



УДК 51.77+371

Научная статья / **Research Full Article**DOI: [10.15293/2658-6762.2501.05](https://doi.org/10.15293/2658-6762.2501.05)Язык статьи: русский / **Article language: Russian**

## Победитель конкурса о наилучших технологиях отрасли: математическое обеспечение и условия, позволяющие проводить конкурс

А. Ж. Жафяров<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия

**Проблема и цель.** Статья посвящена поиску математического обеспечения и условий, позволяющих проводить конкурс по выявлению **победителя этого конкурса и наилучшей технологии отрасли** (экономики, образования, медицины, иных областей и экспериментальных наук), результаты исследований которых вписываются в рамки зависимых и независимых выборов.

Статья является продолжением исследований, опубликованных в более ранних работах автора.

**Методология.** Методологией решения указанной проблемы является интеграция математического обеспечения образования и математической логики.

**Результаты.** Введены новые понятия «технология отрасли» и «конкурсная матрица», в которых технологии определяются выборками, составленными из ответов на требования (категории) к технологиям отрасли. Эти требования-категории учитывают результаты экспериментальной работы, научную новизну, практическую значимость и т. д. с учетом специфики отрасли. Реестр требований к технологиям и оценивание их в баллах определяют две комиссии: организационная и экспертная, составленная из специалистов отрасли.

Такой подход – сочетание экспериментальных и экспертных оценок – является более гибким, что способствует повышению объективности и достоверности выводов, с одной стороны; с другой – результаты получаются в терминах самих технологий, а не косвенно – по влиянию технологии на подопытных (в естественных науках) и на учащихся (в образовании), как было до сих пор.

**Даны:** определения новых понятий; сформулированы в математически завершенной форме, т. е. в терминах необходимости и достаточности, условия и алгоритм для нахождения указанных видов технологий; описаны их многообразия.

**Заключение.** Математическое обеспечение, критерий КЖ, алгоритм, необходимые и достаточные условия для нахождения победителя конкурса и наилучшей технологии отрасли способствуют: повышению адекватности технологий к поставленным целям; исключению ложных технологий от возможного внедрения их в каких-либо отраслях и очищению науки от недоброкачественных результатов.

---

**Библиографическая ссылка:** Жафяров А. Ж. Победитель конкурса о наилучших технологиях отрасли: математическое обеспечение и условия, позволяющие проводить конкурс // Science for Education Today. – 2025. – Т. 15, № 1. – С. 91–115. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2501.05>

✉ Автор для корреспонденции: А. Ж. Жафяров, [akram39@yandex.ru](mailto:akram39@yandex.ru)

© А. Ж. Жафяров, 2025

**Ключевые слова:** *однопараметрические и двухпараметрические критерии; зависимые и независимые выборки; конкурсная матрица; модель; среднее; исправленная дисперсия; критерий КЖ; наилучшая технология отрасли.*

## Постановка проблемы. Методология исследования

Ни у кого не вызывает сомнения, что благополучие и достоинство как граждан, так и страны в целом существенно зависят от успехов науки. В свою очередь, эти успехи могут породиться только значимыми технологиями, применяемыми во многих отраслях экономики, особенно по приоритетным направлениям развития страны. Поэтому актуальной является проблема отбора таких технологий, которые перспективны в соответствующей области.

Решение указанной проблемы существенно зависит от уровня и объективности критериев, на основе которых осуществляется указанный отбор.

Однако в настоящее время ФСК – функционирующая система критериев, разработанная в основном зарубежными учеными и состоящая из 12 основных критериев [1–24] имеет ряд серьезных недостатков<sup>1</sup>. Это и побудило желание (у многих<sup>2</sup> [5–10], и у автора

<sup>1</sup> Жафяров А. Ж. Критерий КЖ для исследования зависимых и независимых выборок в области экспериментальных наук: учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2024. – 171 с. ISBN: 978-5-00226-044-7 EDN: [XUVIQQ](#)

<sup>2</sup> Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики. – М.: Юманити, 1998. – 1022 с.

Белеванцев В. И., Рыжих А. П. Избранные аспекты теории и практики обработки результатов наблюдений (с примерами из области изучения равновесий в растворах); отв. ред. И. В. Миронов. – Новосибирск: ИНХ СО РАН, 2009. – 176 с. ISBN: 978-5-901688-15-1 EDN: [UFSUWJ](#)

Боровков А. Н. Математическая статистика: учебник. – 4-е изд., стер. – М.: Лань, 2010. – 704 с. – Доступ на эл. Версия. ЭБС «Лань». – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php?pllcid=25&cplid=3810>. – ISBN: 978-5-8114-1013-2.

Буре В. М., Парилина Е. М. Теория вероятностей и математическая статистика (Электронный ресурс): учебник: доп. УМО вузов РФ. – М.: Лань, 2013. – Доступна эл. Версия. ЭБС «Лань». – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php?pllcid=25&pllid=10249>. – ISBN: 978-5-8114-1508-3 EDN: [SACSLP](#)

Волкова Е. Ф. Методы математической статистики в экспериментальной психологии (Электронный ресурс): учебно-методический комплекс. – Новосибирск: НГПУ, 2011. – 3,76 Мб.

Вуколов Э. А. Основы статистического анализа: практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов Statistika и Excel. – М.: ФОРУМ, 2012. – 464 с.

Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс, 1976. – 496 с.

Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1977. – 480 с.

Грабарь М. И., Краснянская К. А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. – М.: Педагогика, 1977. – 137 с.

Гусаров Б. М. Теория статистики. – М.: Юнити, 1998. – 247 с.

Гусева Е. Н. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. – М.: Флинта, 2011. – 220 с. – доступна эл. версия. ЭБС «Университетская библиотека ONLINE». – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/book/83543/>. – ISBN 978-5-9765-1192-7.

