

РАЗДЕЛ III. ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378.147

DOI: 10.18384/2310-7219-2018-2-117-130

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА» В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Власова Е.А., Меженная Н.М., Попов В.С.

*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, Российская Федерация*

Аннотация. Представлен опыт преподавания дисциплины «Математическая статистика» студентам технического университета. Указаны цели и задачи курса в рамках инженерно-технического образования, методические проблемы преподавания дисциплины, основные идеи и средства их разрешения. Обозначены особенности организации учебного процесса. Приведены примеры оценочных средств для проведения текущего контроля обучающихся. Даны методические рекомендации к проведению практических занятий с использованием информационных технологий.

Ключевые слова: математическая статистика, генеральная совокупность, выборка, точечные и интервальные оценки, проверка статистических гипотез, линейные регрессионные модели, методы обучения, оценочные средства, информационные технологии, модульно-рейтинговая система.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE SUBJECT «MATHEMATICAL STATISTICS» AT A TECHNICAL UNIVERSITY

E. Vlasova, N. Mezhennaya, V. Popov

*Bauman Moscow State Technical University
5, 2-nd Baumanskaya ul., Moscow, 105005 Russian Federation*

Abstract. The experience of teaching the subject "Mathematical statistics" for students of a technical university is presented. The goals and objectives of the course within the system of engineering education are stated, as well as the methodology of teaching it. The main ideas and means of their realization are given. The features of the educational process are noted. Examples of assessment tools for monitoring students are described. Methodical recommendations on giving practical classes with the use of information technology are given.

© СС ВУ Власова Е.А., Меженная Н.М., Попов В.С., 2018.

Key words: mathematical statistics, general totality, sampling, point and interval estimation, testing statistical hypotheses, linear regression models, teaching methods, assessment tools, information technology, modular-rating system.

Введение

Математическая статистика – это раздел математики, посвящённый математическим методам систематизации, обработки и использования статистических данных для научных и практических выводов.

Математическая статистика пользуется методами различных областей математики в первую очередь методами теории вероятностей. Статистическая теория во многом основана на теории вероятностей, хотя есть и обратная связь: при построении вероятностной модели также используются данные статистики. Поэтому обязательным условием изучения дисциплины «Математическая статистика» является знакомство студентов с курсом «Теория вероятностей». При решении практических задач важен синтез знаний из теории вероятностей и математической статистики.

Благодаря своей взаимосвязи с реальным миром, статистика помогает обрабатывать задачи из различных областей – физики, техники, медицины, химии, биологии, экономики, социологии, психологии и др. Использование статистических методов обработки данных стало привычным и широко распространённым аппаратом для инженеров. Для обеспечения высокого качества подготовки и конкурентоспособности выпускников технических вузов, будущих специалистов в области наукоёмких производств преподаванию такой дисциплины, как «Математическая статистика», должно быть уделено особое внимание.

В статье рассмотрены особенности преподавания и методическое обеспечение дисциплины «Математическая статистика», учитывая опыт её изложения в МГТУ им. Н.Э. Баумана [1; 6; 7; 8; 9; 10]. В работе приводятся разработанные авторами на основе модульно-рейтинговой системы преподавания принципы формирования фонда оценочных знаний дисциплины, подчеркивается важность использования математических пакетов при изложении курса в техническом университете.

Работа является частью цикла статей авторов, посвящённых изложению вероятностных дисциплин в технических вузах [3].

Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Математическая статистика» входит в вариативную часть математического и естественнонаучного цикла учебного плана студентов. Продолжительность изучения этой дисциплины, как правило, составляет один семестр. Трудоемкость дисциплины – 2 зачётные единицы. На аудиторную работу отводится около 50% времени, остальное – для самостоятельной работы.

В учебных планах большинства специальностей дисциплина «Математическая статистика» состоит из 2 модулей одинаковой трудоемкости: «Точечные и интервальные оценки параметров распределений» Случайные события и «Проверка статистических гипотез. Линейные регрессионные модели» Случайные величины. Предельные теоремы. В состав каждого модуля

входит самостоятельная работа студентов, которая предусматривает выполнение домашнего задания, рубежного контроля, а также обязательных практических работ на компьютере. Оценка результатов освоения каждого модуля и дисциплины в целом проводится на основе модульно-рейтинговой системы [2; 4].

