

Ссылки:

1. Федеральный закон от 25.06.2001 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации».
2. Закон Ярославской области от 05.06.2008 № 25-з «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Ярославской области».
3. Алексеев Ю. В., Сомов Г. Ю. Объекты культурного наследия. М.: Проспект, 2016. 560 с.
4. Марасанова В. М., Салова Ю. Г. История культуры Ярославского края с древнейших времен до конца XVIII века: учебное пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2008. 116 с.
5. Полякова М. А. Охрана культурного наследия России. М.: Дрофа, 2005. 271 с.

EXPERIENCE IN DEVELOPMENT AND PROMOTION OF ONLINE COURSE «PRESERVATION OF HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE SITES: YAROSLAVL REGION»

V. M. Marasanova, Yu. A. Krivosheeva

P. G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

Abstract: the authors analyze and summarize the practical experience in development and promotion of P.G. Demidov Yaroslavl State University's online course devoted to the preservation of historical and cultural heritage. The article covers the course structure and its content, identifies the target audience among experts and those who are interested in protection of historical and cultural monuments and sites located in the Yaroslavl region as well as in the international practical experience in the World Heritage preservation.

Keywords: MOOC, heritage preservation, interactive education technology, e-learning.

ГРНТИ 29.01.45

ИНТЕРАКТИВНОЕ ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ SIR-МОДЕЛИ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ЭПИДЕМИИ COVID-2019 В СИСТЕМЕ WOLFRAM MATHEMATICA

Михаил Викторович Мартынов

*Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова, Ярославль, Россия
martmix@mail.ru*

Аннотация: рассматриваются некоторые аспекты математического моделирования эпидемий в системе Wolfram Mathematica. В качестве примера приведен анализ эпидемий испанского гриппа 1918–1919 годов и эпидемии коронавируса в провинции Хубэй 2019–2020 гг.

Ключевые слова: моделирование, эпидемия, Wolfram Mathematica, COVID-19.

Среди систем компьютерной математики система Wolfram Mathematica является несомненным лидером. Реализованные в ней широчайшие возможности аналитических вычислений, функционального программирования, численных расчетов, статистической обработки и визуализации данных, моделирования сложных систем, анализа сигналов и многие другие, позволяют использовать ее для сложнейших научных и практических расчетов. Кроме того, гибкость системы и простота освоения ее основных возможностей позволяют эффективно использовать систему Mathematica в образовательных целях. Для обучающихся важно быстро «проскочить» этап первоначального ознакомления с системой, с ее синтаксисом и особенностями работы. В курсе «Вычислительная физика» для студентов 3-го курса содержательные физические задачи удастся рассматривать уже на 3–4 занятии. Продолжение и углубление знакомства с приемами и методами анализа физических явлений с помощью

моделирования происходит в курсе «Программирование в физике». Одной из привлекательных особенностей системы Mathematica является возможность очень быстро построить математическую модель явления, изучить ее особенности, получить количественные оценки, построить графики или другими способами визуализировать полученные зависимости и предсказания. Символьные и численные вычисления традиционно рассматриваются раздельно. В системе Mathematica они тесно интегрированы, что делает возможным построение уникальных гибридных методов для решения многих задач.

В качестве примера рассмотрим актуальную задачу математического моделирования эпидемии коронавируса COVID-19 в китайской провинции Хубэй. Впервые появившись в конце декабря 2019 года, инфекция за два месяца поразила более 65 тысяч человек в провинции. При моделировании мы ограничимся рассмотрением эпидемии только в провинции Хубэй, т. к. для нее есть ежедневные данные по категориям инфицированных [1]. Инфекция коронавируса является высоко контагиозной с воздушно-капельным и фекально-оральным путями передачи; общая продолжительность болезни составляет 7–21 день [2]. Для описания подобных быстротекущих инфекций адекватной является простейшая классическая SIR-модель [3–5]. В данной модели рассматривается постоянная по численности популяция, которая разделяется на три группы: здоровые или восприимчивые (от англ. Susceptible) – индивидуумы, способные заразиться через контакт с инфицированными (от англ. Infected), а также переболевшие, которые перестали распространять болезнь (от англ. Recovered), к этой же группе относятся и умершие. От системы обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих SIR-модель, мы перейдем к более наглядной и простой для численного моделирования системе разностных уравнений.

Пусть L – общее число людей в популяции, которое считается постоянным.

Число больных в каждый следующий день вычисляется как

$$N_{i+1} = N_i + Z_{i+1} - V_{i+1},$$

где Z_{i+1} и V_{i+1} – количество заболевших и выздоровевших в $(i+1)$ -тый день соответственно.