Калинина В. Н., Панкин В. Ф. Математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1998. – 336 с.

Колемаев В. А., Калинина В. Н. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Инфра-М, 1997. – 302 с.

Лялин В. С., Зверева И. Г., Никифорова Н. Г. Статистика: теория и практика в Excel: учебное пособие для вузов. – М.: Финансы и статистика: Инфра-М, 2010. – 448 с.

тоже<sup>3</sup> [11; 12]) исправить положение, старались разработать лучшие критерии.

Это, на первый взгляд, кажется благим делом, а на самом деле только таким односторонним несистемным подходом невозможно решить актуальную проблему – найти наилучшую технологию отрасли (экономики, образования, медицины и т. д. [13–24]).

Многолетний опыт исследований убедил автора, что без:

– полного и объективного набора первичной информации об изучаемом объекте (в области образования – об успеваемости и развитии учащихся);

– объективной и достоверной системы сравнения достижений технологий отрасли (в области образования: успеваемости и развития учащихся и их классов), невозможно получить серьезный вывод каким бы хорошим ни был критерий.

Поэтому важен план автора по поиску наилучшей технологии отрасли (в области образования: успеваемости и развития учащихся и их классов невозможно получить серьезный вывод, каким бы хорошим ни был критерий).

Соответственно, план автора по поиску наилучшей технологии отрасли, в том числе образования, состоит из решения трех проблем.

Обеспечить:

1) полноту и объективность первичного набора информации о достижениях технологии отрасли (об успеваемости и развитии учащихся и их групп);

2) объективность и достоверность сравнения полученных достижений;

3) объективность и достоверность критерия.

## Результаты исследования

**1. Для реализации проблемы 1) автором предложено: задать все конкурирующие технологии отрасли в виде одной матрицы  $A$  размерности  $n \times m$ , где  $m$  – количество категорий – требований на каждую технологию,  $n$  – число участников конкурса.**

Каждая строка  $A_i$  матрицы  $A$  представляет собой выборку  $A_i = (a_{i_1}, a_{i_2}, \dots, a_{i_m})$ , характеризующую технологию  $T_i$ ; где  $a_{ij}$  – число баллов, полученных технологией  $T_i$  по категории  $j$ ,  $1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq m$ .

Будет описана ниже технология получения:

чисел  $a_{ij}$  и матрицы  $A$ , назовем **конкурсной**.

Тогда все технологии, участвующие в конкурсе на победителя конкурса и наилучшую технологию отрасли, можно представить указанной матрицей  $A$  (табл. 1):

Латуха О. А. Математическая модель инновационной деятельности современного вуза // Вестник НГПУ. – 2011. – № 1(1). – С. 69-73. – EDN OXSWON.

<sup>3</sup> Жафяров А. Ж., Жафяров Р. А. Математическая статистика: учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2000. – 249 с.

Жафяров А. Ж., Жафяров А. А. Математические методы обработки результатов педагогических исследований и статистических данных: учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2014. – 156 с.

Таблица 1

## Матрица А

Table 1

## Matrix A

Категории		<i>I</i>	...	<i>m</i>
Номер ученика	<i>I</i>	$a_{11}$	...	$a_{1m}$
	...	...	...	
	...	...	A	...
	...	...	...	
	<i>n</i>	$a_{n1}$	...	$a_{nm}$

Суть и новизна такого матричного представления конкурирующих технологий состоит в том, что здесь дается прямая непосредственная характеристика конкурирующих технологий.

В ФСК – функционирующей системе критериев – информацию о них получаем через эксперимент на подопытных (в случае естественных наук) или на учащих (в случае образования).

Выявление технологии – победителя с суммированием числа побед в конкурирующих парах не исключает возможные помехи в процесс достижения достоверности выводов.

Поэтому задание конкурирующих технологий в виде одной матрицы с непосредственными их характеристиками является более предпочтительным.

В связи со сказанным интерес представляет содержание категорий – требований к технологиям:  $k_1, \dots, k_m$ .

Первым одним из важных требований является  $k_1$  – результат (в баллах, все требования должны быть оценены в баллах, это легко до-

стигается за счет экспертных оценок) экспериментальной работы участников по каждой конкурирующей технологии.

Оценки остальных требований:

$$k_1, \dots, k_m$$

определяет экспертная комиссия отрасли с учетом специфики (не исключается и возможность экспертной оценки коэффициента  $k_1$ ).

Среди них могут быть, например, такие (оценены в баллах):

$$k_2 = 5 - \text{НН} - \text{научная новизна};$$

$$k_3 = 5 - \text{ПЗ} - \text{практическая значимость};$$

$$k_4 = 4 - \text{ПТ} - \text{патент};$$

$k_5 = 5$  – рецензии госучреждения, работодателей, потребителей продукции, общественности и т. д.;

$k_6 = 6$  – участие в сфере производства продукции, пользующейся спросом на рынке;

$k_7 = 5$  – ОБ – обеспечение безопасности среды;

$k_8 = 5$  – особые успехи в естественно-научных, гуманитарных, спортивных областях деятельности.

**Замечание.** Здесь дана примерная оценка в баллах показателей конкретной категории, их можно менять и изменить число показателей с учетом целесообразности и специфики отрасли.

Поскольку  $k_1$  – результат экспериментальной работы технологий, то ее необходимо проводить по алгоритму, приведенному ниже, и на основе критерия КЖ. Сначала необходимо провести ряд организационных мероприятий.

