

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УЧЕБНЫХ  
ВИДЕОФИЛЬМОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТОЭ

Чорноус Е.В., Гейер Р.Г., Готин Б.А.

Донецкий национальный технический университет

*Навчальні анімаційні відеофільми, розроблені на основі Mathcad-програм, дозволяють наглядно продемонструвати деякі складні у вивченні процеси, що протікають у часі і просторі. В теоретичній електротехніці це, перш за все, явища поширення сигналу в лінії, стоячі хвилі, перехідні процеси і т. п. Навчальні відеофільми, як доповнення до лекційних чи практичних занять, сприяють кращому розумінню цих явищ і більш швидкому їх вивченню.*

В каждой технической дисциплине существуют процессы и явления, которые трудно, иногда невозможно, представить без использования таких наглядных пособий, как диаграммы, графики и др. Однако, известны протекающие во времени процессы или явления, изучить которые затруднительно даже при помощи графиков или диаграмм, неизменных во времени. В курсе теоретической электротехники к таким явлениям относятся: переходные режимы в линейных и, особенно, в нелинейных цепях; распространение волн или сигналов в цепи с распределенными параметрами; стоячие волны и переходные режимы в линии.

Современный уровень программного обеспечения позволяет получить программные средства, способные наглядно демонстрировать процессы, меняющиеся и во времени, и в пространстве. Решение этой задачи заключается в использовании учебных анимационных видеофильмов. На кафедре ТОЭ ДонНТУ разработано около 20 таких учебных средств, применяемых при изучении наиболее трудоемких в понимании и изучении процессов и явлений.

Рассмотрим видеофильм “Переходные процессы в цепи  $r - L - C$ ”, один из кадров которого приведен на рис. 1. В курсе ТОЭ эта цепь рассматривается как “классическая”. Ее механическими аналогами являются пружинный маятник, механическая система измерительного прибора, амортизатор, противооткатное устройство орудия и т. д. Сценарием фильма предусмотрено изучение динамических свойств этой цепи при изменении ее сопротивления  $r$ . Каждый кадр фильма, соответствующий



Таким образом, видеофильм позволяет получить наглядное представление о корневых годографах, о тесной связи между расположением корней на комплексной плоскости и характером переходного процесса, а также о физическом смысле критического сопротивления.

Кадр из второго фильма “Многократное отражение прямоугольного импульса в длинных линиях” приведен на рис. 2. Поскольку распространение сигнала в длинной линии зависит и от времени и от координаты, этот процесс трудно отобразить на двумерном графике. Однако видеофильм, благодаря смене кадров с двумерными графиками, позволяет этот процесс “оживить” и наглядно показать движение сигнала и во времени, и в пространстве.

