

УДК 519.2

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЗНАНИЙ: ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ НА МАТЕМАТИЧЕСКУЮ ПОДГОТОВКУ СТУДЕНТОВ

Афонин С.П., ст. гр. ЦСб-221, II курс,

Русаков Н.П., ст. гр. ЦСб-221, II курс,

Гончаров М.А., ст. гр. ЦСб-221, II курс,

Феоктистова У.С., ст. гр. ЦСб-221, II курс,

Научный руководитель: Дягилева А.В., к.т.н., доцент кафедры  
математики,

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.  
Горбачева, г. Кемерово

На сегодняшний день важным показателем для отражения общего уровня знаний ученика в конкретной дисциплине является его оценка, выраженная по пятибалльной или стобалльной системе оценивания. На основе полученных оценок можно получить данные о средней успеваемости конкретного ученика за определенный период или же всей группы в целом. Найти среднюю успеваемость в небольшой группе по предмету не так сложно, однако, когда приходится анализировать большое количество обучающихся, то эффективность и точность анализа может значительно уменьшиться. Для сохранения эффективности анализа большой группы данных используют один из основных разделов математики, а именно – статистику.

Математическая статистика – это раздел математики, основанный на математических методах сбора, систематизации, обработки и интерпретации статистических данных и их использование для получения научных или практических выводов. Правила и методы математической статистики основаны на теории вероятностей и позволяют оценивать точность и надежность выводов, полученных в результате обработки статистического материала.

В настоящее время используются такие основные методы математической статистики, как: описательная статистика и теория статистического вывода.

Данные, полученные статистическим методом, могут передаваться на разных уровнях: от нечислового дескриптора (номинальный уровень) до числового в отношении нулевой точки (уровень отношения).

Для сбора статистических данных можно использовать ряд методов выборки: простую случайную, систематическую, стратифицированную или кластерную выборку.

При анализе данных же используется два типа статистических методов – статистические и описательные. Описательные методы позволяют описать данные так, что необходимость в анализе полученных результатов отсутствует.

Они могут быть использованы для определения аномальных результатов и позволяют говорить о том, как выглядят полученные данные.

Для получения результатов о том, как изменился средний уровень знаний студентов 1 курса Кузбасского государственного технического университета из-за пандемии в 2020 году, были собраны данные результатов вступительных экзаменов в данное учебное заведение по предмету «математика» за период с 2018 по 2022 год с целью их дальнейшего анализа.

Полученные оценки учеников были разделены на 5 отдельных групп, в каждой из которых была проведена группировка данных на основе итоговой оценки, выраженной в 5 бальной системе.

Данные для дальнейшего анализа за каждый учебный год, отображенные в виде таблицы, выглядят следующим образом:

|          | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|----------|------|------|------|------|------|
| двойки   | 635  | 512  | 321  | 531  | 449  |
| тройки   | 177  | 254  | 206  | 166  | 144  |
| четверки | 66   | 98   | 94   | 51   | 62   |
| пятерки  | 7    | 14   | 9    | 6    | 7    |
| Всего    | 885  | 878  | 630  | 754  | 662  |

Рис.1. Исходные данные для каждой выборки.

Исходя из предоставленных данных, можно провести анализ каждой выборки для выявления закономерностей в успеваемости студентов за каждый учебный год. Для этого можно использовать различные статистические методы, включая проверку гипотезы о соответствии данных показательному распределению вероятностей непрерывной случайной величины.