**Руководство отрасли создает организационную комиссию для проведения двухэтапного конкурса по выявлению победителя и наилучшей технологии отрасли.**

Это трудоемкая и ответственная работа. Необходимость ее проведения связана с тем, что от качества применяемой технологии существенно зависит успешность деятельности отрасли – с одной стороны, с другой – проблему допуска технологии к применению решает ФСК – функционирующая система критериев, которая обладает существенными недостатками, отмеченными: обзорно в предисловии к работе автора<sup>4</sup> и подробно в [1].

Гарантии, что внедряются лучшие технологии, нет. Поэтому организационной комиссии предстоит проведение двухэтапного конкурса.

Этап 1 – проверка успешности экспериментальной работы всех технологий, участвующих в конкурсе.

Организационная комиссия:

1.1. Совместно со специалистами отрасли готовит с учетом специфики каждой технологии КЗ – контрольное задание, содержащее не менее 4–5 задач, проводит экспериментальную работу и оценивает эти работы.

1.2. Выставляет каждой технологии – участнице конкурса оценку (как уже отмечено, в баллах) с учетом деятельности участников этой технологии, которая учитывается при определении коэффициента  $k_1$  этой технологии. Для этого выявляет победителя среди участников эксперимента по каждой технологии по критерию КЖ, предварительно вычисляя средние и исправленные дисперсии выборки, представляющей результат деятельности каждого участника в эксперименте по технологии

$$T_i, 1 \leq i \leq n.$$

Если  $n_i$  – число участников по технологии  $T_i$ ,

то число  $n_i - 1$  является претендентом на значение коэффициента  $k_1$  для этой технологии, но оно не должно превосходить  $k_{max}$ ,

$$\text{где } k_{max} = \max \{k_2, \dots, k_m\}.$$

Поясним роль 1 в выражении  $n_i - 1$ ,

1 – номер участника эксперимента, являющегося победителем среди участников технологии,  $T_i, 1 \leq i \leq n$ .

Эти победители должны быть отмечены.

Этап 2 – формирование конкурсной матрицы.

<sup>4</sup> Жафяров А. Ж. Критерий КЖ для исследования зависимых и независимых выборок в области экспериментальных наук: учебное пособие. – Новосибирск:

2.1. Организационная комиссия и экспертная, состоящая из специалистов отрасли, работодателей, госорганов и общественности, заполняют информацией матрицу А (названа конкурсной) с учетом сведений о коэффициенте  $k_1$ .

Достоверность результатов конкурса зависит от полноты и объективности набора первичной информации. В данном случае от уровня: составления контрольного задания; объективности выставления оценок участникам эксперимента за выполнение контрольного задания; заполнения информацией матрицы А.

Это важный момент, от полноты и объективности вносимой информации о технологиях зависит достоверность выводов. Они будут получены как результат математической обработки на основе критерия КЖ информации, заложенной в матрице А.

**2.2. Конкурсная матрица А и критерий КЖ являются основными факторами, на которых основано решение главной проблемы – выявление победителя конкурса и наилучшей технологии отрасли.**

**Этап 3 – выявление победителя конкурса и наилучшей технологии отрасли на основе критерия КЖ.**

Предварительно введем ряд понятий, соответствующих формул и докажем несколько теорем.

**2. Достоверность результатов решения главной проблемы зависит и от объективности сравнения: результатов решений**

**контрольного задания, их оценки, информации, заложенной в матрицу А.**

**Для решения этой второй проблемы 2) автором разработан принцип ПСЖ, уточнены понятия:**

- лучшая технология отрасли,
- отличник класса,
- лучший стрелок,
- лучшая пушка по стрельбе и т. д.

**Дано новое толкование (определение) этих понятий, которые способствуют обеспечению объективности сравнения соответствующих объектов или их качеств.**

**Принцип сравнения ПСЖ состоит в следующем: сравнивать можно только однородные величины, в области образования: сравнивать результаты развития и успеваемости сильных учащихся с сильными, слабыми – со слабыми.**

Следовательно, первым шагом для создания указанной системы является *разбиение класса на слабые и сильные группы*. Традиционно сильными называют отличников и хорошистов, слабыми – остальных.

Это неправильное определение. Оно возникло на основе однопараметрических критериев, основанных на среднем арифметическом чисел. В предисловии к работе автора<sup>5</sup> обзорно, в работе [1] подробно автором доказана ошибочность применения таких критериев для исследования двухпараметрических процессов и приведены примеры. В этих примерах ученики с самым большим средним по успеваемости занимают в классе последние места.

<sup>5</sup> Жафяров А. Ж. Критерий КЖ для исследования зависимых и независимых выборок в области экспериментальных наук: учебное пособие. – Новосибирск:

**Замечание.** Весьма распространенной старинной ошибкой является определение победителя среди данного состава (например, отличника класса, лучшего стрелка или лучшей пушки по стрельбе) по среднему (среднему арифметическому чисел). Понятия «отличник учебы» или «лучший стрелок в военном деле» относятся к двухпараметрическим процессам:

- первый параметр – средний (среднее арифметическое чисел),
- второй – разброс (исправленная дисперсия).

Недопустимо измерение двухпараметрических процессов одним параметром. Однопараметрическим критериям недоступно 50 % информации об изучаемом объекте.

В таких случаях необходимо применять двухпараметрический критерий КЖ. Некоторые могут подумать, что уточнение определения лучшего, отличника и т. д. – простое ухищрение ума. На самом деле указанное уточнение имеет существенное значение в экономике, военном деле и т. д. Пример: в настоящее время разработаны снаряды, весьма значимые в военном деле, но они дорогие. Спрашивается, с помощью какой пушки следует сделать выстрел. Разумно, использовать пушку – лучшую по стрельбе (причем заранее снаряд должен быть заготовлен соответствующего калибра). Но, если она определена по-старинному – по среднему, склонному к ошибкам. Если произошла ошибка, то возможно упустили возможность успокоить народы одним удачным выстрелом. Это уже говорит о политическом значении уточнения определения.

