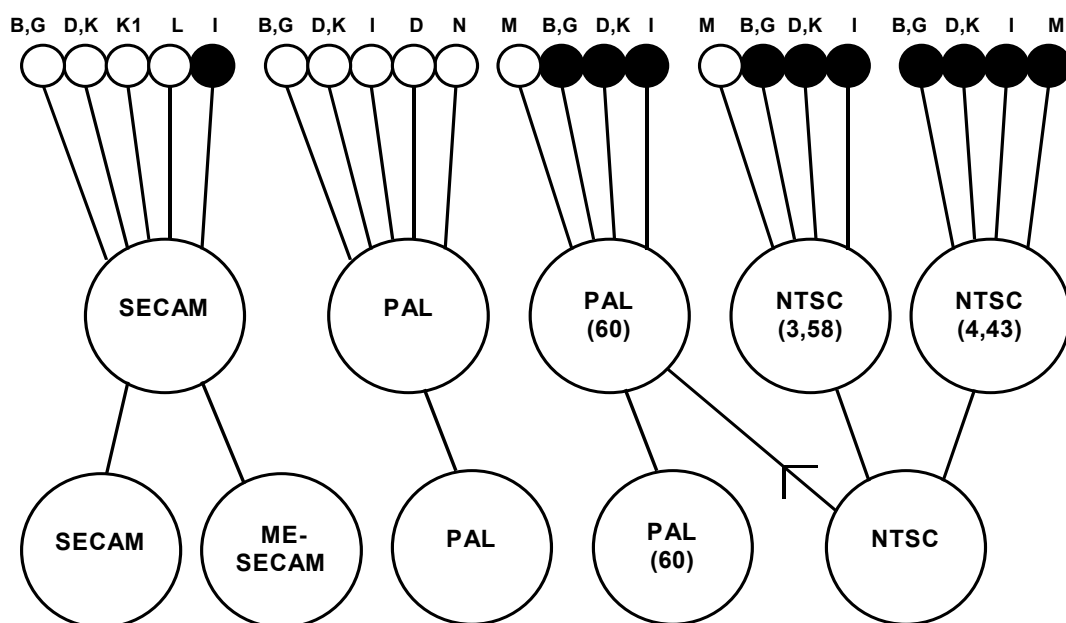


Рис. 1. Граф систем и стандартов аналогового цветного телевидения

«Несуществующие» телевизионные стандарты, такие как SECAM-I, NTSC-D,K, вполне могут быть реализованы в рамках домашней или учебной видеосистемы на уровне кабельных соединений. Вершины нижней части графа образуют подмножество видеофонограмм формата VHS. По конфигурации графа видно, что низкочастотный сигнал SECAM может быть записан на видеомэгнитофоне формата VHS двумя совместимыми только на черно-белом уровне способами – SECAM и MESECAM, а сигналы NTSC-3,58 и NTSC-4,43 после записи на магнитную ленту теряют отличие и приобретают одинаковую кодировку NTSC. Отметим, что граф на рис. 1 смешанный, так как ребро NTSC – PAL-60 ориентировано, и несвязный, так как состоит из трёх отдельных связных графов. Кодировка видеофонограммы PAL-60 является гипотетической из-за отсутствия у нас данных о работе видеомэгнитофонов, предназначенных для Бразилии.

Рассматриваемая графовая модель позволяет успешно решать целый ряд утилитарных задач, связанных с использованием телевидеотехники формата VHS. На практических занятиях по изучению этого формата можно предложить студентам для решения следующие задачи.

**Задача 1.** Имеется видеокассета VHS с видеофонограммой передач французского телевидения. В каком стандарте она записана?

**Решение.** Во Франции действует стандарт SECAM-L. Находим вершину L подмножества радиосигналов и прокладываем маршрут вдоль имеющихся рёбер в направлении вершин подмножества видеофонограмм. Возможны два варианта маршрута. Поэтому видеофонограмма может быть выполнена либо в кодировке SECAM, либо в кодировке MESECAM.

**Задача 2.** У профессора одного из колледжей США есть необходимость ознакомить студентов с серией передач российского телевидения. Можно ли это сделать, осуществив видеозапись в Москве?

