

УДК 519.6 | **ОТ ТЕОРИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ НОМОГРАММ К ПРАКТИКЕ ИХ МНОГОВАРИАНТНОГО И МНОГОКРАТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Татьяна Ивановна Кузнецова
д.п.н., профессор
kuzti45@gmail.com
г. Москва

Московский государственный
университет им. М.В. Ломоносова

Аннотация. Статья является продолжением статьи [1], материалы которой были представлены на III Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы математики и информатики: теория, методика, практика» (20 апреля 2017 г., Елец, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина) и посвящена специальным геометрическим моделям функциональных зависимостей — номограммам. Предлагается расширение использования номограммы для расчёта сопротивления параллельно соединённых проводников, на область легкой промышленности, а именно, на ткацкое производство: определение номера пряжи, полученной после скручивания двух или более одинарных нитей одинаковых или различных номеров. Рассмотренный пример номограммы демонстрирует учащимся глубинную связь между теорией, изучаемой в школе, с практикой применения её в промышленном производстве. Излагаемый материал доступен учащимся средней школы, и не только с точки зрения применения, но и с точки зрения обоснования и конструирования.

Ключевые слова: номография; номограмма; геометрия; геометрическая модель; вычисление с помощью номограмм.

По моему глубокому убеждению, многие номограммы по своей природе близки к раз-
делу элементарной математики, где рассматриваются геометрические методы
построения алгебраических формул.

А.А. Глаголев.

В работе [1, рис. 3] приведена и обоснована рабочая номограмма для решения уравнения

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}, \quad (1)$$

где R — общее сопротивление при параллельном соединении проводников, R_1, R_2, R_3 — сопротивления участков. На этой номограмме можно решать и уравнение с меньшим количеством переменных:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \quad (2)$$

и с большим:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}. \quad (3)$$

Напомним, что, аналогичные номограммы могут быть использованы для решения уравнений из области физики (возможно, с изменёнными масштабами шкал):

- при расчете тонкой линзы (раздел «Оптика»),
- при расчете общей индуктивности цепи, состоящей из нескольких катушек при параллельном их соединении, а также - при расчете общей электрической ёмкости це-

пи, состоящей из нескольких последовательно соединённых конденсаторов (раздел «Электричество»).

Отметим, что эта номограмма не зависит от физических свойств участвующих материальных объектов, а исключительно от математической зависимости, в которой находятся их количественные описания.

Оказывается, существует ещё одна область, в которой имеют место соотношения, аналогичные (1) – (3). Это текстильная промышленность, точнее, ткацкое производство, а именно, определение номера кручёной пряжи. Рассмотрим этот вопрос подробнее. В условиях ткацкого производства, чтобы получить кручёную пряжу, скручивают две или более одинарных нитей одинакового или различных номеров. При этом номер N кручёной пряжи определяется по специальным формулам:

- при скручивании двух нитей с номерами N_1 и N_2 —

$$N = \frac{N_1 N_2}{N_1 + N_2}, \quad (4)$$

- при скручивании пряжи из трёх нитей с номерами N_1 , N_2 и N_3 —

$$N = \frac{N_1 N_2 N_3}{N_1 N_2 + N_1 N_3 + N_2 N_3}. \quad (5)$$

Преобразуем соотношение (4) следующим образом:

$$\frac{1}{N} = \frac{N_1 + N_2}{N_1 N_2}, \quad \frac{1}{N} = \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}. \quad (6)$$

Аналогично поступим с соотношением (5):

$$\frac{1}{N} = \frac{N_1 N_2 + N_1 N_3 + N_2 N_3}{N_1 N_2 N_3}, \quad \frac{1}{N} = \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} + \frac{1}{N_3}. \quad (7)$$

Сравнив соотношения (6) и (2), делаем вывод о том, что они отличаются друг от друга только обозначениями переменных, налицо одна и та же зависимость. То же самое можно сказать и о соотношениях (7) и (1). Это значит, что для решения этих уравнений целесообразно использовать одну номограмму. Проблема может возникнуть только в несоответствии пределов изменения переменных. Решить эту проблему можно либо способом, описанным в п. 9 [1], либо с помощью подходящего изменения масштаба шкал. На рис. 1 представлена номограмма, по которой можно определить номер пряжи, скручиваемой из двух или большего числа нитей. Масштаб шкал на ней выбран в соответствии с пределами изменения номеров пряжи.