Указанная ошибка прилипчива. Автор, открывший критерий КЖ, сначала был во власти традиционного определения лучшего, отличника и т. д. На странице 55 книги автора<sup>6</sup> дан алгоритм использования КЖ. На этой же странице на следующей строчке приведен пример ДИП № 1, в котором нет необходимости представлять классы в виде сильных и слабых групп, так как в этом случае выборки являются зависимыми и каждый ученик по успеваемости сравнивается сам с собой.

Другое дело в случае ДИП № 4, здесь выборки являются независимыми, ученики различны и для обеспечения объективности сравнения успеваемости учащихся двух классов необходимо по принципу автора ПСЖ состав каждого класса представить в виде сильной и слабой групп по успеваемости, применяя критерий КЖ.

В примере ДИП № 4 решение дано по традиционному – по среднему арифметическому.

Применяя указанный алгоритм и критерий КЖ по отношению к учащимся каждого класса, получим, что в первом классе составляют:

– сильную группу – ученики с номерами 1, 5, 2;

– слабую – с номерами 4, 3, 6;  
во втором классе:

– сильную – ученики с номерами 4, 2, 3;  
– слабую – с номерами 5, 6, 1.

Конкурирующие пары среди:

– сильных ( $A_1, B_4$ ), ( $A_5, B_2$ ), ( $A_2, B_3$ );  
– слабых ( $A_4, B_5$ ), ( $A_3, B_6$ ), ( $A_6, B_1$ ).

Продолжение решения необходимо проводить на этих парах.

<sup>6</sup> Жафяров А. Ж. Критерий КЖ для исследования зависимых и независимых выборок в области экспериментальных наук: учебное пособие. – Новосибирск:

Такая же ошибка допущена и в ДИП № 5 (см. работу автора<sup>7</sup>, с. 128–129).

В этом примере не учтен Этап 3, решение дано по традиционному (неправильному) – по среднему арифметическому.

Применяя указанный алгоритм и критерий КЖ по отношению к учащимся каждого класса, получим, что

в первом классе составляют:

– сильную группу – ученики с номерами 1, 2, 4;

– слабую – с номерами 6, 3;

во втором классе:

– сильную – ученики с номерами 2, 3, 1;

– слабую – с номерами 4, 5.

Из этого обучающего перечня следует: **самый лучший учитель – это пример!**

### 3. Критерий КЖ

Сначала отметим, что все выборки, на основании которых определены конкурирующие технологии, имеют один и тот же объем, равный  $m$  – числу категорий – требований к технологиям отрасли. Несмотря на это выборки являются независимыми, так как участники и технологии различны. Это очень важно, так как при фиксированном уровне значимости  $\alpha$  значения коэффициентов  $\beta$ ,  $X_a^2$  и  $X_{1-\alpha}^2$  будут одинаковыми для всех выборок конкурирующих технологий, что упрощает вычислительную работу.

Пусть выборки  $X$  и  $Y$  имеют размерность  $m$ , введем определения понятий и соответствующие формулы.

### Множество

$$Q(\bar{x}) = (\bar{x} - \beta \cdot S_X; \bar{x} + \beta \cdot S_X) \quad (1)$$

назовем **окрестностью (доверительным интервалом) точки  $\bar{x}$** ,

$$\text{где } \beta = \frac{u_{кр}(2\alpha)}{\sqrt{n}}, \quad \phi(u_{кр}(2\alpha)) = \frac{1-2\alpha}{2},$$

$\alpha$  – уровень значимости,  $0 < \alpha < \frac{1}{2}$ ,

$m$  – объем выборки  $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ , см. Приложение 1 и 2, (см. работу автора<sup>8</sup> или [1]).

Любая точка  $x$  окрестности точки  $\bar{x}$  незначимо

(на данном уровне значимости  $\alpha$ )

отличается от  $\bar{x}$ ,

$$\text{точнее } |x - \bar{x}| < \beta \cdot S_X$$

(число  $r = \beta \cdot S_X$  можно назвать радиусом допустимой изменчивости среднего  $\bar{x}$ ).

Аналогично **определяется окрестность (доверительный интервал)**

**$Q(\bar{y})$  точки  $\bar{y}$ :**

$$Q(\bar{y}) = (\bar{y} - S_Y \cdot \beta, \bar{y} + S_Y \cdot \beta). \quad (2)$$

Для выборок  $X$  и  $Y$  введем **важные понятия различимости и неразличимости**.

Средние  $\bar{x}$  и  $\bar{y}$  назовем **неразличимыми** (на данном уровне значимости  $\alpha$ ) (**обозначение  $\bar{x} \& \bar{y}$** ), если

$$\bar{x} \in Q(\bar{y}) \wedge \bar{y} \in Q(\bar{x}). \quad (3)$$

<sup>7</sup> Жафяров А. Ж. Критерий КЖ для исследования зависимых и независимых выборок в области экспериментальных наук: учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2024. – 171 с. ISBN: 978-5-00226-044-7 EDN: XUVIQQ

<sup>8</sup> Жафяров А. Ж. Критерий КЖ для исследования зависимых и независимых выборок в области экспериментальных наук: учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2024. – 171 с. ISBN: 978-5-00226-044-7 EDN: XUVIQQ

Далее, средние  $\bar{x}$  и  $\bar{y}$  назовем различными (на данном уровне значимости  $\alpha$ )

(обозначение  $\bar{x} \# \bar{y}$ ), если

$$\bar{x} \notin Q(\bar{y}) \vee \bar{y} \notin Q(\bar{x}). \quad (4)$$

Для практических целей (решение задач, доказательство утверждений и т. д.) формулы целесообразно выразить через неравенства.