**Решение.** В России телевизионные передачи транслируются в стандарте SECAM-D,K. Прокладывание маршрута даёт два варианта видеофонограмм – формата SECAM и формата MESECAM. Аналогичные действия применительно к США однозначно определяют приемлемый формат как NTSC. Поскольку граф не является связным, прокладывание маршрута SECAM – NTSC невозможно. Следовательно, просмотреть российскую видеофонограмму на аппаратуре, работающей исключительно в рамках NTSC (а такой видеотехники в США – подавляющее большинство), невозможно. Для успешного решения этой задачи необходимо либо наличие у американского профессора мультисистемного видеомагнитофона с возможностью воспроизведения сигнала SECAM, либо принятие мер по транскодированию сигнала SECAM в сигнал NTSC.

**Задача 3.** Имеется видеокассета с видеофонограммой формата NTSC. Каковы возможности её просмотра на телевизоре, снабжённом декодерами PAL и SECAM?

**Решение.** Граф показывает единственную возможность просмотра – по маршруту NTSC – PAL-60 вдоль ориентированного ребра. Этим ребром обозначена функция транскодирования сигнала NTSC в сигнал PAL-60, которой оборудованы многие бытовые видеомагнитофоны. Поэтому для решения задачи необходимо иметь видеомагнитофон с функцией транскодирования, а также убедиться, что в имеющемся телевизоре есть режим PAL-60 (в противном случае получится изображение, значительно сжатое по вертикали).

Конечно, предложенная модель не может быть инструментом разрешения абсолютно всех проблем, возникающих в процессе использования аппаратуры формата VHS. В частности, она неудобна для формирования целостного представления о процессах копирования видеофонограмм. С этой целью нами предлагается другая модель, граф которой изображен на рис. 2.

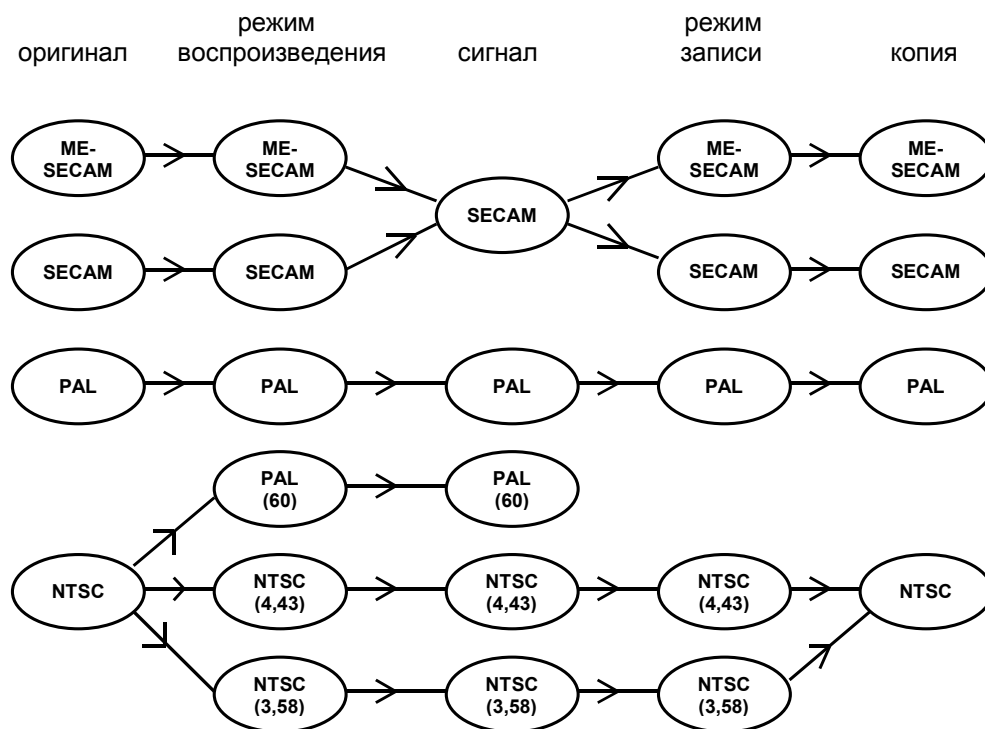


Рис. 2. Граф процессов копирования видеофонограмм формата VHS

Это несвязный ориентированный граф; ориентация показывает направление движения информации. Множество вершин графа разбито на пять подмножеств. Подмножество оригиналов и подмножество копий охватывают все возможные кодировки видеофонограмм формата VHS. Подмножества режимов демонстрируют режимы воспроизведения и записи видеофонограмм, которые должны быть активизированы для успешного осуществления процесса копирования. Подмножество сигналов объединяет низкочастотные сигналы разных типов. Как и в предыдущих графах, ориентация рёбер показывает направление информационных процессов. Тривиальные процессы копирования аудиальной информации звукового сопровождения в модели не отражены.

