

## Анализ результатов диагностического тестирования первокурсников УрГУПС по математике

**Е. Г. Филиппова,**

старший преподаватель

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

**Аннотация.** Работа посвящена статистической обработке результатов диагностического тестирования по математике, проводимого среди студентов первого курса транспортного вуза. Такое тестирование охватывает основные разделы школьного курса, которые необходимы для дальнейшего обучения в вузе, и направлено на проверку глубины базовых знаний первокурсников по математике. Полученные результаты исследования статистических данных необходимы преподавателю в первую очередь для того, чтобы иметь представление о качестве математических знаний первокурсников и своевременной корректировке скорости и степени углубленности в изложении нового материала.

**Ключевые слова:** диагностическое тестирование, математическая статистика, нормальный закон распределения, критерий Пирсона.

На современном этапе развития системы высшего образования сформировался устойчивый интерес к диагностике знаний и умений студентов на разных этапах обучения. На основании полученных результатов рассматриваются вопросы повышения качества подготовки студентов с применением современных образовательных моделей [1] и созданием авторских концепций повышения качества подготовки специалистов [2]. Большинство диагностических исследований опирается на применение аппарата математической статистики, а результаты обработки данных успеваемости приводят к нормальному закону распределения, например, в [3, 4].

Цель настоящей работы – выявление качества знаний студентов первого курса на основе результатов диагностического тестирования по математике посредством математической статистики, изучение результатов такого вида диагностики, проводимого на портале i-exam, который выступает в качестве внутривузовской системы оценки и мониторинга качества образования [5]. Исследовались

протоколы результатов диагностического тестирования студентов 1 курса очного обучения специальности «Эксплуатация железных дорог». Тестирование проводилось в 2019 г., до наступления пандемии. Объем выборки – 148 результатов, оценивание проводилось по стобальной шкале.

Вся совокупность результатов представляет собой первичный статистический материал, который был разбит на девять интервалов. Визуализация плотности относительной частоты в каждом интервале представлена на рис. 1.

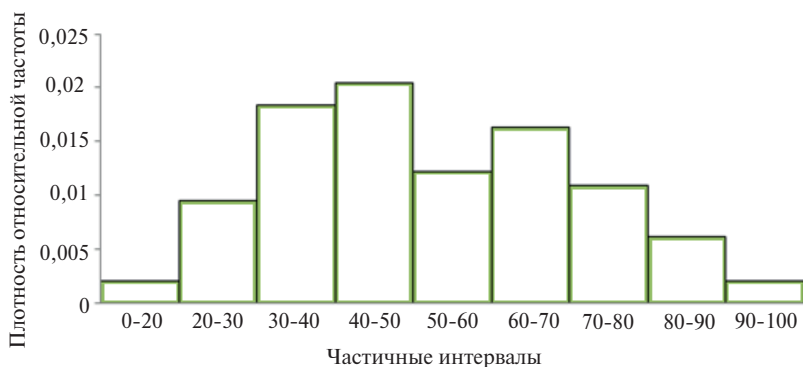


Рис. 1. Гистограмма относительных частот

В таблице 1 приведены полученные статистические оценки параметров исследуемого распределения.

Таблица 1

Статистические оценки выборки

Характеристики вариационного ряда	Числовое значение характеристик
Мода ( $M_o$ )	42
Медиана ( $M_e$ )	47
Выборочное среднее	49,3
Выборочное среднее квадратическое отклонение ( $\sigma_r$ )	20,1
Асимметрия ( $As$ )	-0,14
Экссесс ( $Ex$ )	-0,4
Коэффициент вариации	0,4

Полученные значения моды, медианы и выборочного среднего достаточно близки друг к другу, что говорит о симметрии рассматриваемого вариационного ряда относительно центра, и хорошо просматривается на гистограмме относительных частот (см. рис. 1). Принимая во внимание колоколообразную фигуру гистограммы, симметричную относительно средних значений, а также близкие к нулю значения асимметрии и эксцесса, можем выдвинуть гипотезу  $H_0$  о нормальном законе распределения результатов диагностического тестирования. Основания для принятия гипотезы приведены в таблице 2.