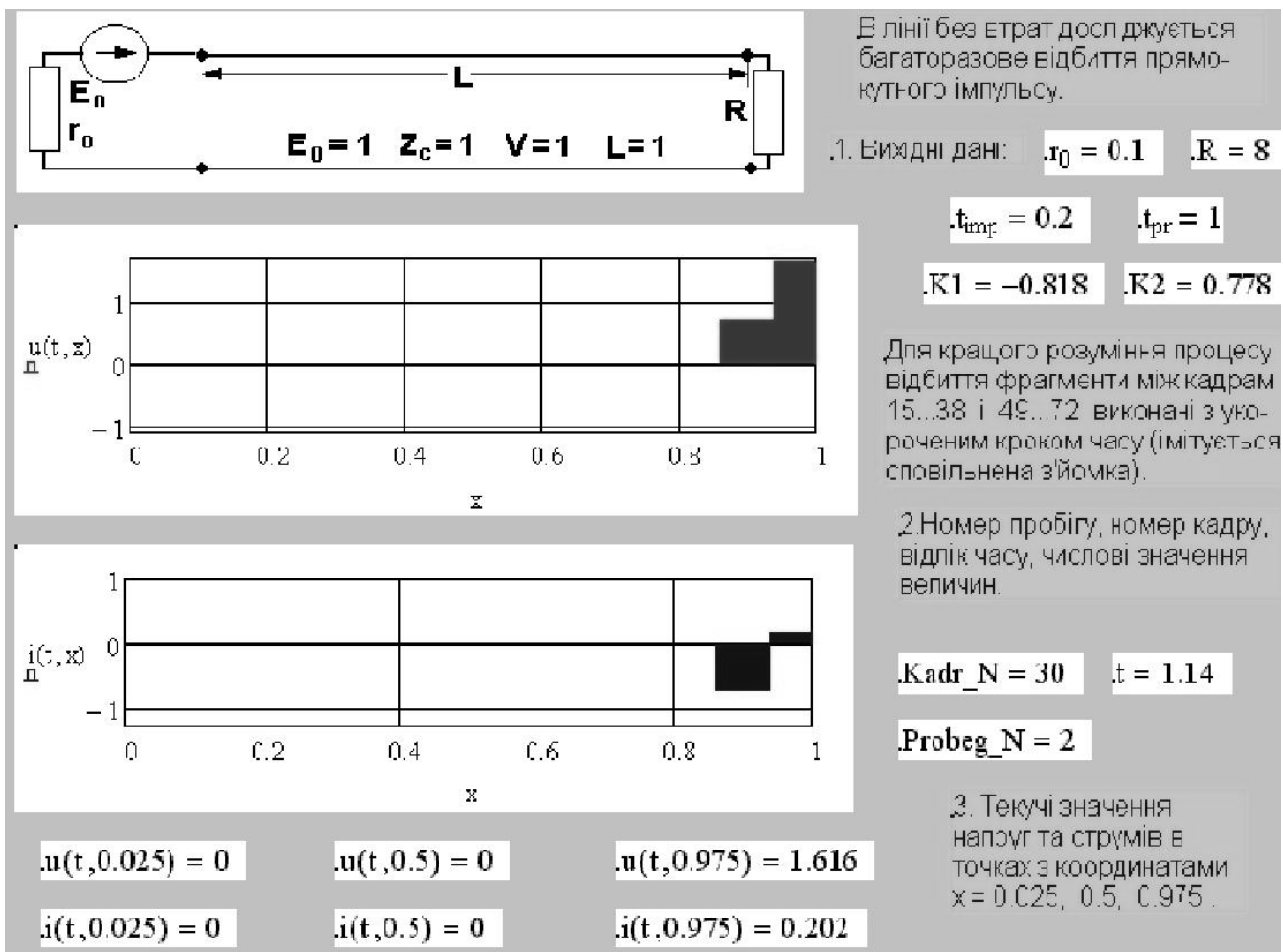


Рисунок 2. Кадр видеофильма “Многократное отражение прямоугольного импульса”.

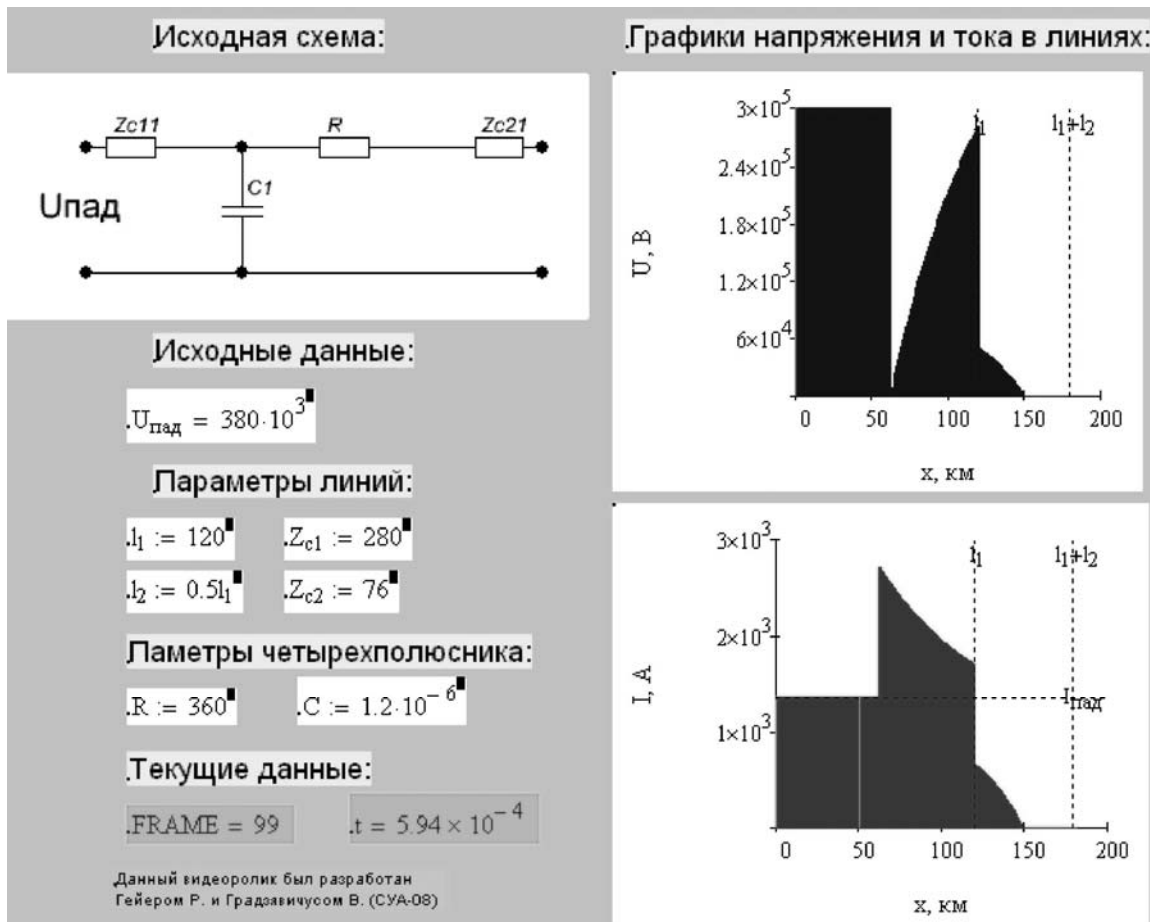
На “застывшем” кадре (№ 30) показаны эпюры напряжения и тока для момента времени, когда фронт импульса уже отразился от активной нагрузки, и, пройдя “мимо” среза, движется к началу линии. В правой части эпюры ( $u = 1.778$ ,  $i = 0.222$ ) наблюдаем наложение прямой и отраженной частей импульса, а левее ( $u = 0.778$ ,  $i = -0.222$ ) только его отраженную часть.