Основными целями изучения дисциплины является формирование у студента знаний основных идей и методов математической статистики, играющих важнейшую роль в разработке и анализе соответствующих математических моделей для широкого круга процессов и явлений окружающего мира. На основе базовых знаний о статистических методах в процессе обучения студент должен получить устойчивые навыки выбора статистической модели для проведения и описания эксперимента, необходимой методики для качественного и количественного анализа и обработки экспериментальных данных, правильно интерпретировать полученные результаты и в дальнейшем разрабатывать наиболее эффективные способы и алгоритмы решения технических задач.

Освоение дисциплины способствует развитию у студента ряда профессиональных компетенций, готовит к научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности.

Главные задачи освоения дисциплины состоят в том, чтобы ознакомить студентов: с основами выборочной теории (способами сбора и представления данных, методами планирования эксперимента, оценением характеристик законов распределения по выборочным данным); теорией точечного и интервального оценивания

параметров распределения; проверкой статистических гипотез; основами регрессионного анализа (понятием линейной регрессионной модели, методами проверки значимости оценок коэффициентов регрессионной модели, адекватности и работоспособности модели).

Особенности организации учебного процесса

Преподавание математической статистики должно быть ориентировано на практическое использование теоретических знаний, иллюстрировать различные междисциплинарные связи. В процессе обучения математической статистике студентов технического вуза необходимо использовать профессионально-ориентированные и многоэтапные инженерно-технические задачи. Решение таких задач с применением аппарата теории вероятностей обычно требует большого объема вычислений, и поэтому здесь необходимо использовать возможности компьютерной техники, различные математические пакеты, способствующие повышению учебной и профессиональной мотивации [5]. Курсовые работы по другим дисциплинам учебного плана также могут и должны включать статистические методы исследования.

Авторами разработан ряд программ для изучения курса математической статистики, которые предусматривают проведение компьютерных лабораторных работ, включающих численное экспериментирование, дополняющих и иллюстрирующих теорию реальными расчетами. Такой подход способствует развитию самостоятельного исследования и вписывается в концепцию активного и интерактивного обучения.

Разработанный авторами комплект контрольных и оценочных средств предусматривает в каждом из двух модулей проведение двух контрольных мероприятий в форме домашнего задания и рубежного контроля. Такие контрольные мероприятия, на наш взгляд, способствуют формированию знаний, умений и навыков при практическом решении инженерных задач.

Приведём примеры заданий для проведения рубежного контроля в первом и втором модулях «Случайные события». Рубежный контроль состоит из трех задач, первая из которых – теоретический вопрос. Для успешного прохождения рубежного контроля достаточно ответить на теоретический

вопрос и решить одну из предложенных задач.

Задания рубежного контроля по модулю 1

«Точечные и интервальные оценки параметров распределений»

Вариант 1

1. Доверительный интервал для эмпирической функции распределения.
2. В нормальной модели $N(1, \theta)$, $\theta > 0$ найти оценку параметра θ методом максимального момента. Проверить ее на состоятельность.
3. Случайная величина ξ распределена равномерно на интервале $(1; 1 + \theta)$. Над случайной величиной произведено $n = 10$ наблюдений:

Номер набл.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i	1,83	1,61	1,13	1,05	1,61	1,85	1,77	1,10	1,02	1,35

Построить γ – доверительный интервал для неизвестного параметра θ , $\gamma = 0,9; 0,95$.

Вариант 2

1. Теорема Фишера. Доверительные интервалы для среднего и дисперсии в общей нормальной модели.

2. По выборке объема n из пуассоновского распределения $Pois(\theta^2)$ построить оценку параметра θ методом максимального правдоподобия. Проверить ее на состоятельность.

3. Проведено $n = 30$ измерений X_1, \dots, X_n базы длиной θ . По результатам измерений оказалось $\bar{x} = 104$ м, $s = 13$ м. Предполагая измерения независимыми, а ошибки измерений нормально распределенными, указать интервал, в котором среднее квадратичное откло-

нение ошибки измерения заключено с надежностью $\gamma = 0,9; 0,95$.