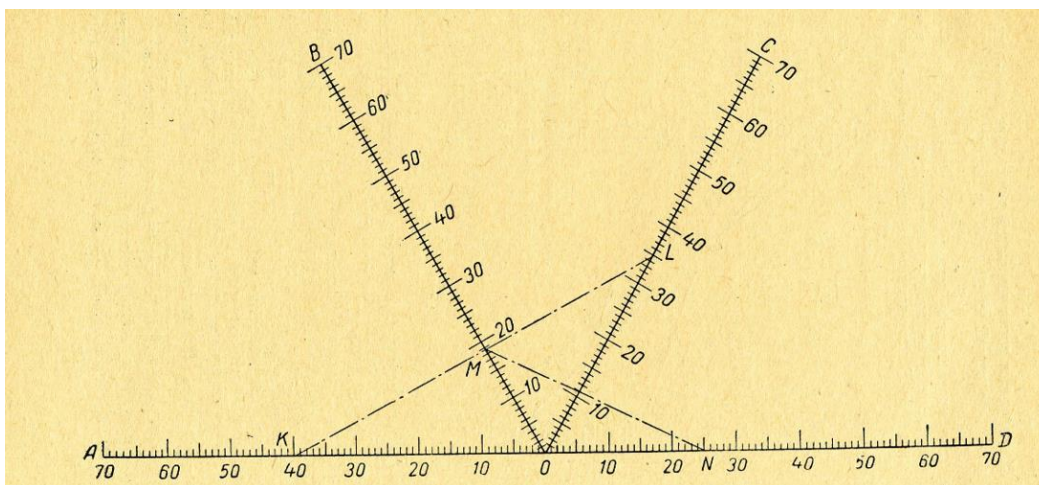


Рис. 1. Номограмма для определения номера кручёной пряжи

Покажем решение на номограмме следующей конкретной задачи.

Задача 1. Определить номер кручёной пряжи из одинарных нитей, если $N_1 = 35$, $N_2 = 40$, $N_3 = 25$.

Решение.

- Находим на шкале OA точку K с пометкой 40, на шкале OC — точку L с пометкой 35.

- Соединив эти точки отрезком прямой, в пересечении со шкалой OB получаем точку M .

- На шкале OD находим точку N с пометкой 25.

- Соединив точки M и N отрезком прямой, в пересечении со шкалой OC получаем точку, пометка которой даёт искомое значение номера кручёной пряжи, т. е. $N = 11$.

Задача 2. Имеется пряжа с номером $N_1 = 30$. С каким номером N_2 надо подобрать другую пряжу, чтобы получить кручёную пряжу с номером $N = 10$?

Решение.

- Находим на шкале OA точку с пометкой 30, а на шкале OB — точку с пометкой 10.

- Через эти точки проводим прямую, которая пересекает шкалу OC в точке с пометкой $N_2 = 15$. А это и есть искомый результат.

Предлагаем читателю самостоятельно решить следующие задачи — сначала с помощью номограммы рис. 1, а затем вручную, и сравнить ответы и затраченное время:

Задача 3. Определить номер кручёной пряжи после крутки пряжи двух одинаковых номеров $N_1 = N_2 = 38,5$. Ответ: 19,25.

Задача 4. Определить номер N кручёной пряжи, получающейся при скручивании пряжи трёх номеров: $N_1 = 42$, $N_2 = 56$, $N_3 = 55$. Ответ: 17.

Задача 5. Имеется пряжа с номером $N_1 = 30$. С каким номером N_2 надо подобрать другую пряжу, чтобы получить кручёную пряжу с номером $N = 12$? Ответ: 20.