Для рационального использования времени (и памяти) в фильме подробно (с малым шагом) показаны процессы отражения импульса от нагрузки и от источника, когда его амплитуда уменьшается, а его прохождение вдоль линии выполняется всего за несколько “прыжков”, благодаря чему делается акцент на наиболее интересных явлениях.

Одним из самых сложных для понимания (с точки зрения студентов) являются переходные процессы в линиях при наличии реактивных элементов. По этой теме разработано несколько видеофильмов. В качестве примера рассмотрим фильм, разработанный студентами гр. СУА– 08. Его суть: по воздушной линии распространяется прямой фронт (рис. 3), который в сечении неоднородности “мимо” емкости  $C1$  “через” сопротивление  $R$  переходит (преломляется) в кабельную линию. “Застывший” кадр (№ 99) фиксирует момент времени, когда отраженная от сечения неоднородности волна достигает середины воздушной линии.

С течением времени (т.е. по мере смены кадров), наблюдается движение отраженной и преломленной волн, причем, поскольку фильм перенасыщен информацией, крайне желательны, по крайней мере, при первой демонстрации комментарии преподавателя, например, следующие:

1. Точка нулевого потенциала на эпюре напряжений распространяется влево (в воздушную линию) и вправо (в кабельную линию), в то время как на эпюре тока влево распространяется точка удвоенного тока, а справа эпюра тока подобна эпюре напряжения. Эти особенности хорошо иллюстрируют коммутационные свойства емкости.
2. Разница в напряжениях справа и слева в непосредственной близости от сечения неоднородности равна напряжению на сопротивлении  $R$ , а разница токов в том же сечении равна зарядному току емкости.



*Рисунок3. Кадр видеофильма “Прохождение прямого фронта из воздушной линии в кабельную через четырехполюсник R–C”.*

Учебные видеофильмы, несмотря на большую информационную насыщенность, являются серьезным подспорьем при изучении сложного теоретического материала. Их можно с пользой применять в качестве наглядного пособия, как на аудиторных занятиях, так и при самостоятельной работе. Более того, студенты отмечают пользу этого вида обучения (лучше раз увидеть...), а повсеместное распространение компьютерной техники этому способствует.

Практически все видеофильмы имеют текстовые описания, комментарии и вопросы самоконтроля, но поскольку студенты их читать не любят, желательны, хотя бы при первой демонстрации, комментарии преподавателя.

9.04.11.