

11. Широносков В. Г. Резонанс в физике, химии и биологии. Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 2000. 92 с

Сведения об авторе

Сергей Константинович Соболев

Служебный адрес: г. Москва, 105005, Рубцовская набережная, 2/18, кафедрa «Высшая математика».

E-mail: sergesobolev@mail.ru. Spin-code: 4523-3619.

УДК 378.147

**М. Н. Сомова**

старший преподаватель

**О. М. Беличенко**

старший преподаватель

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОБУЧЕНИИ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ**

**Аннотация.** Формирование у будущих бакалавров инженерных направлений подготовки компетенций, предусмотренных федеральным государственным образовательным стандартом, требует совершенствования образовательного процесса. Введение в процесс обучения теории вероятностей элементов компьютерного моделирования способствует формированию статистического мышления, необходимого для критического анализа и системного подхода при решении задач прикладного характера. Цель работы - показать возможности использования компьютерного статистического моделирования в обучении теории вероятностей студентов с целью формирования статистического стиля мышления. Приводятся примеры компьютерных статистических моделей опытов с бросанием монеты и анализ этих моделей.

**Ключевые слова:** теория вероятностей; математическая статистика; компьютерное моделирование; компьютерная статистическая модель; образование; статистическое мышление.

**DOI: 10.25206/2307-5430-2019-7-299-303**

Федеральные государственные образовательные стандарты нового поколения направлений подготовки 09.03.04 "Программная инженерия" требуют от

выпускника сформированных универсальных, общепрофессиональных компетенций, таких как способность осуществлять анализ информации, выбирать способы решения задач, применять методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования с использованием современных информационных технологий и программных средств [3]. Преподавание математических дисциплин должно быть построено таким образом, чтобы способствовать формированию этих навыков и умений.

Теория вероятностей, пополненная математической статистикой и прикладной статистикой, становится одной из ведущих по прикладному значению математических дисциплин, и изучается студентами всех направлений подготовки. В современном мире автоматизации процессов производства для студентов направления подготовки «Программная инженерия» особенно актуально изучение теории вероятности и математической статистики, необходимых для решения задач, связанных с выявлением возможного хода процессов, на который влияют случайные факторы [4].

Пьер-Симон Лаплас говорил о том, что в мире нет места случаю, законы природы подразумевают строгий детерминизм и полную предсказуемость, хотя несовершенство наблюдений и требует применения методов теории вероятностей. А Герберт Уэльс в 1925 году предрекал, что настанет день, когда статистическое мышление будет необходимо для гражданина так же, как умение читать и писать.

Для формирования у будущих бакалавров статистического стиля мышления, для понимания статистической природы понятий и определений теории вероятностей, для раскрытия связи между динамическими и статистическими закономерностями авторы предлагают использовать в обучении студентов инженерных направлений подготовки компьютерное моделирование.

Компьютерная модель (англ. *computer model*), или численная модель (англ. *computational model*) — компьютерная программа, реализующая представление объекта, системы или понятия в форме, отличной от реальной, но приближенной к алгоритмическому описанию, включающей и набор данных, характеризующих свойства системы и динамику их изменения со временем [2]. Построение модели какого-либо процесса позволяют собрать о нем разнообразные данные.

При изучении теории вероятности требуется сформировать в представлении студентов понимание статистической природы вероятности того или иного события. Чтобы обеспечить необходимую базу таких представлений, нужна специальная пропедевтическая работа, которая в условиях обучения может сводиться к серии однотипных экспериментов, наблюдение их результатов и подсчета относительной частоты наступления события, подтверждая тот факт, что только при массовых экспериментах появляется устойчивость относительной частоты, которая стремится к теоретически рассчитанной вероятности. Но это требует значительных затрат времени, которого всегда не хватает.

Выйти из этого положения можно, если прибегнуть к компьютерному статистическому моделированию: написанию компьютерных программ, имитирующих традиционно рассматриваемые в теории вероятностей серии экспериментов и подсчитывающие относительную частоту появления указанного события. Создание таких программ не самоцель. Построенные модели предлагается использовать для изучения особенностей моделируемых процессов. На первых этапах статистического моделирования можно познакомиться с характером приближения относительной частоты к соответствующей вероятности, далее эти модели могут использоваться для раскрытия статистической природы основных понятий и методов теории вероятностей, что поможет формировать у студентов статистический стиль мышления [1].

Студентам направления подготовки "Программная инженерия", изучающих дисциплину "Теория вероятностей и математическая статистика", было предложено реализовать серию испытаний, связанных с бросанием симметричной монеты. Для этого ими были написаны программы, моделирующие такие эксперименты.

Приведем пример такой программы, написанной на языке программирования C++ (рис. 1), но также студентами использовались языки программирования Pascal, Java, Python, PMP.

Данная программа генерирует случайным образом числа 0 и 1  $n$  раз и производит подсчет числа относительной частоты появлений 0 и 1, и, заменяя их на «орел» и «решка», выводит на экран относительную частоту появления «орла» и «решки» [4].

