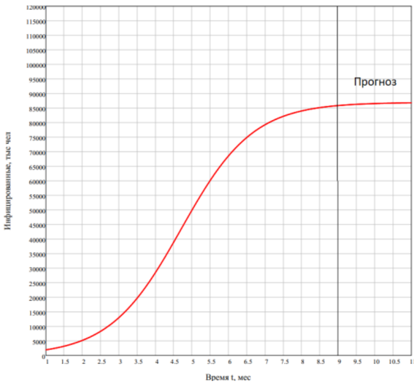

Рис. 2. Прогноз по заражению на ближайшие месяцы

Литература

1. Кант, В.И. Математические методы и моделирование в здравоохранении / В.И. Кант. – М., 1987.
2. Боев Б.В., Франк К.Д., Шашков В.А. Математическое моделирование и прогнозирование массовых эпидемических процессов / Б.В. Боев, К.Д. Франк, В.А. Шашков. – М., 2009.

УДК517.518.45

ПРИМЕНЕНИЕ РЯДОВ ФУРЬЕ В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

студент Пасько А.С.
Научный руководитель – ст. преподаватель Кленовская И.С.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

В электроэнергетике как стандартная форма напряжений и токов принята синусоидальная форма. Именно в синусоидальной форме токи и напряжения легко записать в комплексной форме, что позволяет легко проводить с ними любые математические действия. Но в реальности формы кривых напряжений и токовотличаются от синусоидальных. В промышленных сетях идеально синусоидального тока и напряжения встретить невозможно. Стремительное развитие полупроводниковой преобразовательной техники и использование ее в тиристорных электроприводах, вентильных преобразователях привело к снижению качества питающей сети. Это объясняется тем, что изменения режима работы преобразовательных установок прямо передаются в питающую электрическую сеть. Искажение формсинусоид у приемников приводят к появлению дополнительных потерь, а также снижениюкпд. Синусоидальность формы кривой напряжения генератора является одним из важных показателей качества электрической энергии, рассматриваемой как товара, поэтому необходимо стремиться к идеальной форме синусоиды.

Несинусодальность токов и напряжений обусловлена из-за следующих причин: наличие вцепи параметрических элементов, нелинейных элементов. Реальные источники электрической энергии, к примеру трехфазные генераторы, не могут обеспечить идеальную синусоидальную форму выходного напряжения. Могут влиять все перечисленные факторы.

Таким образом, в реальных условиях при производстве расчетов над периодическими функциями токов и напряжений мы имеем дело с несинусоидальными функциями, что не позволяет проводить расчеты в комплексной форме. Тут нам могут помочь знания, полученные в 3-ем семестре на высшей математике, а именно ряды Фурье. Как известно, любая периодическая функция времени, удовлетворяющая условиям Дирихле (функции, рассматриваемые в электротехнике, этим условиям удовлетворяют), может быть разложена в тригонометрический ряд (функция $i(t)$взята для примера):

$$\begin{aligned} i(t) = I_0 + Im_1 \sin(\omega t + \alpha_1) \\ + Im_2 \sin(2\omega t + \alpha_2) + \dots + Im_k \sin(k\omega t + \alpha_k) \\ = I_0 + \sum_{k=1}^{\infty} Im_k \sin(k\omega t + \alpha_k)\,. \end{aligned}$$

Здесь I_0 — постоянная составляющая, $Im_k \sin(\omega t + \alpha_k)$ — k-я гармоническая составляющая. 1-я гармоника является основной, а все дальнейшие — высшими.

Амплитуды отдельных гармоник Im_k не зависят от метода разложения функции $i(t)$ в ряд Фурье, но начальные фазы отдельных гармоник α_k зависят от выбора начала координат.

Отдельные гармоники ряда Фурье возможно представить в виде суммы синусной и косинусной составляющих:

$$Im_k \sin(k\omega t + \alpha_k) = Im_k \cdot \cos\alpha_k \cdot \sin k\omega t + Im_k \cdot \sin\alpha_k \cdot \cos k\omega t = I_{Sk} \cdot \sin k\omega t + I_{Ck} \cdot \cos k\omega t$$

Тогда весь ряд Фурье получит вид:

$$i(t) = I_0 + \sum_{k=1}^{\infty} I_{Bk} \cdot \sin k\omega t + \sum_{k=1}^{\infty} I_{Ak} \cdot \cos k\omega t.$$

Соотношения между коэффициентами двух форм ряда Фурье имеют вид:

$$I_{Bk} = Im_k \cdot \cos\alpha_k\,; I_{Ak} = Im_k \cdot \sin\alpha_k;\ Im_k = \sqrt{{I_{Bk}}^2 + {I_{Ak}}^2};$$
$$\alpha_k = arctg\,\frac{I_{Ak}}{I_{Bk}}.$$

Соотношение между коэффициентами ряда Фурье можно представить в комплексной форме:

$$Im_k \sin(k\omega t + \alpha_k) = I_{Bk} \cdot \sin k\omega t + I_{Ak} \cdot \cos k\omega t \leftrightarrow Im_k e^{j\alpha_k} = I_{Bk} + jI_{Ak}.$$

Если периодическая несинусоидальная функция времени задана-аналитически в виде математического уравнения, то коэффициенты ряда Фурье определяются по формулам:

$$I_0 = \frac{1}{T}\int_0^T i(t) \cdot dt, I_{B_k} = \frac{2}{T}\int_0^T i(t) \cdot \sin(k\omega t) \cdot dt,$$
$$I_{C_k} = \frac{2}{T}\int_0^T i(t) \cdot \cos(k\omega t) \cdot dt, Im_k = I_{B_k} + jI_{A_k} = Im_k \cdot e^{j\alpha_k}.$$

При использовании рядов Фурье мы сможем привести несинусоидальную периодическую функцию к комплексной форме, что значительно упростит любые математические действия, проводимые с функциями.

Литература

1. Мазуренко А.А. Теоретические основы электротехники: Учебноепособие: в 2 ч. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://electro.bntu.by/user/MetTOE/LK_TOE_1.pdf. – Дата доступа: 15.04.2021. – Ч. 2. с. 132-140.
2. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике: полный курс. – М.: Айрис-пресс, 2009. – С. 478-483.

УДК 517.959:57

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ COVID-19 НА ОСНОВЕ УПРОЩЕННОЙ МОДЕЛИ SIR В СРЕДЕ MATHCAD

студент гр. 10706119 Крошенко Д.С.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Юринок В.И.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Коронавирусная инфекция COVID-19 превращается в привычное заболевание, значительно усиливающееся в весенне-осенний период. Системный подход к прогнозированию COVID-19 позволит получить примерные данные по заболеваемости и начать подготовку к прохождению очередной сезонной волны с минимальными людскими потерями и задействованными ресурсами.

Модель SIR описывается следующими упрощенными дифференциальными уравнениями:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI, \quad \frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I, \quad \frac{dR}{dt} = f\gamma I.$$