Средние конкурирующих выборок  $X$  и  $Y$  при  $\bar{x} \leq \bar{y}$  являются неразличимыми  $\bar{x} \& \bar{y}$ , если верны неравенства:

$$(\bar{x} > \bar{y} - S_y \cdot \beta) \wedge (\bar{y} < \bar{x} + S_x \cdot \beta). \quad (5)$$

Средние данных выборок являются различными ( $\bar{x} \# \bar{y}$ ), если

$$(\bar{x} < \bar{y} - S_y \cdot \beta) \vee (\bar{y} > \bar{x} + S_x \cdot \beta) \quad (6)$$

**Замечание.** Если  $\bar{x} \geq \bar{y}$ , то в соответствующих неравенствах необходимо менять местами  $\bar{x}$  и  $\bar{y}$ .

Рассмотрим теперь для выборок  $X$  и  $Y$  исправленные дисперсии  $S_X^2$  и  $S_Y^2$ .

Доверительным интервалом (на данном уровне значимости  $\alpha$ )

точки  $S_X^2$  назовем множество

$$Q(S_X^2) = \left( \frac{k}{\chi_\alpha^2} S_X^2, \frac{k}{\chi_{1-\alpha}^2} S_X^2 \right), \mathbf{k} = \mathbf{m}-1. \quad (7)$$

Аналогично определяется доверительный интервал  $Q(S_Y^2)$  точки  $S_Y^2$ ,

$$Q(S_Y^2) = \left( \frac{k}{\chi_\alpha^2} S_Y^2, \frac{k}{\chi_{1-\alpha}^2} S_Y^2 \right), \quad (8)$$

$$\chi_\alpha^2 = \chi_{\alpha(m-1)}^2$$

находится по таблице Приложения 6, если пользоваться работой<sup>9</sup> или [1],

$m$  – число категорий.

Исправленные дисперсии  $S_X^2$  и  $S_Y^2$  выборок  $X$  и  $Y$  назовем неразличимыми (обозначение  $S_X^2 \& S_Y^2$ ), если

$$(S_Y^2 \in Q(S_X^2)) \wedge (S_X^2 \in Q(S_Y^2)). \quad (9)$$

Далее, исправленные дисперсии

$S_X^2$  и  $S_Y^2$  выборок  $X$  и  $Y$  назовем различными (обозначение  $S_X^2 \# S_Y^2$ ), если

$$(S_Y^2 \notin Q(S_X^2)) \vee (S_X^2 \notin Q(S_Y^2)). \quad (10)$$

Формулы (9) и (10) выразим в неравенствах. Сначала реализуем сказанное для случая:  $S_X^2 \leq S_Y^2$ .

<sup>9</sup> Жафяров А. Ж. Критерий КЖ для исследования зависимых и независимых выборок в области экспериментальных наук: учебное пособие. – Новосибирск:

Исправленные дисперсии являются неразличимыми ( $S_X^2 \& S_Y^2$ ), если верны неравенства (11):

$$S_X^2 > \frac{k}{\chi_{\alpha}^2} S_Y^2 \text{ и } S_Y^2 < \frac{k}{\chi_{1-\alpha}^2} S_X^2 \quad (11)$$

где  $k=m-1$ .

$$((S_X^2 < \frac{k}{\chi_{\alpha}^2} S_Y^2) \wedge (S_Y^2 \geq \frac{k}{\chi_{\alpha}^2} S_X^2)) \vee ((S_Y^2 > \frac{k}{\chi_{1-\alpha}^2} S_X^2) \wedge (S_X^2 \leq \frac{k}{\chi_{1-\alpha}^2} S_Y^2)) \quad (12)$$

Из верности формулы (13)

$$(S_X^2 < \frac{k}{\chi_{\alpha}^2} S_Y^2) \wedge (S_Y^2 < \frac{k}{\chi_{\alpha}^2} S_X^2) \quad (13)$$

следует соответственно

$$S_X^2 \ll S_Y^2 \text{ и } S_Y^2 \ll S_X^2$$

По критерию КЖ исправленные дисперсии  $S_X^2$  и  $S_Y^2$  являются неразличимыми.

Далее, из верности высказывания (14)

$$(S_Y^2 > \frac{k}{\chi_{1-\alpha}^2} S_X^2) \wedge (S_X^2 > \frac{k}{\chi_{1-\alpha}^2} S_Y^2) \quad (14)$$

следует, что исправленные дисперсии  $S_X^2$  и  $S_Y^2$  являются неразличимыми.

Такие пары встречаются, см. ДИП №2 пары  $(A_1, B_1)$  и  $(A_2, B_2)$  (см. подробнее работу автора<sup>10</sup>).

Исправленные дисперсии  $S_X^2$  и  $S_Y^2$  выборок X и Y являются различимыми, ( $S_X^2 \# S_Y^2$ ), если верно высказывание (12)

**Замечание.** Из сказанного сделаем вывод: критерий неразличимости исправленных дисперсий состоит из трех формул (11), (13), (14).

**Замечание.** В работе [3, с. 134] допущены описки: формула (\*) – это (12); формула (\*\*\*) – формула (14).

**Замечание.** При  $S_X^2 \geq S_Y^2$  в соответствующих формулах числа  $S_X^2$  и  $S_Y^2$  поменять местами.

**Замечание.** В дальнейшем будут использованы следующие обозначения:

$$\bar{x} \gg \bar{y} \Leftrightarrow (\bar{x} > \bar{y} + \beta S_y) \vee (\bar{y} < (\bar{x} - S_x \cdot \beta))$$

$$S_X^2 \ll S_Y^2 \Leftrightarrow (S_X^2 < \frac{k}{\chi_{\alpha}^2} S_Y^2) \wedge (S_Y^2 \geq \frac{k}{\chi_{\alpha}^2} S_X^2).$$

<sup>10</sup> Жафяров А. Ж. Критерий КЖ для исследования зависимых и независимых выборок в области экспериментальных наук: учебное пособие. – Новосибирск:

$$S_X^2 \gg S_Y^2 \Leftrightarrow (S_X^2 > \frac{k}{\chi_{1-\alpha}^2} S_Y^2) \wedge (S_Y^2 \leq \frac{k}{\chi_{1-\alpha}^2} S_X^2)$$

### Критерий КЖ

Проводится конкурс среди двух технологий  $T_1$  и  $T_2$  на получение статуса ПК – победителя конкурса отрасли (короче – победителя конкурса). Технологии заданы соответственно репрезентативными (представительными) выборками  $X$  и  $Y$  объема  $m$ , взятыми из соответствующих генеральных совокупностей с нормальным распределением вероятностей.