Число заболевших будет пропорционально числу уже больных и числу еще не переболевших

$$Z_{i+1} = k N_i (L - N_i - W_i)/L,$$

где k – коэффициент роста, W_i – число переболевших, которое вычисляется как

$$W_{i+1} = W_i - V_{i+1}.$$

Если за длительность болезни принять T дней, то количество выздоровевших в i -тый день будет

$$V_i = Z_{i-T}.$$

Таким образом, модель определяется параметрами: N_0 – начальным числом больных, L – количеством людей в популяции, k – коэффициентом роста и длительностью болезни T .

По проведенному измерению сравнительной длины кода в 14-ти наиболее популярных языках программирования, написанный для системы Wolfram Mathematica код оказывается наиболее компактным: «В среднем в пять-десять раз короче, чем код Си или С++ – что значит более быстрое время разработки, меньшую сложность кода и более легкую поддержку» [6]. Для реализации описанной выше модели эпидемии код в системе Mathematica занимает 7 строк. Для проверки адекватности модели была промоделирована эпидемия Испанского гриппа 1918–1919 годов. Модель характеризуется параметрами – $N_0 = 40$ человек, $L = 2 \cdot 10^9$ человек, $k = 0,132$, $T = 10$ дней. Далее на основании начальных данных по эпидемии COVID-19, были получены численные значения параметров модели ($N_0 = 41$ человек, $L = 250\,000$ человек, $k = 0,301$, $T = 10$ дней). Оказалось, что коэффициент роста k для эпидемии коронавируса более чем в 2,28 раза превышает соответствующий коэффициент для испанского гриппа. Полученный объем популяции $L = 250\,000$ человек, намного меньше населения провинции Хубэй, что показывает эффективность карантинных мер, предпринимаемых властями КНР (расчет с полным числом жителей провинции дает число заболевших к концу февраля порядка нескольких миллионов человек). Динамика развития эпидемии, следующая из модели, предсказывает спад числа больных в провинции уже в конце февраля начале марта 2020 года. Также можно сделать вывод о том, что протекание эпидемии в глобальном масштабе будет

практически полностью определяться эффективностью карантинных мер в отдельных странах. Быстрота и интерактивность построения рассмотренной выше и подобных моделей позволяет вовлечь студентов в научно-исследовательскую работу, в анализ и обсуждение результатов.

Ссылки:

1. URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Вспышка_COVID-19
2. Покровский В. И. Брико Н. И. Зуева Л. П. Эпидемиология. Т. 1 // Медицинское информационное агенство, 2016.
3. **Kermack W. O.; McKendrick A. G.** A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics // Proceedings of the Royal Society. 1927. Vol. 115. No. A771. Pp. 700–721.
4. Edelstein-Keshet L. Mathematical Models in Biology. Society for Industrial and Applied Mathematics, 2005.
5. Herbert W. Hethcote. The Mathematics of Infectious Diseases // SIAM Review. 2000. Vol. 42. Iss. 4. Pp. 599–653.
6. <https://habr.com/ru/company/wolfram/blog/471244>. URL : <https://blog.wolfram.com/2012/11/14/code-length-measured-in-14-languages/>

AN INTERACTIVE CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL EPIDEMIC DYNAMICS SIR-MODEL WITH WOLFRAM MATHEMATICA

M. V. Martynov

P. G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

Abstract: some aspects of mathematical epidemic modeling in Wolfram Mathematica are being discussed. As an example, an analysis of the Spanish influenza epidemic of 1918–1919 and the coronavirus epidemic in Hubei Province 2019–2020 is given.

Keywords: modeling, epidemic, Wolfram Mathematica, COVID-19.

ГРНТИ 16.31.61

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И АУДИОВИЗУАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Наталья Константиновна Мастакова

*Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова, Ярославль, Россия
masnatalia@yandex.ru*

Аннотация: статья посвящена целесообразности активного использования аудиовизуальных средств при обучении иностранному языку. Обоснована необходимость оснащения кабинетов современными цифровыми техническими средствами обучения. Приводятся примеры образовательных онлайн-ресурсов, модернизирующих процесс обучения.

Ключевые слова: аудиовизуальные средства обучения, аутентичные программы и курсы, современные образовательные онлайн-ресурсы и контент.

Обучение иностранному языку – это сложный, многогранный процесс, вовлекающий в работу множество рецепторов человека. Исследования показывают, что наибольших результатов при обучении можно добиться, грамотно сочетая все органы восприятия человека.

Ян Амос Коменский (1592–1670) – великий чешский мыслитель-гуманист, философ, педагог, писатель подчеркивал, что принцип наглядности играет первостепенную роль при обучении чему-либо. Именно он сформулировал золотое правило дидактики, которое гласит, что «... всё должно быть представлено внешним чувствам, насколько это возможно,