Таблица 2

Проверка гипотезы о нормальном распределении выборки

Нулевая гипотеза $H_0$ : выборочная совокупность имеет нормальное распределение с параметрами $a = 49,3$ и $\sigma = 20,1$
Число степеней свободы $k = r - 3 = 6$
Уровень значимости $\alpha = 0,05$
Критическая точка $\chi^2_{кр} = 12,5916$
Наблюдаемое значение критерия Пирсона $\chi^2_{набл} = 8,3257$
Критическая область: $(12,5916; +\infty)$
Область принятия гипотезы $H_0$ : $(0; 12,5916)$

Так как абсолютный критерий Пирсона входит в область принятия гипотезы,  $\chi^2_{набл}$  меньше, чем  $\chi^2_{кр}$ , то нулевую гипотезу  $H_0$  принимаем [6, 7]. Таким образом, распределение результатов диагностического тестирования по математике первокурсников, поступивших в 2019 г., имеет нормальное распределение с параметрами  $a = 49,30952$  и  $\sigma = 20,09119$ .

Для визуализации качества математических знаний первокурсников применим шкалу оценки математических знаний, в которой выделены уровни подготовки отдельных подгрупп участников тестирования по стобалльной шкале [8, 9] (таблица 3).

Таблица 3

Характеристика подгруппы	Уровень математической подготовки
Подгруппа 1 Результат диагностического тестирования: 0–26 Доля подгруппы в выборке – 6,7 %	Минимальный уровень Первокурсники, не обладающие математическими знаниями и умениями на базовом, общественно значимом уровне

Характеристика подгруппы	Уровень математической подготовки
Подгруппа 2 Результат диагностического тестирования: 27–55 Доля подгруппы в выборке – 45,3 %	Базовый 1 Первокурсники, освоившие курс математики на базовом уровне, не имеющие достаточной подготовки для успешного освоения образовательной программы инженерных специальностей
Подгруппа 3 Результат диагностического тестирования: 56–69 Доля подгруппы в выборке – 28,4 %	Базовый 2 Первокурсники, успешно освоившие базовый курс математики, имеющие все шансы получить высшее образование в техническом вузе
Подгруппа 4 Результат диагностического тестирования: 70–87 Доля подгруппы в выборке – 15,5 %	Повышенный Первокурсники, освоившие курс профильной математики и обладающие достаточным уровнем математической подготовки. Способны для продолжения образования на большинстве инженерных специальностях, предполагающих наличие повышенного или высокого уровня математических знаний и умений
Подгруппа 5 Результат диагностического тестирования: 88–100 Доля подгруппы в выборке – 4,1 %	Высокий Первокурсники, освоившие курс профильной математики и имеющие достаточный уровень математической подготовки для успешного продолжения обучения в техническом вузе с самыми высокими требованиями к математической компетентности

Выделенные в таблице 2 уровни представлены на рис. 2.

Доля первокурсников, успешно освоивших базовый курс математики и готовых к успешному обучению на инженерных специальностях технических вузов, не так уж велика: всего 48 %.

Сравним качество математических знаний юношей и девушек. Для этого рассмотрим две выборки, полученные в результате диагностического тестирования. Учтем, что результаты диагностического тестирования распределены по нормальному закону распределения, и вычислим параметры соответствующих законов нормального распределения для каждой выборки (таблица 4).

На основе имеющихся результатов тестирования проверим гипотезу о равенстве средних баллов диагностического тестирования девушек и юношей. Для этого рассмотрим основную и конкурирующую гипотезы  $H_0$  и  $H_1$ , а доверительную вероятность примем равной 90 %.