Задания рубежного контроля по модулю 2

«Проверка статистических гипотез. Линейные регрессионные модели»

Вариант 1

1. Метод наименьших квадратов. Свойства оценок.
2. Случайная величина ξ распределена по дискретному закону. Над случайной величиной произведено $n = 20$ наблюдений:

Значение ξ	0	1	2	3	4	5
Частота	1	4	6	4	4	1

Согласуются ли полученные данные с гипотезой о том, что ξ распреде-

лена по закону $Pois(\theta)$ на уровне значимости $\alpha = 0,05$?

3. Расстояние S , пройденное телом фиксировалось каждую секунду в интервале 0-10 секунд. Результаты измерений представлены в таблице:

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S	0	5.8	8.8	9.7	16.1	23.6	26.9	28.5	35.9	36.0	40.6

Номер набл.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i	0,42	1,32	3,17	0,40	0,90	1,41	1,48	1,11	1,57	3,73

Согласуются ли полученные данные по критерию Колмогорова с гипотезой о том, что ξ распределена равномерно на интервале (0; 4) на уровне значимости $\alpha = 0,05$?

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U	150	92	53	32	21	13	8	5	3	0

Считая, что напряжение убывает экспоненциально, найти вид зависимости U от t .

Ввиду особой важности использования статистических методов при обработке данных имеет смысл решать подобные задачи на семинарских и практических занятиях, в том числе с использованием математических (Matlab, Mathcad, Mathematica) или статисти-

Считается, что время измеряется без ошибок, а погрешности измерения расстояния независимы и одинаково распределены по нормальному закону. Можно ли считать ускорение тела равным 0?

Вариант 2

1. Гипотеза однородности. Критерии Колмогорова-Смирнова и хи-квадрат.

2. Над случайной величиной ξ произведено 10 наблюдений:

3. Конденсатор заряжен до напряжения 150В, после его включения в схему напряжение U измеряется каждую секунду до полной разрядки. Результаты измерений представлены в таблице

стических (SPSS, Statistica, Stata, SAS, Excel) пакетов.

Вариант решения задания для семинарского занятия с использованием математического пакета

Условие задания. Число альфа-частиц, зарегистрированных камерой Вильсона каждую секунду в интервале времени от 0 до 100 секунд, представлено в таблице:

3	6	4	4	7	8	5	2	4	2	5	7	4	6	3	6	1	5	2	2
7	6	3	3	4	4	8	4	7	7	7	6	3	4	6	3	2	7	5	2
4	5	6	5	5	1	2	2	4	2	3	4	3	7	3	6	1	3	7	3
4	5	5	9	5	6	4	4	3	5	3	4	4	9	5	4	3	5	6	1
2	6	8	5	3	3	8	5	4	4	2	6	3	4	1	6	3	7	5	2

Требуется:

1) провести качественный и количественный анализ числовых характеристик представленной выборки, построить гистограмму и эмпирическую функцию распределения;

2) проверить, согласуются ли полученные данные на уровне значимости 5% с гипотезой о том, что число частиц, регистрируемых за 1 секунду, распределено по закону Пуассона;

3) если гипотеза из п. 2 принимается, построить интервальную оценку для параметра пуассоновского распределения (доверительная вероятность равна 0,9; 0,95).

Решение.

