5. Чистая продукция промышленности

$$483 – 144{,}9 – 72{,}45 = 265{,}65.$$

6. Чистая продукция сельского хозяйства

$$192 – 38{,}4 – 19{,}2 = 134{,}4.$$

Рассмотрев в данной статье пример использования междисциплинарного подхода в преподавании высшей математики в техническом университете, можно сделать вывод, что внедрение междисциплинарных подходов является основой преподавания математики для технических и экономических специальностей в высших учебных заведениях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бровка, Н. В.** Преемственность в интеграции теории и практики обучения некоторым понятиям курса математического анализа в средней школе и вузе / Н. В. Бровка // Матэматыка: праблемы выкладання. – 2008. – № 4. – С. 3–8.

2. **Белых, О. Н.** Межпредметная интеграция как один из принципов проектирования содержания политехнической подготовки будущего учителя сельской малокомплектной школы / О. Н. Белых // Вестн. Поморского ун-та. Сер. Физиологические и психолого-педагогические науки. – 2007. – № 3. – С. 63.

3. **Белых, О. Н.** Межпредметная интеграция как условие повышения качества политехнической подготовки будущего учителя физики и математики сельской малокомплектной школы / О. Н. Белых // Сибирский педагогический журнал. – 2007. – № 6. – С. 286–290.

УДК 519.22

ОБ ОШИБКАХ ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

И. В. БАРДУШКИНА, А. М. РЕВЯКИН, А. М. ТЕРЕЩЕНКО
Национальный исследовательский университет
электронной техники «МИЭТ»
Москва, Зеленоград, Россия

Статистические методы широко проникают в нашу повседневную жизнь. Разработано огромное количество специализированных и неспециализированных пакетов прикладных программ [1], позволяющих проводить статистическую обработку данных даже тем, кто не обладает никакими знаниями по теории вероятностей и математической статистике. В докладе на простых примерах предпринята попытка проиллюстрировать ошибки, которые могут возникнуть при интерпретации результатов статистической обработки данных. Приведен пример лабораторной работы, при выполнении которой студенты учатся правильно пользоваться готовыми программами для статистической обработки данных.

Основная задача математической статистики – по выборке, максимально используя содержащуюся в ней информацию, сделать то или иное научно обоснованное заключение о генеральной совокупности X. Для надёжности этого заключения выборка должна быть репрезентативной. Выборка репрезентативна, если её объём достаточно велик, а её значения независимы, т. е. получены при независимых измерениях X в одних и тех же условиях.

Однако на практике в силу разных причин получить репрезентативную выборку не удается. Тогда на генеральную совокупность накладывают дополнительное условие, что она имеет нормальное распределение. Проверить это практически невозможно. Чаще легче опровергнуть это условие. Например, используя маломощные критерии – проверки гипотез либо о равенстве среднего, медианы и моды, либо о равенстве нулю коэффициентов асимметрии и эксцесса, либо выполнения правила трех сигм, либо с помощью вероятностной бумаги или критерия согласия хи-квадрат. Мощных критериев в курсе теории вероятностей и математической статистике в вузах не изучают. Более того, многие показатели, такие как доходы фирм, зарплата трудящихся, надои молока, урожайность и другие, заведомо не подчиняются нормальному закону распределения [2–4]. Часто мы не можем измерить саму генеральную совокупность, а наблюдаем какую-нибудь функцию от нее (любая функция, кроме линейной, портит нормальное распределение). Например, в отделении больницы средняя температура больных 36,6 °С, но живых не осталось. Это говорит о том, что выборка неоднородна (получена в результате наблюдения нескольких генеральных совокупностей).

Другой пример неоднородности, приводящий к неправильному выводу, можно найти в [2]. Содержание гемоглобина в крови и размеры кровяных шариков не показывают корреляции ни у новорожденных, ни у мужчин, ни у женщин. Значения коэффициента корреляции равны соответственно 0,06, –0,03 и 0,07. Если статистический материал объединить, то коэффициент корреляции получается равным 0,75.

В [3] на большом количестве примеров продемонстрировано неправильное оценивание средних скорости надоев молока, урожайности, размера яиц и т. п. Для их оценки предлагается использовать показатели средней гармонической, средней квадратичной, средней кубической или средней геометрической. Заметим, что эти оценки легко получаются, если исходные выборки преобразовать с помощью монотонных функций.

Проиллюстрируем сказанное на примере.

Лабораторная работа. Исследование логарифмически-нормального распределения, его применение в экономической статистике.