1. Конкурс считается не состоявшимся (ничья), если:

а) неразличимы средние и исправленные дисперсии;

б) различимы средние и исправленные дисперсии с неравенствами одинакового смысла:

$$\bar{x} \gg \bar{y}, S_1^2 \gg S_2^2 \text{ или наоборот.}$$

2. Технология  $T_1$  – победитель (сильнее) технологии  $T_2$ , а  $T_2$  слабее (проигрывает)  $T_1$  тогда и только тогда, если верно условие (\*):

$$(\bar{x} \gg \bar{y}; (S_1^2 \& S_2^2 \vee S_1^2 \ll S_2^2)) \vee (\bar{x} \& \bar{y}; (S_1^2 \ll S_2^2)) \quad (*)$$

**Замечание.** Технологии  $T_1$  и  $T_2$  по отношению к указанному конкурсу совершенно равноправны. Что сказано относительно  $T_1$  имеет место и для  $T_2$ .

Для практических целей целесообразно предложенный критерий расписать поэтапно.

*Этап 1.* Вычисление средних и исправленных дисперсий, отражающих достижения обеих технологий отрасли (успеваемость и развитие учащихся обоих классов).

*Этап 2.* Составление на основе критерия КЖ списка конкурирующих технологий (для

образования: списков учащихся обоих классов) в порядке не возрастания достижений (успеваемости) технологий.

**Замечание.** Забегая вперед, отметим, что технология, занявшая первое место в указанном списке, является либо победителем этой пары, либо не проигравшей, неразличимой (на данном уровне значимости) со второй технологией.

Для образования необходимы еще два этапа, об этом подробно изложено в работе<sup>11</sup>.

*Этап 3.* Составление на основе принципа ПСЖ конкурирующих пар учащихся (3-4 пары из сильных и 2-3 пары из слабых).

<sup>11</sup> Жафяров А. Ж. Критерий КЖ для исследования зависимых и независимых выборок в области экспериментальных наук: учебное пособие. – Новосибирск:

Этап 4. **Определение победителя в парах и конкурса в целом в соответствии с критерием КЖ.**

**Типичной (старинной) ошибкой является определение сильного в однородной группе на основе среднего арифметического чисел или в школе сильными называют отличников и хорошистов, слабыми – остальных. Это плохое определение, если у этого отличника будет большой разброс.**

Введем на основе критерия КЖ новое двухпараметрическое определение, учитывающее и среднее, и разброс.

**Данного ученика будем считать отличником своего класса, если на основе критерия КЖ он по успеваемости и развитию является победителем (или не проигравшим) конкуренции в парах с другими учащимися своего класса.**

**Замечание.** Знак ; предназначен только для того, чтобы обозначить границу между двумя совокупностями векторов (конструкциями, составленными из чисел  $\bar{x}, \bar{y}, S_x^2, S_y^2, \alpha, \beta, m, n, q$ ), описывающих свойства двух параметров.

Первый параметр о соотношениях средних определяется указанными числами.

Второй параметр о соотношениях между исправленными дисперсиями определяется теми же числами.

**Отметим особенности критерия КЖ (по сравнению с ФСК):**

– **единственный критерий по проблеме допуска технологии к внедрению, который задан в терминах необходимости и достаточности;**

– не имеет ограничений ни на число учащихся, ни на количество категорий, не «уступает» ни одному критерию в рассматриваемой области исследований;

– применим для исследования зависимых и независимых выборок в области образования и экспериментальных наук – можно решить любую задачу системы образования, избавившись от гнета недостатков, присущих другим критериям;

– **решает проблему прогнозирования направления изменения УУ – «улучшение-ухудшение».** Эта проблема актуальна и не решена до сих пор, утверждения, изложенные в критериях Макнамары, Пейджа и т. д., не имеют никакого отношения к проблеме УУ (доказано в работе<sup>12</sup>):

– **для зависимых и независимых выборок изменение будет в лучшую сторону тогда и только тогда, когда будет внедрена в научно-образовательный процесс та технология, которая стала победителем конкурса, проводимого на основе КЖ;**

– переход к одному и непротиворечивому критерию усиливает доступность и привлекательность **критерия КЖ**, не пугает и не отталкивает учителей и преподавателей – основных потребителей результатов исследований и активных участников процесса повышения качества образования;

– объем научно-методического материала, необходимого для исследования проблем образования и экспериментальных наук, в десятки раз меньше, чем аналогичный материал, построенный на известных 12 критериях.

<sup>12</sup> Жафяров А. Ж. Критерий КЖ для исследования зависимых и независимых выборок в области экспериментальных наук: учебное пособие. – Новосибирск:

Это все достигнуто благодаря тому, что КЖ – двухпараметрический критерий, первым параметром является среднее (среднее арифметическое значений варианта выборки) – наивысшая точка функции плотности закона нормального распределения вероятностей (показатель успеваемости), вторым – разброс (дисперсия) – отклонение варианта выборки от среднего. Чем меньше разброс, тем кучнее ложатся варианты вокруг наивысшей точки, тем больше сумма значений вариант, т. е. выше успеваемость группы (класса).