На основе данной гипотезы был произведен расчет основных показателей, необходимых для дальнейшего статистического анализа, а именно: проверки выдвинутой гипотезы о типе распределения, а также подтверждение или опровержение различных критериев, необходимых для проверки полученных данных. Далее были рассчитаны: Эмпирическое значение дисперсии, эмпирическое значение среднеквадратичного отклонения, средняя оценка и среднее линейное отклонение по формулам для каждой отдельно взятой выборки:

$$D = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|^2 * n_i}{n} \quad (1)$$

$$\sigma = \sqrt{D} \quad (2)$$

$$X\sigma = \frac{\sum x_i * n_i}{n} \quad (3)$$

$$d = \frac{\sum |x_i * X\sigma| * n_i}{n} \quad (4)$$

|            | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|------------|------|------|------|------|------|
| $Dx$       | 0,44 | 0,57 | 0,59 | 0,42 | 0,48 |
| $\sigma x$ | 0,66 | 0,75 | 0,77 | 0,65 | 0,69 |
| $X_b$      | 2,87 | 3,06 | 3,17 | 2,88 | 2,94 |
| $d$        | 0,53 | 0,65 | 0,68 | 0,53 | 0,59 |

Рис.2. Расчет базовых значений для каждой выборки.

Основываясь на полученных результатах для каждого года обучения, можно составить две гистограммы результатов входных экзаменов с 2018 по 2022 год, наиболее ярко отражающие изменения, возникшие в 2020 году (рис. 3).

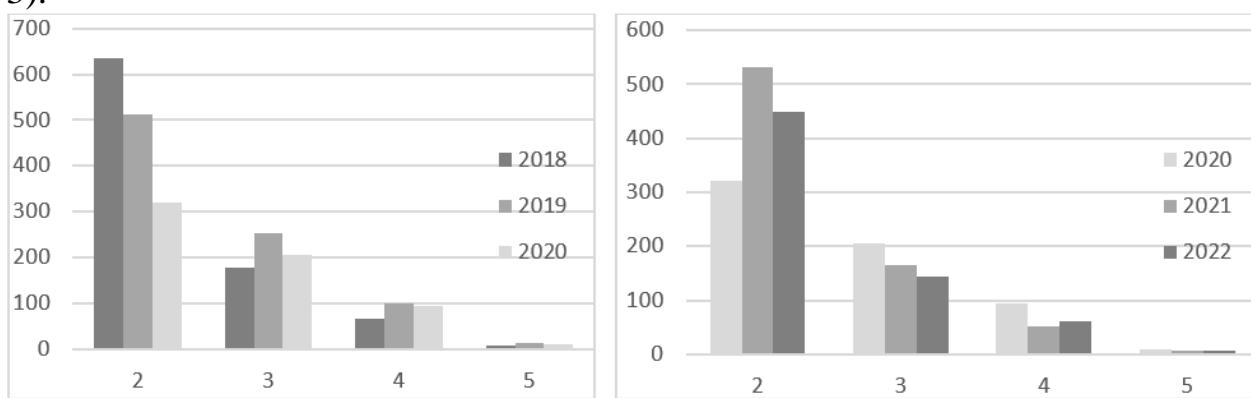


Рис.3. Объединенные гистограммы выборок.

График плотности распределения случайных частот можно построить на основе полученной гистограммы (рис. 4).