Начнём с построения гистограммы и эмпирической функции распределения. Так как мы имеем выборку из дискретного закона, то интервалы группировки будем выбирать единичной длины. Для построения графиков будем использовать встроенные функции *Histogram*, *CDF* и *EmpiricalDistribution* системы *Mathematica* [11]. Кроме того, воспользуемся тем фактом, что выборочное среднее является эффективной оценкой параметра θ в пуассоновском семействе распределений [6] (рис. 1).

```
(* присвоим переменной sample набор значений для нашей выборки *)
sample={3,6,4,4,7,8,5,2,4,2,5,7,4,6,3,6,1,5,2,2,
7,6,3,3,4,4,8,4,7,7,7,6,3,4,6,3,2,7,5,2,
4,5,6,5,5,1,2,2,4,2,3,4,3,7,3,6,1,3,7,3,
4,5,5,9,5,6,4,4,3,5,3,4,4,9,5,4,3,5,6,1,
2,6,8,5,3,3,8,5,4,4,2,6,3,4,1,6,3,7,5,2}

(* построим интервальный статистический ряд *)
TableForm[HistogramList[sample,{0,11,1}],
TableHeadings->{"Значение","Частота"},None]
(*присвоим переменной a значение оценки параметра *)
(*пуассоновского распределения*)
a=Mean[sample]
(*построим гистограмму с интервалами длины 1 в диапазоне 0 – 11 *)
(*выбирая границы так, чтобы целые значения были в серединах *)
(*интервалов. Также для наглядности совместим гистограмму с *)
(*графиком вероятностей для оцениваемого распределения*)
Histogram[sample,{-0.5,11.5,1},"PDF",PlotTheme->"Monochrome", ChartStyle->
White, Epilog->First@
DiscretePlot[PDF[PoissonDistribution[a],x],{x,-1,12},PlotStyle-
>{PointSize[0.02]},PlotTheme->"Monochrome"],AxesStyle->Thick]
(*зададим Dist как эмпирическое распределение выборки *)
Dist=EmpiricalDistribution[sample];
(*построим эмпирическую функцию распределения выборки, совместив *)
(*ее с функцией распределения для пуассоновского закона *)
DiscretePlot[CDF[Dist1,x],{x,-1,11},ExtentSize->Right,
ExtentMarkers->{"Filled","Empty"},AxesOrigin->{0,0},
PlotTheme->"Monochrome",Filling->None,
Epilog->First@DiscretePlot[CDF[PoissonDistribution[a],x],
{x,-1,12},ExtentSize->Right,ExtentMarkers->{"Filled","Empty"},
PlotTheme->"Monochrome",Filling->None,PlotStyle->Dashed],
AxesStyle->Thick]
```

Рис. 1. Скрипт построения статистического интервального ряда, гистограммы и эмпирической функции распределения

Далее приведем результат выполнения описанных команд (рис. 2, 3).

Значение	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Частота	0	5	12	18	20	16	13	10	4	2	0

Рис. 2. Интервальный статистический ряд

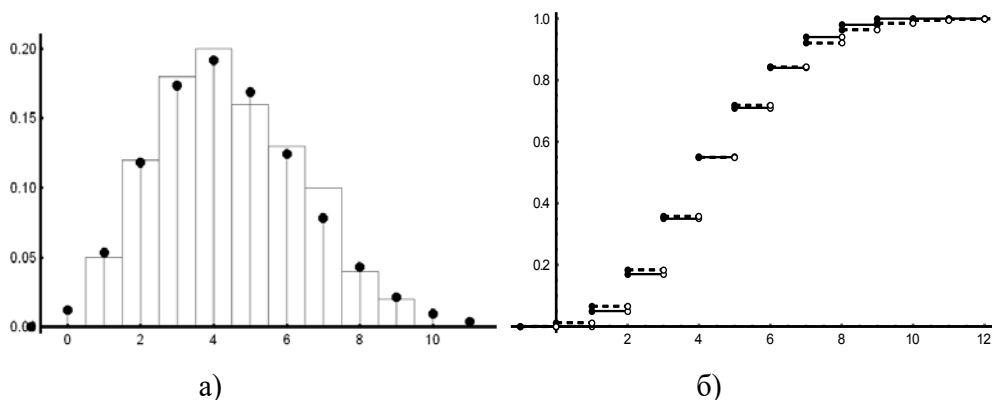


Рис. 3. а) Гистограмма (столбиковая диаграмма) и теоретические вероятности (чёрные точки); б) эмпирическая (сплошная линия) и теоретическая (пунктирная линия) функции распределения

Из приведенных графиков видно, что распределения близки между собой.

Далее найдем числовые характеристики. Отметим, что важно обладать навыками проведения вычислений по теоретическим формулам, однако будущим инженерам также необходимо уметь использовать встроенные статистические функции математических

пакетов, поэтому целесообразно давать дополнительное задание на вычисление значений при помощи известных теоретических формул. Здесь остановимся только на вычислениях при помощи встроенных функций пакета *Mathematica* [11]. Ниже приведен текст команд для вычисления выборочного среднего, дисперсии и квартилей (рис. 4, 5).

```
(* вычислим выборочное среднее, дисперсию и квартили *)
(* результаты приведем в виде текстовых строк *)
Row[{"Выборочное среднее: ",N[Mean[sample]]]
Row[{"Выборочные квартили: ",Quartiles[sample]}]
Row[{"Выборочная дисперсия: ",N[Variance[sample]]}]
```

Рис. 4. Скрипт вычисления выборочных характеристик

```
Выборочное среднее: 4.41
Выборочные квартили: {3,4,6}
Выборочная дисперсия: 3.69889
```

Рис. 5. Найденные значения выборочных характеристик

Для наглядного представления полученных значений построим диаграмму размаха (диаграмму типа «ящик с усами») (рис. 6).