Оба параметра совершенно равноправно участвуют в процессе определения победителя конкурса. Однопараметрические критерии не имеют доступа к половине информации об изучаемом объекте, поэтому они напоминают либо птиц с одним крылом, либо людей – одноглазых, которые не могут точно найти расстояние до объекта.

#### 4. Победитель конкурса и наилучшая технология отрасли. Признак и алгоритм

Чтобы определить победителя и наилучшую технологию отрасли, достаточно проводить один конкурс по достижению указанного высокого статуса. Это большая кропотливая и ответственная работа, но она оправдывается тем, ради чего делается. Настоящее время отличается все возрастающим влиянием технологий в производстве, образовании, медицине, военном деле и т. д. На самом высоком уровне – на этапе внедрения

технологий в различных отраслях – на «страже» стоят критерии, призванные не допускать «плохие» технологии к внедрению.

Однако ФСК – функционирующая система критериев – имеет существенные недостатки, поэтому нет гарантии, что ФСК справится со своими обязанностями. Поэтому и актуальна проблема поиска наилучших технологий, указанный выше конкурс в обязательном порядке должны проводить.

Конкурс начинается с создания организационной комиссии (короче, оргком) из специалистов отрасли. На нее возлагается большая и ответственная работа: провести двухэтапный конкурс по выявлению победителя и наилучшей технологии отрасли.

Теперь все готово, чтобы сформулировать определения понятий относительно победителя и наилучшей технологии отрасли. Обозначим через  $T_X$  технологию, характеристика которой отмечена выборкой  $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$  объема  $m$ ,  $m$  – натуральное число,  $\bar{x}$  и  $S_X^2$  – соответственно среднее и исправленная дисперсия этой выборки. Выборка должна быть представительной (репрезентативной), взятой из генеральной совокупности, подчиняющейся нормальному закону распределения вероятностей и порожденной соответствующей технологией.

Технология  $T_X$  неразличима с технологией  $T_Y$  ( $T_X \& T_Y$ ), если верно высказывание

$$(\bar{x} \& \bar{y} ; S_X^2 \& S_Y^2) \vee (\bar{x} \gg \bar{y} ; S_X^2 \gg S_Y^2) \vee (\bar{x} \ll \bar{y} ; S_X^2 \ll S_Y^2) \quad (+)$$

Истинность сказанного следует из критерия КЖ. На основании того же критерия КЖ введем следующие три определения.

**Определение 1.** Технология  $T_X$  – сильнее технологии  $T_Y$ , а  $T_Y$  слабее (проигрывает)  $T_X$ , если верно высказывание

$$(\bar{x} \gg \bar{y}; (S_X^2 \& S_Y^2) \vee (S_X^2 \ll S_Y^2)) \vee (\bar{x} \& \bar{y}; S_X^2 \ll S_Y^2) \quad (*)$$

### Определение 2

Будем считать, что технология  $T_X$  – победитель конкурса технологий отрасли (короче: победитель конкурса), если она сильнее остальных конкурирующих технологий.

Сформулируем признак победителя конкурса в терминах необходимости и достаточности.

### Теорема 1

Технология  $T_X$  – победитель конкурса технологий отрасли тогда и только тогда, если высказывание (\*) верно для любой конкурирующей технологии (\*\*).

Доказательство достаточности: из верности высказываний (\*) и (\*\*) следует, что технология  $T_X$  – сильнее всех технологий множества  $O$ , поэтому  $T_X$  – победитель конкурса на основании определения 2.

Необходимость доказывается методом от противного.

Следствие. Победитель конкурса либо есть в единственном числе, либо его нет.

### Определение 3

Технологию  $T_X$  назовем наилучшей технологией отрасли (короче: наилучшей технологией), если она не проигрывает ни одной конкурирующей технологии.

### Следствие

Любой победитель конкурса технологий является наилучшей технологией отрасли.

Доказательство следует из определений 1 и 2 с использованием (\*) и (\*\*).

Если множество конкурирующих технологий состоит только из неразличимых технологий, то любая технология этого множества

является наилучшей. Поэтому формула (+) описывает все многообразие наилучших (с точностью до неразличимости) технологий отрасли.

### Теорема 2

Пусть  $T_X$  – победитель конкурса.

Конкурирующая технология  $T_Z$  является наилучшей технологией отрасли тогда и только тогда, если  $T_Z \& T_X$ .

Доказательство достаточности, т. е. предстоит убедиться, что технология  $T_Z$  является наилучшей. Предположим противное. Тогда  $T_X \gg T_Z$ , так как  $T_X$  – победитель конкурса. Это противоречит условию  $T_Z \& T_X$ . Следовательно,  $T_Z$  – наилучшая технология.

Необходимость. По условию  $T_Z$  – наилучшая технология. Тогда по отношению к технологии  $T_X$  возможны два случая:  $T_Z \gg T_X$  или  $T_Z \& T_X$ .

Во втором случае доказательство завершается. Первый случай исключается, так как  $T_X$  – победитель конкурса, поэтому  $T_Z \ll T_X$  или  $T_Z \& T_X$ .  
Итак,  $T_Z \& T_X$ .

Доказательство завершено.

### Следствие 1

Технология  $T_X$ , удовлетворяющая условиям (\*) и (\*\*), является наилучшей технологией отрасли. Все наилучшие технологии отрасли неразличимы с  $T_X$ .

Доказательство истинности утверждения о том, что технология  $T_X$  является наилучшей технологией отрасли следует из определений 1 и 2. Доказательство неразличимости наилучших технологий с технологией  $T_X$  содержится в теореме.