1. Построить графики плотности логарифмически-нормального распределения с параметрами $\mathrm{mean} = 2000$ и $\mathrm{STD} = 100000$; 200 000 и 300 000. Оценить

для каждого случая моды, медианы, а также вероятности попадания в области ниже моды, ниже медианы, ниже mean.

Вопрос: верно ли, что с увеличением параметра STD арифметическое среднее смещается вправо от медианы, а мода влево?

2. Сгенерировать выборки X, Y и Z объёма 200, 400 и 600 из генеральных совокупностей с указанными параметрами mean и STD. Провести сравнение выборок с теоретическим законом распределения. Найти по выборке точечные оценки среднего (average, median, mode, geometric mean), меры рассеяния (std, range, interquartile range) и меры формы (skewness, kurtosis).

Согласуются ли полученные Вами оценки с ответом на вопрос п. 1? Объясните причину того, что полученные оценки mode и median противоречат замеченной Вами тенденции в п. 1.

3. Прологарифмировать выборки X, Y и Z. Проверить нормальность распределения полученных массивов (по коэффициентам асимметрии и эксцесса, гистограммам, на вероятностной бумаге и по критерию согласия хи-квадрат).

Верно ли, что оценку параметра среднего логарифмически-нормального распределения X можно получить по оценке среднего выборки X_1 по формуле exp(mean X_1), где $X_1 = \log X$?

4. Построить 95-процентный доверительный интервал для среднего геометрического генеральной совокупности X, используя доверительный интервал для математического ожидания нормально распределенной выборки X_1. С помощью операции, обратной к логарифмированию, найти искомые границы.

Исследовательская часть.

5. Известно, что месячная заработная плата служащих фирмы подчиняется логарифмически-нормальному распределению. Фирма состоит из шести отделов численностью соответственно 200, 400, 150, 180, 220 и 310 сотрудников. Средняя зарплата (средняя геометрическая) сотрудников первого отдела 183 569 у. е. (в сумме с одним среднеквадратическим отклонением это составляет 317 760 у. е.) при 95-процентном доверительном интервале (170 020; 198 166). Средняя месячная заработная плата сотрудников второго отдела 198 278 у. е. при 95-процентном доверительном интервале для математического ожидания, построенного в предположении о нормальном законе распределения (175 757; 220 800). Параметры распределения (mean и STD) месячной зарплаты сотрудников других отделов соответственно равны: 180 000, 100 000 (третий отдел); 210 000, 300 000 (четвёртый отдел); 200 000, 350 000 (пятый отдел) и 150 000, 200 000 (шестой отдел). Массивы зарплат сотрудников этих отделов либо заданы, либо их предлагается сгенерировать самостоятельно.

6. Проверить гипотезы о равенстве средних зарплат различных отделов, проводя попарное сравнение средних. Ранжировать отделы по уровню заработной платы их сотрудников (от большего к меньшему).

7. Полагая уровень бедности равным 125 000 у. е., определить для каждого отдела число сотрудников, получающих зарплату ниже этого уровня. Ранжировать отделы по проценту низкооплачиваемых сотрудников (от меньшего к большему). Сравнить полученные результаты. Объяснить замеченные противоречия.

8. Выполнить п. 6 для средних геометрических. Сравнить с результатами п. 7. Дать объяснение.

9. Полагая признаком принадлежности к среднему классу получение зарплаты в диапазоне от 125 000 до 250 000 у. е., определить этот показатель для каждого отдела.

10. Оценить среднюю и среднюю геометрическую зарплату в фирме. Верно ли, что более 50 % служащих живут ниже черты бедности (уровень значимости 0,05)?

11. Выполнить исследовательскую часть методами дисперсионного анализа. Сравнить полученные результаты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теория и практика статистических исследований / Под ред. А. М. Ревякина, В. В. Костылёва. – Москва: МГАДА, 2007. – 354 с.

2. **Закс, Л.** Статистическое оценивание / Л. Закс. – Москва: Статистика, 1976. – 598 с.

3. **Лакин, Г. Ф.** Биометрия: учебное пособие для биологических специальностей вузов / Г. Ф. Лакин. – Москва: Высшая школа, 1990. – 352 с.

4. **Ревякин, А. М.** Об особенностях выполнения курсовой работы по статистике с применением электронного компонента / А. М. Ревякин, И. В. Бардушкина // Экономические и социально-гуманитарные исследования. – 2017. – № 1 (13). – С. 112–122.

УДК 37.013

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ

И. А. БЕККЕР
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Важный принцип современного образования – открытость, этот принцип является необходимым условием для осуществления самообучения, дистанционного обучения.

Открытое образование означает:

– максимальную доступность (24/7), удобную организацию всевозможных сетевых ресурсов по дисциплине в электронной библиотеке, на портале