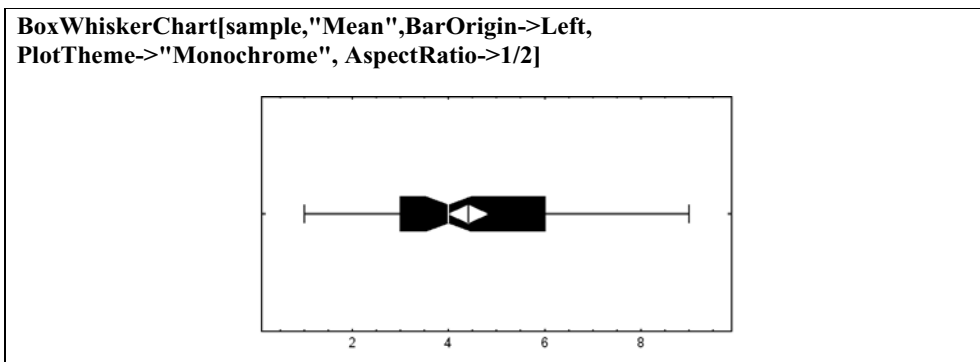


Рис. 6. Диаграмма размаха для выборки *sample*

Перейдём к проверке гипотезы о пуассоновском распределении выборки по критерию хи-квадрат. Здесь мы приведём два способа вычисления – по известным формулам [7] и с помощью встроенных функций системы Mathematica [11].

```
(* проводим перегруппировку данных *)
hist1=HistogramList[sample,{{0,2,3,4,5,6,7,8,11}}];
(* результат представим в виде таблицы*)
TableForm[hist1,TableHeadings->{{"Значение","Частота"},None}]
p0=Flatten[{CDF[PoissonDistribution[a],1],
Table[PDF[PoissonDistribution[a],x],{x,2,7}],
1-CDF[PoissonDistribution[a],7]}];
(* вычислим теоретические значения частот *)
n0=100p0;
(* представим виде таблицы теоретические вероятности и *)
(* соответствующие частоты, ограничив число выводимых *)
(* десятичных разрядов *)
TableForm[{N[p0,3],N[n0,3]},TableHeadings->
{{"Вероятность","Частота"},None}]
(* вычислим значение статистики хи-квадрат и приведем *)
(* в текстовой форме *)
X2stat=Plus@@Table[(n0[[j]]-hist1[[2,j]])^2/n0[[j]],{j,1,8}];
Row[{"Значение статистики хи-квадрат: ",N[X2stat,3]}]
(* вычислим критическое значение статистики и сделаем *)
(* вывод о принятии или отклонении гипотезы о пуассоновском *)
(* законе распределения выборки sample *)
If[X2stat<Quantile[ChiSquareDistribution[6],0.95],
Row[{"Так как значение статистики хи-квадрат: ",N[X2stat,3]," < ",
"квантиля  $\chi^2_{0,95;6}$  ] = ", Quantile[ChiSquareDistribution[6],0.95],
", то основная гипотеза принимается"}],
Row[{"Так как значение статистики хи-квадрат: ",N[X2stat,3]," >= ",
"квантиля  $\chi^2_{0,95;6}$  = ",Quantile[ChiSquareDistribution[6],0.95],
", то основная гипотеза отклоняется"}]]
```

Рис. 7. Скрипт вычисления статистики хи-квадрат и проверки основной гипотезы

Известно [6], что условием применимости критерия хи-квадрат к группированным данным является наличие не менее пяти наблюдений в каждом из интервалов. Как видно из полученного ранее интервального статистического ряда (рис. 2), при

проведённой группировке это условие не выполняется, поэтому проведём перегруппировку данных, объединив наблюдения на краях статистического ряда (рис. 7).

Ниже приведены результаты выполнения команд (рис. 8).