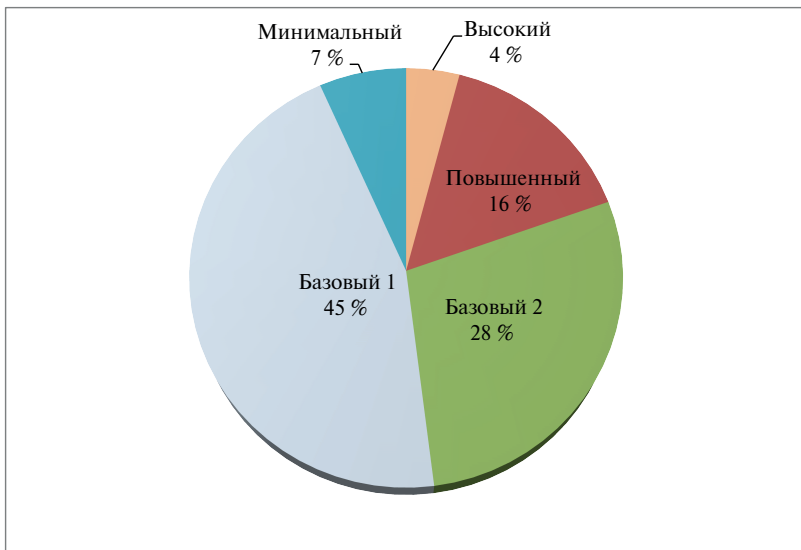


Рис. 2. Уровни качества математических знаний первокурсников

Таблица 4

Характеристика	Выборка результатов девушек	Выборка результатов юношей
Объем выборки	$n_1 = 65$	$n_2 = 83$
Выборочное среднее	$M(x) = 53$	$M(y) = 47$
Выборочное среднее квадратическое отклонение	$S(x) = 20,5$	$S(y) = 19,5$

При рассмотрении такой задачи следует построить двустороннюю критическую область и вычислить на основе экспериментальной информации такую характеристику, как  $t_{\text{набл}}$ , которая вычисляется по формуле [10]:

$$t_{\text{набл}} = \frac{M(x) - M(y)}{\sqrt{\frac{S^2(x)}{n_1} + \frac{S^2(y)}{n_2}}}, \quad (1)$$

где  $M(x)$  и  $M(y)$  – выборочные средние;  $S(x)$  и  $S(y)$  – выборочные средние квадратические отклонения;  $n_1$  и  $n_2$  – объемы соответствующих выборок. Значение величины  $t_{кр}$  находится из уравнения:

$$\Phi_0(t_{кр}) = \frac{\gamma}{2}, \quad (2)$$

где  $\gamma = 0,9$  (доверительная вероятность), а значения функции  $\Phi_0(t_{кр})$  представлены таблично, например, [10] (таблица 5).

Таблица 5

Проверка гипотез по статистическому критерию

Статистические гипотезы		$t_{кр}$	$t_{набл}$
$H_0$	$H_1$		
Средние баллы юношей и девушек равны	Средние баллы юношей и девушек отличаются значимо	1,65	1,8

Наблюдаемое значение  $t_{набл}$  не принадлежит критической области значений параметра  $t$ ,  $t_{кр} < t_{набл}$ , следовательно, нулевую гипотезу опровергаем и принимаем альтернативную гипотезу.

Итак, результаты диагностического тестирования распределены по нормальному закону распределения  $N(49,3; 20,1)$ . Проведена оценка качества базовых знаний первокурсников по школьному курсу математики, что позволяет своевременно вносить корректировку в методическую работу преподавателей. Установлено, что средние баллы по диагностическому тестированию девушек и юношей с доверительной вероятностью 90 % различны.

## Литература

1. Цгоева Н. А. Повышение качества подготовки студентов на основе современных образовательных моделей // Вестник ИрГТУ. 2015. №6 (101).
2. Соколова И.Ю., Кабанов Г.П. Качество подготовки специалистов в техническом вузе и технологии обучения : учеб. пособие для педагогов, аспирантов, магистрантов. Томск : Изд-во ТПУ, 2010. 203 с.
3. Портнова А. Г., Лесникова С. Л., Русакова Н. А. Использование математических методов для мониторинга качества успеваемости студентов // Вестник Кемеровского государственного университета.

- ного университета. Серия: Гуманитарные и общественные науки. 2020. №3 (15).
4. Куликова О. В., Поповский Э. Е., Филиппова Е. Г. Сравнение качества математических знаний абитуриентов при поступлении на технические и экономические специальности Вестник УрГУПС. 2011. № 2 (10). С. 54–64.
  5. Аттестационные педагогические измерительные материалы (математика). URL: <http://www.i-exam.ru> .
  6. Письменный Д. Т. Конспект лекций по теории вероятностей и математической статистике. – М. : Айрис-пресс, 2004. – 256 с. – (Высшее образование).
  7. Колемаев В. А., Калинина В. Н. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 352 с.
  8. Яценко И. В., Семенов А. В., Высоцкий И. Р. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников егэ 2019 года по математике // Педагогические измерения. 2019. №3.
  9. Яценко И. В., Семенов А. В., Высоцкий И. Р. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2017 года по математике // Педагогические измерения. 2017. №4.
  10. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студентов вузов. – М. : Высшее образование, 2008. – 479 с.