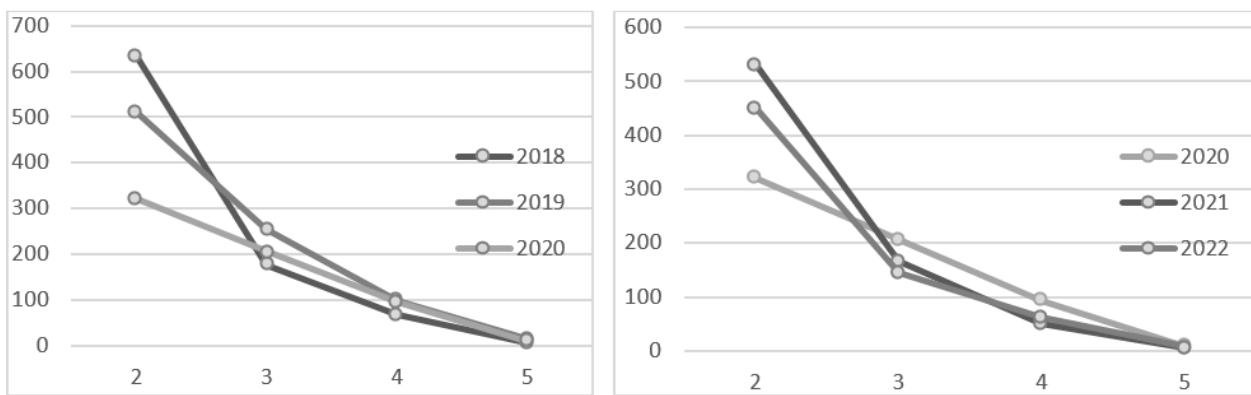


Рис.4. Объединенный полигон выборки.

Эмпирическая функция для данного распределения строится на основе полученных значений  $\frac{n_i}{n}$  для каждого диапазона.

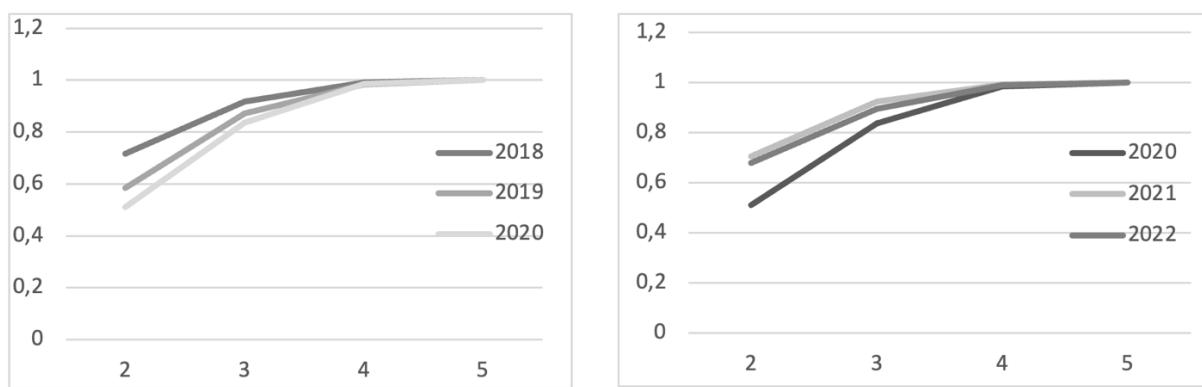


Рис.5. Объединенная эмпирическая функция выборки.

Для подтверждения гипотезы о показательном распределении, воспользуемся критериями: Пирсона, Бартлетта-Морана и совпадение величин средней арифметической, моды и медианы для проверки того, подчиняются ли полученные данные нормальному закону распределения; критерий Фроцини, при помощи которого можно подтвердить гипотезу о показательном распределении, для подтверждения или опровержения полученной гипотезы о типе распределения непрерывной случайной величины.

В результате, после проверки всех использованных нами критериев, были получены результаты, записанные в виде таблицы:

Так как для нормального распределения характерно совпадение величин средней арифметической, моды и медианы, то исходя из полученных значений, мы отвергаем предположение о том, что полученные данные подчиняются нормальному закону распределения.

|       | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-------|------|------|------|------|------|
| $M_e$ | 2,70 | 2,86 | 2,98 | 2,71 | 2,74 |
| $M_o$ | 2,44 | 2,40 | 2,38 | 2,59 | 2,43 |
| $X_b$ | 2,87 | 3,06 | 3,17 | 2,88 | 2,94 |

Рис.6. Сравнение близости значений медианы, моды и средней арифметической.

При проверке данных по критерию Пирсона для подтверждения гипотезы о нормальном распределении было получено несоответствие неравенства  $X_{\text{набл}}^2 < X_{\text{кр}}^2$ , что соответственно отвергает гипотезу.

|                     | 2018  | 2019   | 2020   | 2021  | 2022  |
|---------------------|-------|--------|--------|-------|-------|
| $X_{\text{набл}}^2$ | 81,09 | 842,55 | 578,75 | 59,96 | 90,09 |
| $X_{\text{кр}}^2$   | 6     | 6      | 6      | 6     | 6     |

Рис.7. Сравнение по критерию Пирсона.