Замечания. 1. Нетрудно доказать, что при скручивании произвольного количества нитей имеет место соотношение, аналогичное соотношению (3) для определения общего сопротивления при параллельном соединении проводников:

$$\frac{1}{N} = \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} + \dots + \frac{1}{N_n}.$$

Для этого достаточно воспользоваться наличием формулы (4) и методом полной математической индукции.

2. В описании решения задач для наглядности использовались построения отрезков и прямых, хотя в практике использования номограмм из выравненных точек, к которым относятся как номограммы работы [1], так и номограмма рис. 1 настоящей заметки, бывает достаточно приложить к отмеченным точкам край линейки.

3. Последнее обстоятельство позволяет одну и ту же номограмму использовать многократно,

Заключение. Номограмма, приведённая здесь, как и многие другие, может быть построена учащимися средней школы — как обычными способами, так и с помощью интерактивных геометрических систем: пакета «Живая геометрия», входящего в состав образовательного комплекса «1С:Математика, 5–11 классы. Практикум», разработанного в рамках проекта «Информатизация системы образования», или программы «1С:Математический конструктор», что вполне соответствует требованиям ФГОС.

В популяризации номографии большое значение имеет участие в этом процессе научной молодежи. В связи с этим хочется привести слова учащегося 9-го класса школы № 8 г. Клин, открывшего для себя номограммы и мечтающего посвятить свою

жизнь развитию номографии и её использованию в народном хозяйстве: «Разработка и составление номограмм — целое искусство: надо не только удачно планировать маршрут по данным, но и выбрать правильный масштаб, чтобы охватить нужный диапазон данных, а это непросто и требует особого навыка. Скоро я закончу школу, моя будущая специальность будет связана с математическими расчётами, где обязательно найдут применение номограммы» [2].

Список литературы

1. Кузнецова Т.И. Конструирование специальных геометрических моделей для расчёта функциональных зависимостей // CONTINUUM. Математика. Информатика. Образование. 2017. Вып. № 3. С. 11 – 18.
2. Старостин И.Е. Считающие чертежи: Научно-исследовательская работа // VIII Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум». 2016. <https://www.scienceforum.ru/2016/pdf/29087.pdf>

FROM THE THEORY OF DESIGNING OF NOMOGRAMS TO THEIR PRACTICE MULTIPLE AND REPEATED USE

T.I. Kuznetsova
Dr. Sci. (Pedagogy), professor
kuzti45@gmail.com
Moscow

Lomonosov Moscow State University

Abstract. Article is continuation of article [1] of the same name which materials have been presented at the III International scientific and practical conference "Current problems of mathematics and informatics: the theory, a technique, practice" (on April 20, 2017, Yelets, the Yelets state university of I.A. Bunin) is also devoted to special geometrical models of functional dependences — to nomograms. Expansion of use of the nomogram constructed for calculation of resistance in parallel of the connected conductors on the field of light industry, namely, on weaver's production is offered: definition of a yarn count, received after twisting of two or more unary threads of identical or various numbers. The reviewed example of the nomogram shows to pupils deep communication between the theory studied at school with practice of its application in industrial production. The stated material is available to pupils of high school, and not only from the point of view of application, but also from the point of view of justification and designing.

Keywords: nomography, nomogram, geometry, geometrical model, calculation by means of nomograms.

References

1. Kuznetsova T.I. (2017) Konstruirovaniye spetsial'nykh geometricheskikh modelei` dlia raschyota funktsional'nykh zavisimosti` [Designing of special geometrical models for calculation of functional dependences] // CONTINUUM. Mathematics. Informatics. Education. Issue No. 3. Pp 11-18.
2. Starostin I.E. (2016) Schitaiushchie chertezhi: Nauchno-issledovatel'skaia rabota [The considering drawings: Research work] // the VIII International student's electronic scientific conference "Student's Scientific Forum". <https://www.scienceforum.ru/2016/pdf/29087.pdf>