разности потенциалов между нами. Удастся ли нам перераспределить их так, как ты хочешь?

– А вы проводимости дополнительные выбирайте по правилу

$$\Delta\sigma_{i,k} = \frac{\sigma_{i,n}\sigma_{k,n}}{\sigma_{1,n} + \sigma_{2,n} + \ldots + \sigma_{n-1,n}},$$

авось и получится.

Проверили узлы это правило. И вышло все, как и предсказывал старый узел – не изменилось общее сопротивление цепи. Отпустили они его на покой. И стали жить-поживать, как схема из $(n-1)$ узла с проводимостью между i-м и k-м узлами, пересчитанной по правилу

$$\sigma'_{i,k} = \sigma_{i,k} + \frac{\sigma_{i,n}\sigma_{k,n}}{\sigma_{1,n} + \sigma_{2,n} + \ldots + \sigma_{n-1,n}}.$$

– Вот такая история. Ну, а что касается метода, то, надеюсь, вы поняли его смысл?

– Конечно, исключая узлы по очереди, мы в конце концов получим схему, состоящую из двух узлов. Проводимость между ними и будет общей проводимостью цепи. Только странно, что такой общий метод расчета нам неизвестен.

– Официальное название этого метода – метод узловых проводимостей. Если вы хотите познакомиться с его выводом из общих принципов, прочитайте Приложение. А неизвестен он вам потому, что для обычных школьных схем он не очень хорош. Такие схемы слабо заполнены, т.е. отношение числа проводников к числу узлов в них порядка единицы. Поэтому на начальном этапе при исключении узлов число новых сопротивлений катастрофически растет. При расчетах вручную это очень неудобно. А вот для полных или почти полных схем, в которых почти все узлы связаны между собой и которые мы собираемся рассмотреть, каждый шаг приносит упрощение.

– А я узнал этот метод. Это школьное правило о замене двух последовательно включенных сопротивлений на одно (рис.4,*а*). Смотрите, что получится, если исключить узел *3*:

$$\sigma'_{1,2} = \sigma_{1,2} + \frac{\sigma_{1,3}\sigma_{2,3}}{\sigma_{1,3} + \sigma_{2,3}} = \frac{(1/R_1)(1/R_2)}{(1/R_1) + (1/R_2)} = \frac{1}{R_1 + R_2},$$

или

$$R_{1,2} = R_1 + R_2.$$

– Очень полезное наблюдение. А для схемы 4,*б* новое правило совпадает с правилом электротехники о замене «звезды» на «треугольник»:

$$R_{1,2} = R_1 + R_2 + \frac{R_1R_2}{R_3}$$

и, аналогично, для $R_{2,3}$ и $R_{3,1}$.

Упражнение 1. Получите это правило с помощью метода старого узла. *Указание*: исключите узел *4*.

– Метод старого узла универсален и содержит в себе уже известные вам методы. Особое его преимущество – алгоритмичность. С его помощью легко составить программу, рассчитывающую сопротивление цепи по

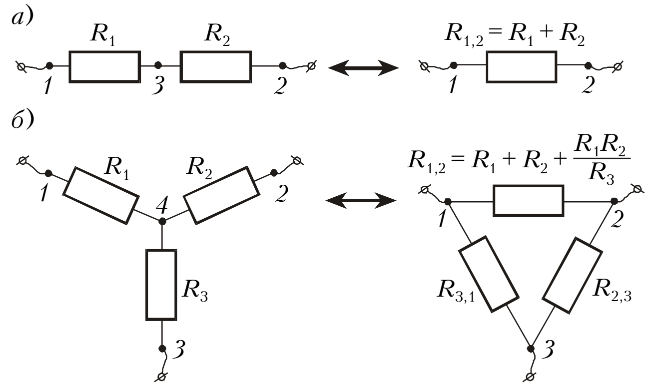

Рис.4. Частные случаи общего метода

заданной таблице проводимостей $\sigma_{i,k}$. Я думаю, неплохо было бы иметь такую программу в нашем кружке. Ведь если вы и дальше собираетесь расписывать по шесть листов для решения задачи, то знание конечного ответа могло бы очень пригодиться в вашем нелегком труде. Итак, метод выбран, осталось применить его.

Вакуум

– Давайте начнем с самого сложного случая – с полной цепи. Будем называть полной цепью цепь, в которой каждый узел связан с другими узлами (рис. 5,*а*). Только давайте для начала считать все проводни-

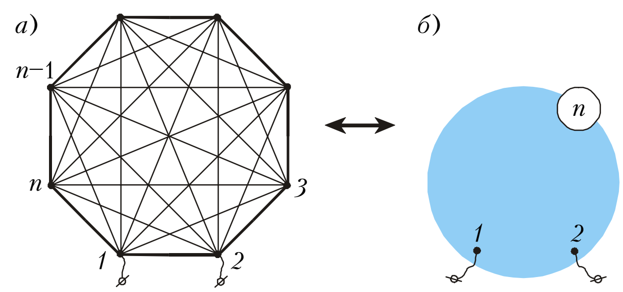

Рис.5. Новое изображение полной цепи

ки одинаковыми с проводимостями σ_0. В конце концов, и в обычных задачах сопротивления подбираются специальным образом, чтобы сработал какой-нибудь метод.

И второе, если уж мы собираемся взглянуть на эти задачи по-новому, то давайте и рисунки рисовать не по правилам. Скажем, проводники с проводимостью σ_0 вообще обозначать не будем, а если вдруг мы введем в цепь проводники других номиналов, то обозначим их цветными линиями. К примеру, те, которых нет, – черной линией. Смотрите (рис.5,*б*), во что превратится тогда стандартное изображение полной цепи.

– Так ведь это пустота!

– Согласен. Только давайте вместо слова «пустота» употреблять слово «вакуум». Ведь у нас не то чтобы совсем ничего нет, просто нет никакого отличия одного элемента от другого. Число узлов n будем называть порядком вакуума, а проводимость участков между узлами – вакуумной проводимостью.

Давайте рассчитаем проводимость вакуума n-го по-