Понятие «режим воспроизведения» характеризует состояние воспроизводящего видеоаппарата; понятие «режим записи» характеризует состояние аппарата, осуществляющего видеозапись. Во многих случаях (но далеко не во всех) мультисистемные аппараты, способные работать в нескольких телевизионных системах, автоматически устанавливают определённый режим воспроизведения фонограммы той или иной кодировки. Возможности автоматике мультисистемных видеоаппаратов, работающих в режиме записи, исчерпываются способностью распознавать кодировки PAL и SECAM. Поэтому, строго говоря, использование автоматических режимов не обеспечивает успешного копирования видеофонограмм. Разрешить многие возникающие при копировании проблемы позволяет предлагаемая нами

наглядная графовая модель. Студентам для решения могут быть предложены следующие задачи.

**Задача 4.** Имеется видеофонограмма кодировки PAL. Можно ли, используя ручную установку режимов, получить копию, закодированную в другой системе?

**Решение.** Граф позволяет установить только один маршрут копирования видеофонограмм кодировки PAL (PAL – PAL – PAL – PAL – PAL). Поэтому PAL – единственно возможная кодировка видеофонограммы – копии.

**Задача 5.** Видеозаписи французских телепередач удаётся воспроизвести только в чёрно-белом варианте. Как получить цветное изображение?

**Решение.** Видеомагнитофоны, продаваемые во Франции, обеспечивают запись видеофонограмм с эфира в кодировке SECAM (см. задачу 1). Граф показывает, что для её воспроизведения необходимо наличие в воспроизводящем видеоаппарате режима SECAM, что встречается весьма редко. Чёрно-белая картина наблюдается при воспроизведении видеофонограмм кодировки SECAM в режимах MESECAM или PAL. При отсутствии в имеющемся аппарате режима воспроизведения SECAM необходимо сделать копии с видеофонограмм – оригиналов по маршруту (см. граф) SECAM – SECAM – SECAM – MESECAM – MESECAM. В качестве воспроизводящего необходимо использовать видеоаппарат с функцией воспроизведения SECAM, в качестве записывающего – другой видеоаппарат, поставив его в режим записи видеофонограмм кодировки MESECAM. Режим MESECAM имеется во всех распространённых в России видеоаппаратах, поэтому проблем с воспроизведением видеофонограмм-копий не будет.

**Задача 6.** Необходимо сделать копию видеофонограммы кодировки NTSC. Имеется видеоаппарат, способный работать в режимах записи NTSC-3,58 и NTSC-4,43. Каковы требования ко второму видеоаппарату?

**Решение.** Граф показывает, что существует два маршрута копирования видеофонограммы NTSC. Если на записывающем аппарате установить режим записи NTSC-4,43, то копирование пойдёт по маршруту NTSC – NTSC-4,43 – NTSC-4,43 – NTSC-4,43 – NTSC. Для его реализации необходимо иметь воспроизводящий аппарат с режимом NTSC-4,43. Аналогично, при установке режима записи NTSC-3,58 необходимо иметь воспроизводящий аппарат с таким же режимом воспроизведения, т.е. NTSC-3,58.

Если воспроизводящий аппарат имеет два режима воспроизведения – NTSC-4,43 и NTSC-3,58, то для получения копии видеофонограммы, закодированной в NTSC, можно пользоваться любым из двух описанных маршрутов. Поскольку вершина PAL-60 подмножества сигналов и вершина NTSC подмножества копий не имеют общего ребра, то аппарат, оборудованный только одним режимом воспроизведения NTSC – PAL-60 (режимом транскодирования NTSC в PAL), для получения копий видеофонограмм кодировки NTSC непригоден.

Разработанные нами графовые модели можно классифицировать как продукционно-семантические, поскольку они имеют признаки: а)

семантических моделей, так как вершины графов соответствуют разнообразным состояниям телевидеотехнической информации, а ребра отражают процессы прохождения и преобразования информационных сигналов; б) продукционных моделей, поскольку они фиксируют процедуры действий при решении конкретных задач.

### **Библиографический список**

1. Афанасьев В.В. Формирование творческой активности студентов в процессе решения математических задач. Ярославль: ЯГПУ, 1996. 168 с.
2. Афанасьев В.В. Введение в теорию вероятностей с помощью графов // Математика. Еженедельное приложение к газете «Первое сентября». 1999. № 35. С. 8–12.
3. Оре О. Графы и их применение. М.: Мир. 1965. 174 с.
4. Сворень Р. Цветное ТВ: столпотворение стандартов // Наука и жизнь. 1990. № 5. С. 33–36.