Значение	0	2	3	4	5	6	7	8
Частота	5	12	18	20	16	13	10	6
Вероятность	0.066	0.12	0.17	0.19	0.17	0.12	0.078	0.079
Частота	6.58	11.8	17.4	19.2	16.9	12.4	7.82	7.94
Значение статистики хи-квадрат: 1.59259								
Так как значение статистики хи-квадрат: $1.59 < \text{квантиля } \chi_{0.95;6}^2 = 12.5916$, то основная гипотеза принимается								

Рис. 8. Результат вычисления статистики хи-квадрат

Заметим, что в пакете *Wolfram Mathematica* [11] есть встроенная функция для проверки гипотезы о виде распре-

деления по критерию хи-квадрат (рис. 9). Полезно показать студентам оба способа вычисления.

(* вычисление статистики хи-квадрат *)		
PearsonChiSquareTest[sample,PoissonDistribution[b], "TestDataTable"]		
(* результат выполнения *)		
	Statistic	P-Value
Pearson χ^2	1.59259	0.95311

Рис. 9. Скрипт вычисления статистики хи-квадрат при помощи встроенной функции *PearsonChiSquareTest* и результат выполнения команды

Так как гипотеза о виде распределения принимается, построим доверительные интервалы для параметра распределения. Воспользуемся тем, что оценка максимального правдоподобия $\hat{\theta} = \bar{X}$ [8] является асимптотически нормальной, т. е. случайная величина $\sqrt{ni(\hat{\theta})}(\hat{\theta} - \theta)$ имеет в пределе при $n \rightarrow \infty$ стандартный нормальный закон распределения. Таким образом,

$$\mathbf{P}\left\{\sqrt{ni(\hat{\theta})}|\hat{\theta} - \theta| < u_{(1+\gamma)/2}\right\} = \gamma, \quad (1)$$

где γ – доверительная вероятность, u_p – квантиль стандартного нормального закона уровня p , а через $i(\theta)$ обозначена информация Фишера [7], которая вычисляется по формуле

$$i(\theta) = -\mathbf{E} \frac{\partial^2 \mathbf{P}\{\xi = x\}}{\partial \theta^2}. \quad (2)$$

Из получаем, что доверительный интервал для параметра θ пуассоновского распределения имеет вид:

$$P \left\{ \hat{\theta} - \frac{u_{(1+\gamma)/2}}{\sqrt{ni(\hat{\theta})}} < \theta < \hat{\theta} + \frac{u_{(1+\gamma)/2}}{\sqrt{ni(\hat{\theta})}} \right\} = \gamma. \quad (3)$$

Вычисления по формулам и проведем в системе Mathematica [11] (рис. 10, 11).

```
(* сначала вычислим вторую производную вероятности и *)
(* упростим результат *)
Simplify[D[Log[PDF[PoissonDistribution[theta], x]],
Assumptions->{x>=0}]
(* результат вычисления *)
- x
  theta^2
(* так как E xi = theta, то в последнюю формулу нужно подставить x->theta *)
(* и взять значение с обратным знаком *)
i(theta) = - x / theta^2;
(* теперь найдем границы доверительного интервала *)
Table[Row[{"Доверительный интервал уровня значимости ", gamma, ": ("},
N[a-Quantile[NormalDistribution[],(1+gamma)/2]/Sqrt[100i[a]]],"; ",
N[a+Quantile[NormalDistribution[],(1+gamma)/2]/Sqrt[100i[a]]],")"],
{gamma,{0.9,0.95}}]
```

Рис. 10. Скрипт построения доверительного интервала

```
{Доверительный интервал уровня значимости 0.9: (4.06458; 4.75542),
Доверительный интервал уровня значимости 0.95: (3.99841; 4.82159)}
```

Рис. 11. Полученные границы доверительных интервалов

Вариант задания для самостоятельного решения

Условие задания. Данные о числе остановок станка за 120 смен приведены в таблице:

1	1	1	1	0	2	3	2	3	0	1	0	1	2	0	1	0	0	1	1	3	1	0	1	0	3	1	1	0	1	
1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	3	1	1	0	1	2	0	0	1	1	1	1	1	
0	0	1	1	1	1	1	0	1	2	1	2	0	0	1	1	1	2	0	2	1	2	0	1	1	2	0	0	0	1	
0	0	0	1	1	0	0	0	1	3	0	1	0	1	0	1	2	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Требуется:

1) провести качественный и количественный анализ числовых характеристик представленной выборки, построить гистограмму и эмпирическую функцию распределения;

2) проверить, согласуются ли полученные данные на уровне значимости 5% с гипотезой о том, что число остановок за одну смену распределено по биномиальному закону;

3) если гипотеза из п. 2 принимается, построить интервальную оценку для неизвестной вероятности остановки (доверительная вероятность равна 0,9; 0,95).