Критерий Бартлетта-Морана отвергает гипотезу о нормальном распределении, так как в результате расчетов его значение составило 16,21 при допустимом значении гипотезы о нормальном распределении не более 7,81. А также критерий Фроцини подтверждает гипотезу о показательном распределении на основе полученного в результате расчетов значения 0,21 при максимально допустимом значении критерия 0,37.

Рассматривая полученные данные из таблицы, можно сделать вывод о том, что первые два критерия отвергают гипотезу о нормальном распределении, а два оставшихся – подтверждают гипотезу о показательном распределении непрерывной случайной величины.

Исходя из результатов анализа, подтвержденных использованными критериями, становится ясно, что дальнейший анализ данных необходим для выявления причин значительных изменений, произошедших после 2020 года.

Рассмотрение объединенных гистограмм результатов входных экзаменов с 2018 по 2022 год позволяет сделать вывод о существенном снижении среднего уровня знаний студентов 1 курса Кузбасского Государственного Технического Университета по предмету "Математика" и уменьшении числа поступивших, начиная с 2020 года.

Вероятной причиной резкого падения уровня знаний студентов является пандемия, которая активно распространилась с марта 2020 года. Многие обучающиеся подверглись заболеванию, что вынудило их перейти на дистанционное обучение, а недостаточная подготовка школ к такому формату обучения привела к двухмесячному периоду ограниченной активности учащихся перед экзаменами. Следствием этого стало снижение общего числа поступивших на 28% по сравнению с предыдущим годом.

Анализ данных за 2021 год показывает, что процент неудовлетворительных оценок почти достигает 71% от общего числа поступивших, сопровождаемый увеличением количества первокурсников на 19.7%. Эти изменения могут быть объяснены тем, что студенты, привыкшие к дистанционному обучению, могли быть ограничены в объеме полученных знаний, который, возможно, был достаточен только для успешной сдачи экзамена. Однако, важно учитывать, что уровень обучения, ориентированный на сдачу экзаменов, не всегда отражает реальные знания и навыки, необходимые для успешной учебы и будущей профессиональной деятельности.

В 2022 году можно наблюдать сохранения среднего показателя уровня знаний студентов 1 курса, а также уменьшение общего числа поступивших на 12.2% по сравнению с прошлым годом. Данный показатель может быть обусловлен тем, что число учащихся, желающих получить среднее общее образование, сдав Государственный экзамен, после чего продолжить обучение в Высшем учебном заведении, заметно снизилось.

**Список литературы:**

1. Курс высшей математики. Теория вероятностей : лекции и практикум : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям: "Технические науки", "Техника и технологии" / [Игорь Мелетиевич Петрушко и др.] ; под общ. ред. И. М. Петрушенко. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. – 346 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-0728-6. – EDN QJUSLZ.
2. Методы восстановления непараметрической регрессии в условиях несбалансированных данных / П. А. Пылов, Р. В. Майтак, А. В. Дягилева, А. Д. Салычева. – Вологда : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Инфра-Инженерия", 2024. – 192 с. – ISBN 978-5-9729-1856-0. – EDN AAJATW.
3. Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика : Учебник и практикум / Н. Ш. Кремер. – 4-е изд., пер. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2016. – 514 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-6710-4. – EDN VTWTWV.
4. Корреляционный анализ результатов перехода к дистанционному формату обучения (соотношение показателей ЕГЭ и первой промежуточной аттестации студентов вуза) / А. В. Каплун, Л. С. Зникина, А. В. Дягилева, П. А. Пылов // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2023. – № 1(49). – С. 23-28. – DOI 10.54509/22203036\_2023\_1\_23. – EDN AXPKBN.