

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: Учебное пособие: в 2 ч. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://electro.bntu.by/user/MetTOE/LK\\_TOE\\_1.pdf](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:

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

В уравнениях используются следующие обозначения:  $S$  – численность восприимчивых (незараженных) людей;  $I$  – численность заболевших людей;  $R$  – численность выздоровевших людей;  $\beta$  – скорость передачи заболевания;  $\gamma$  – скорость выздоровления;  $1/\gamma$  – средняя продолжительность заболевания;  $f$  – доля выздоровевших людей.

В момент времени  $t_0$  берутся следующие начальные условия:

$$S(t_0) = S_0 > 0; I(t_0) = I_0 > 0; R(t_0) = R_0 > 0.$$

Так как средняя продолжительность заболевания составляет 14 суток, то скорость выздоровления  $\gamma = 1/14 = 0,0714$ . Средняя длительность инкубационного периода составляет 3 суток, поэтому скорость передачи заболевания  $\beta = 3/14 = 0,2143$ . На первое апреля 2021 года за весь период пандемии в Республике Беларусь были зарегистрированы 323 043 человека с COVID-19, при этом выздоровели 313 628 человек, откуда доля выздоровевших людей  $f = 313\,628/323\,043 = 0,97$ . Первого апреля 2021 года в Беларуси были инфицированы  $I_0 = 1236$  человек, выздоровели и  $R_0 = 1308$  человек. Численность населения Беларуси  $N = 9\,467\,000$  человек, откуда число восприимчивых людей на первое апреля 2021  $S_0 = 9\,467\,000 - 323\,043 = 9\,143\,957$  человек.

В результате решения системы дифференциальных уравнений с заданными начальными условиями в среде Mathcad составлен прогноз развития пандемии в Республике Беларусь на период с 1 по 30 апреля 2021 года. На рисунке 1 представлена программа численного решения системы дифференциальных уравнений, где  $V$  – вектор начальных условий, 0 и 30 – граничные значения решения задачи, 100000 – число интервалов разбиения отрезка от 0 до 30,  $D$  – вектор-функция, содержащая правые части первых производных, записанные в символьном виде:

Из графика на рисунке 2 видно, что число восприимчивых людей будет снижаться в соответствии с увеличением числа инфицированных и выздоровевших людей, следующим из графика на рисунке 3.

$$S_0 := 9143957 \quad I_0 := 1236 \quad R_0 := 1308 \quad \gamma := \frac{1}{14} \quad \beta := \frac{3}{14} \quad f := 0.97$$

$$Y := \begin{pmatrix} S_0 \\ I_0 \\ R_0 \end{pmatrix} \quad D(t, V) := \begin{pmatrix} -\beta \cdot V_0 \cdot V_1 \\ \beta \cdot V_0 \cdot V_1 - \gamma \cdot V_1 \\ f \cdot \gamma \cdot V_1 \end{pmatrix}$$

$$Z := \text{rkfixed}(V, 0, 30, 100000, D)$$

$$i := 0 \dots \text{rows}(Z) - 1$$

Рис. 1. Фрагмент программы решения системы дифференциальных уравнений в среде Mathcad

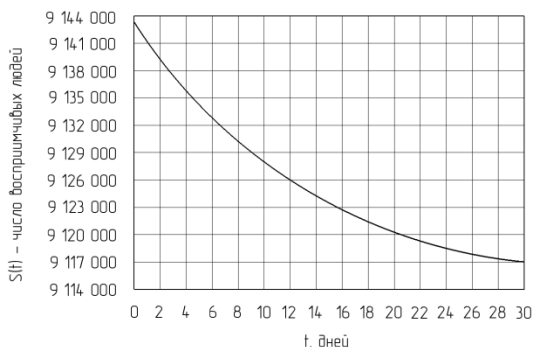


Рис. 2. Прогноз численности восприимчивых людей на апрель 2021 года

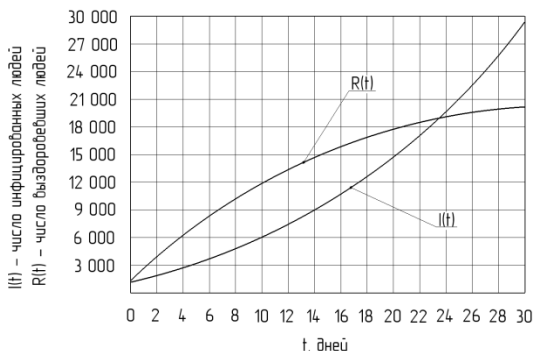


Рис. 3. Прогноз численности инфицированных и выздоровевших людей на апрель 2021 года

Следует заметить, что разница между числом заболевших и выздоровевших включает в себя как скончавшихся, так и

продолжающих болеть людей. То есть если человек заболел после 17 апреля, то он не сможет выздороветь до 30 апреля, так как при построении прогноза продолжительность заболевания была задана 14 суток. Соответственно, этот человек учитывается при построении графика инфицированных и восприимчивых, но не учитывается при построении графика выздоровевших, чем объясняется существенное расхождение между численностью инфицированных и выздоровевших.

### *Литература*

1. Боев, Б.В. Прогнозно-аналитические модели эпидемий / Б.В. Боев. – М., 2005.
2. Кондратьев, М.А. Методы прогнозирования и модели распространения заболеваний. Компьютерные исследования и моделирование / М.А. Кондратьев. – М., 2013.

УДК 004.91:004.432

## **РАЗРАБОТКА САЙТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛАТФОРМЫ GOOGLESITES ДЛЯ ВОЗМОЖНОСТИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ К ЭКЗАМЕНУ**

студент гр. 10701119 Маканов Д.В.

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

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

В работе представлен веб-сайт, который содержит теоретические и практические материалы по необходимым темам для самостоятельной подготовки студентов к экзамену по математике. Также для систематизации полученных знаний на главной веб-странице есть итоговый тест, решения к которому могут быть отправлены при указании адреса электронной почты пользователя. Данную разработку можно использовать как для самостоятельного изучения тем, так и для подготовки к экзамену. В качестве платформы использовался бесплатный конструктор веб-сайтов GoogleSites.