Рейтинг

Максимальная сумма баллов, которую студент может набрать по дисциплине, составляет 100 баллов. На каждый из двух модулей приходится по 50 баллов соответственно.

По утверждённой программе учебной дисциплины «Математическая статистика» итоговая оценка складывается из баллов, набранных студентами в каждом модуле и не предусматривает проведения экзамена.

Баллы, полученные за каждый модуль, считаются как сумма баллов, набранных студентом за домашнее задание, рубежный контроль при успешном выполнении обоих контрольных мероприятий, и премиальных баллов за активную работу на семинарских и практических занятиях.

Рубежный контроль проводится в два этапа: в письменной форме по би-

летам, затем в виде беседы с преподавателем.

Заключение

Исследовательская деятельность инженера заключается в самостоятельном видении технических проблем, выяснении их причин, проведении инженерного эксперимента, грамотной обработки данных полученных наблюдений и их анализе. В своей работе инженер должен уметь формулировать гипотезы, выбирать из ряда гипотез наиболее рациональную, отвечающую поставленной технической задаче. Перечисленные выше знания, навыки и умения будущий инженер должен получить в процессе изучения дисциплины «Математическая статистика». При проведении семинарских занятий по математической статистике необходимо решать практические задачи, используя компьютерные математические пакеты, включать в обязательные типовые расчеты (домашние задания) профессионально-ориентированные и многоэтапные инженерно-технические задачи с использованием компьютерных математических пакетов. Если возможно, включать в учебные планы курсовые работы, выполнение которых предусматривает использование статистических методов. Именно такой подход к преподаванию дисциплины «Математическая статистика» продемонстрирован авторами в данной работе.

Статья поступила в редакцию 27.12.2017

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметова Ф.Х., Ласковая Т.А., Чигирёва О.Ю. Методика обработки результатов эксперимента с помощью системы MATLAB в курсе «Математическая статистика» // Инженерный вестник. 2016. № 4. С. 1001–1011.

2. Власова Е.А., Грибов А.Ф., Попов В.С., А.В. Латышев. Принципы модульно-рейтинговой системы преподавания высшей математики // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Физика-математика. 2013. № 3. С. 93–99.
3. Власова Е.А., Меженная Н.М., Попов В.С., Пугачев О.В. Методические аспекты обеспечения дисциплины «Теория вероятностей» в техническом университете // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 11. С. 96–103.
4. Власова Е.А., Попов В.С., Латышев А.В. Методические аспекты обеспечения дисциплины «Линейная алгебра» в техническом университете // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Физика-математика. 2015. № 3. С. 69–85.
5. Гефан Г.Д., Кузьмин О.В. Активное применение компьютерных технологий в преподавании вероятностно-статистических дисциплин в техническом вузе // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2014. №1 (27). С. 57–61.
6. Горяинов В.Б., Павлов И.В., Цветкова Г.М., Тескин О.И. Математическая статистика / под ред. В.С. Зарубин, А.П. Крищенко. 3-е изд., перераб. и доп. М., 2008. 424 с.
7. Меженная Н.М. Основы теории вероятностей и математической статистики: курс лекций [Электронный ресурс]. URL: <http://ebooks.bmstu.ru/catalog/241/book1530.html> (дата обращения: 06.07.2017).
8. Меженная Н.М. Оценивание параметров. Проверка гипотез [Электронный ресурс]. URL: <http://ebooks.bmstu.ru/catalog/241/book1448.html> (дата обращения: 06.07.2017).
9. Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. М., 2014. 495 с.
10. Сидняев Н.И., Мельникова Ю.С. Оценки статистических параметров распределений [Электронный ресурс]. URL: <http://wwwcdl.bmstu.ru/fn1/OcenkiSPR.html> (дата обращения: 27.04.2015).
11. Wolfram Language & System. Documentation center [Электронный ресурс]. URL: <http://reference.wolfram.com/language/?source=nav> (дата обращения: 04.07.2017).