Реализуя эксперимент с бросанием монеты студенты наблюдали характер приближения относительной частоты к теоретической вероятности и пришли к выводу, что процесс приближения относительной частоты к теоретической вероятности не является равномерным, даже при большом числе повторов статистическая вероятность может значительно отклониться от теоретической вероятности; наблюдали за стабилизацией десятичных знаков в десятичной записи статистической вероятности; убедились в независимости появления "решки" (или "орла") от реализации предыдущих испытаний. Так же с помощью компьютерного моделирования студенты "повторили" опыты Бюффона, Пирсона, Моргана и получили результаты, незначительно отличающиеся от результатов авторов этих опытов.

В продолжении опыта компьютерного моделирования, был рассмотрен эксперимент с бросанием двух симметричных монет. Роли экспериментов с одной и двумя монетами принципиально отличаются. Первая компьютерная модель позволяет проверить предположение о том, что выпадения "орла" и "решки" равновозможны, а вторая модель, опираясь на предположение о равновозможности выпадения "орла" и "решки", проверяет равновозможность всех исходов эксперимента.

Так же студентам было предложено построить компьютерные модели экспериментов с картами, с бросанием игральной кости, с извлечением шаров из урны и провести анализ результатов, а также статистическое моделирование дискретных и непрерывных случайных величин.

После приобретения студентами опыта в составлении простейших компьютерных программ, моделирующих случайные события и величины, можно организовать статистическую проверку правильности решения некоторых вероятностных задач прикладного характера, а также компьютерное моделирование основных теоретических распределений и исследование их свойств.

```
1  #include <iostream>
2  #include <cstdlib>
3  #include <ctime> // содержит time()
4  #include <conio.h>
5
6  using namespace std;
7
8
9  int main()
10 {
11     setlocale(LC_ALL, "Russian");
12     int randomDigits[3] = {};
13     int zero = 0;
14     int one = 0;
15     int count = 0;
16     int n;
17     float percent = 0;
18     srand(time(NULL));
19     printf("Введите количество бросков:");
20     scanf("%d",&n);
21     while (count<n)
22     {
23         int r = rand()%2;
24
25         if (r==0) zero++;
26             else one++;
27         float prz = (double)zero/(zero + one);
28         float pro = (double)one/(zero + one);
29         cout <<"Количество выпадений орла: "<< zero<<" Относительная частота: " << prz <<
30         cout <<endl;
31         count++;
32     }
33     //<< endl
34     getch();
35     return 0;
}
```

Рис. 1 Пример программы, моделирующей опыт с бросанием монеты

Опыт составления простейших компьютерных программ, моделирующих случайные события и величины, способствует развитию интереса к изучаемой дисциплине, формированию статистического стиля мышления и, авторы надеются, позволит студентам в дальнейшем организовать статистическую проверку правильности решения вероятностных задач прикладного характера.

### Библиографический список

1. Ванюрин А.В., Майер Р.А. Система лабораторных проектов по теории вероятностей и математической статистике в педагогическом вузе: практикум. Красноярск: РИО КГПУ, 2003. 33 с.

2. Ножнов В.А. Модель учебного курса для дистанционного образования // Сборник трудов Международной научно-практической конференции ИТО-

2009. URL: <http://ito.edu.ru/2009/Tomsk/VI/VI-0-134.html> (дата обращения 01.10.2019)

3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия. URL:<https://fgos.ru/> (дата обращения 20.09.2018)

4. В.А. Язенок, С. А. Носырев, В. А. Клесов Компьютерное моделирование опытов с бросанием монеты // Молодежь и наука: XVIII Международный научно-практический форум студентов, аспирантов и молодых ученых: Современное математическое образование в контексте развития края: проблемы и перспективы: материалы научно-практической конференции студентов, аспирантов и школьников (Красноярск, 18 мая 2017 г.). Красноярск: Изд-во РИО КГПУ, 2017. С. 84-89.

Сведения об авторах:

Марина Николаевна Сомова

Служебный адрес: г. Красноярск, пр. Мира, 82, кафедра Высшей математики.

E-mail: [somova.marina@mail.ru](mailto:somova.marina@mail.ru).

Оксана Михайловна Беличенко

Служебный адрес: г. Красноярск, пр. Мира, 82, кафедра Высшей математики.

E-mail: [oksanabelichenko4@mail.ru](mailto:oksanabelichenko4@mail.ru).

УДК 51:37

**Е. В. Стрежнева**

кандидат физико-математических наук, доцент

**А. А. Сергеев**

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ (КНИТУ-КАИ), г. Казань, Россия

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНКЛЮЗИВНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ  
ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ  
ЗДОРОВЬЯ ПО СЛУХУ**

**Аннотация.** В статье рассматриваются инновационные технологии инклюзивного образования, применяемые в КУИМЦ (Казанском учебно-исследовательском и методическом центре) для людей с ограниченными воз-