REFERENCES

1. Akhmetova F.Kh., Laskovaya T.A., Chigireva O.Yu. [Methods of processing the experimental results using MATLAB in the course of "Mathematical statistics"]. In: *Inzhenernyi vestnik* [Bulletin of Engineering], 2016, no. 4, pp. 1001–1011.
2. Vlasova E.A., Gribov A.F., Popov V.S. [Principles of module-rating system of teaching mathematics]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Fizika-matematika* [Bulletin of Moscow Region State University. Series: Physics and Mathematics], 2013, no. 3, pp. 93–99.
3. Vlasova E.A., Mezhenная N.M., Popov V.S., Pugachev O.V. [Methodological aspects of discipline "Probability Theory" at a technical university]. In: *Sovremennye naukoemkie tekhnologii* [Modern science-intensive technologies], 2017, no. 11, pp. 96–103.
4. Vlasova E.A., Popov V.S., Latyshev A.V. [Methodological aspects of the discipline "Linear algebra" at a technical university]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Fizika-matematika* [Bulletin of Moscow Region State University. Series: Physics and Mathematics], 2015, no. 3, pp. 69–85.
5. Gefan G.D., Kuz'min O.V. [Active use of computer technology in teaching probabilistic-statistical disciplines at a technical university]. In: *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.P. Astaf'eva* [Bulletin of Krasnoyarsk State Pedagogical University. V. P. Astafieva], 2014, no. 1 (27), pp. 57–61.

6. Goryainov V.B., Pavlov I.V., Tsvetkova G.M., Teskin O.I. *Matematicheskaya statistika* [Mathematical statistics]. Moscow, 2008. 424 p.
7. Mezhenaya N.M. *Osnovy teorii veroyatnostei i matematicheskoi statistiki* [Fundamentals of the theory of probability and mathematical statistics]. Available at: <http://ebooks.bmstu.ru/catalog/241/book1530.html> (accessed: 06.07.2017).
8. Mezhenaya N.M. *Otsenivanie parametrov. Proverka gipotez* [Estimation of the parameters. Testing hypotheses]. Available at: <http://ebooks.bmstu.ru/catalog/241/book1448.html> (accessed: 06.07.2017).
9. Sidnyaev N.I. *Teoriya planirovaniya eksperimenta i analiz statisticheskikh dannykh* [The theory of experiment planning and statistical data analysis]. Moscow, 2014. 495 p.
10. Sidnyaev N.I., Mel'nikova Yu.S. *Otsenki statisticheskikh parametrov raspredelenii* [Estimates of the statistical parameters of the distributions]. Available at: <http://wwwcdl.bmstu.ru/fn1/OcenkiSPR.html> (accessed: 27.04.2015).
11. Wolfram Language & System. Documentation center. Available at: <http://reference.wolfram.com/language/?source=nav> (accessed: 04.07.2017).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Власова Елена Александровна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры ФН2 «Прикладная математика» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана;
e-mail: elena.a.vlasova@yandex.ru

Меженная Наталья Михайловна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры ФН2 «Прикладная математика» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана;
e-mail: natalia.mezhennaya@gmail.com

Попов Владимир Семенович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры ФН2 «Прикладная математика» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана;
e-mail: vspopov@bk.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elena A. Vlasova – candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the Department of Applied Mathematics, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia;
e-mail: elena.a.vlasova@yandex.ru

Natalia M. Mezhenaya – candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the Department of Applied Mathematics, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia;
e-mail: natalia.mezhennaya@gmail.com

Vladimir S. Popov – candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the Department of Applied Mathematics, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia;
e-mail: vspopov@bk.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Власова Е.А., Меженная Н.М., Попов В.С. Методические аспекты обеспечения курса «Математическая статистика» в техническом университете // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2018. № 2. С. 117–130.
DOI: 210.18384/2310-7219-2018-2-117-130

FOR CITATION

Vlasova E., Mezhennaya N., Popov V. Methodological aspects of the subject «Mathematical statistics» at a technical university. In: Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Pedagogics. 2018. no. 2, pp. 117–130.
DOI: 10.18384/2310-7219-2018-2-117-130