### Следствие 2

Все многообразие наилучших технологий отрасли состоит из технологий  $T_X$  и только неразличимых с ней, если  $T_X$  – победитель конкурса.

### Теорема 3

Пусть  $T_X$  – наилучшая технология отрасли. Конкурирующая технология  $T_Z$  является наилучшей технологией тогда и только тогда, если  $T_Z \& T_X$ .

Доказательство достаточности, т. е. предстоит убедиться, что технология  $T_Z$  является наилучшей. Предположим противное. Тогда существует конкурирующая технология  $T_U$ , которой технология  $T_Z$  проигрывает, т. е.  $T_U \gg T_Z$ .

Так как  $T_X$  – наилучшая технология, то  $T_X \gg T_U$  или  $T_X \& T_U$ .

В первом случае, тем более  $T_X \gg T_Z$ , что противоречит условию неразличимости этих технологий.

Во втором случае верны суждения

$T_X \& T_U$ ,  $T_X \gg T_Z$ , что тоже противоречит условию  $T_Z \& T_X$ .

Следовательно,  $T_Z$  – наилучшая технология.

Необходимость. По условию  $T_Z$  – наилучшая технология. Тогда по отношению к технологии  $T_X$  возможны два случая:  $T_Z \gg T_X$  или  $T_Z \& T_X$ .

Во втором случае доказательство завершается. Первый случай исключается, так как  $T_X$  – наилучшая технология, поэтому  $T_X \gg T_Z$  или  $T_X \& T_Z$ .

Отсюда следует  $T_Z \& T_X$ .

Доказательство завершено.

**Замечание.** Конкурс, проведенный на основе матрицы  $A$  (названная конкурсной матрицей), может иметь и не иметь победителя конкурса. Если имеет, то он является единственным и определяется условиями (\*), (\*\*). Все многообразие наилучших технологий отрасли состоит только из технологий, неразличимых с победителем конкурса (пример 1).

Если не имеет победителя конкурса, то возможны два случая:

– первый – все участники конкурса являются неразличимыми, каждая технология будет наилучшей;

– второй – не все неразличимы (пример 2).

В этом случае имеется несколько неразличимых наилучших технологий (назовем их базовыми), все многообразие наилучших технологий отрасли состоит только из технологий, неразличимых с базовыми.

### Алгоритм нахождения победителя конкурса и наилучших технологий отрасли

Указанный алгоритм состоит из нескольких шагов.

Шаг 1. Вычислить средние и исправленные дисперсии, характеризующие технологии – участников конкурса по выявлению победителя конкурса и наилучшей технологии отрасли.

Шаг 2. Выявление различимости и неразличимых пар конкурирующих технологий по их средним и исправленным дисперсиям.

Шаг 3. Определение: победителя конкурса (при наличии) или базовых наилучших технологий отрасли (при отсутствии победителя конкурса).

Шаг 4. Формирование многообразия наилучших технологий:

а) при наличии победителя конкурса многообразии наилучших технологий отрасли состоит из технологии победителя и только из технологий, неразличимых с ней;

б) при отсутствии победителя конкурса многообразии наилучших технологий отрасли состоит из базовых технологий и только из технологий, неразличимых с ними.

Пример 1. Пусть конкурсная матрица  $B$  имеет вид. Определите победителя конкурса и

найдите все многообразии наилучших технологий отрасли, если уровень значимости  $\alpha = 0,02$ , т. е. ошибка не должна превышать 2 %.

Полного решения приводить не будем, отметим только, что: 1) победителем конкурса является технология, определяемая строчкой  $B_3$  (10, 6, 8, 8);

2) многообразии наилучших технологий определяется технологиями  $T_X$ , заданными выборками  $X$ ,

Таблица 2

Матрица  $B$ 

Table 2

Matrix  $B$ 

Категории			$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$
Матрица $B$	Номера учащихся	1	4	2	2	2
		2	7	7	6	4
		3	10	6	8	8
		4	6	5	4	1

средние и исправленные дисперсии которых удовлетворяют условиям:  $6,54 < x < 9,46$ ;  $0,77 < S_x^2 < 37$ ;

3) предпочтительны такие технологии, для которых

$$\bar{x} = 9,46 - \lambda; S_x^2 = 0,77 + \varepsilon,$$

где  $\lambda$ , и  $\varepsilon$  – положительные, но малые числа.

Пример 2. Пусть конкурсная матрица  $C$  имеет вид. Определите победителя конкурса и найдите все многообразии наилучших технологий отрасли, если уровень значимости  $\alpha = 0,02$ .

Таблица 3

**Матрица С**

Table 3

**Matrix C**

Категории			$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$
Матрица С	Номера учащихся	1	4	2	2	2
		2	4	5	6	6
		3	5	6	6	7
		4	2	3	5	6
		5	5	3	3	1

Полного решения приводить не будем, отметим только, что: 1) победителя конкурса нет; 2) многообразие наилучших технологий определяется технологиями  $T_X$ , заданными выборками  $X$ , неразличимыми либо с базовой выборкой  $C_2$  (первое множество наилучших технологий), либо с базовой выборкой  $C_3$  (второе множество наилучших технологий).

Заметим, что отношение неразличимости выборок не обладает свойством транзитивности (пример 3), поэтому эти множества могут иметь и различные выборки.

Иначе говоря, объединение этих двух множеств может и не составлять множество попарно неразличимых выборок.

Пример 3. Пусть уровень значимости  $\alpha = 0,02$ , конкурсная матрица  $D$  имеет вид.

Докажите, что отношение неразличимости выборок не обладает свойством транзитивности (указанное предложение существенно усложнило доказательство теорем, поэтому и отмечено).

Полного решения приводить не будем, отметим только, что

1) неразличимы пары выборок:  $D_1$  &  $D_2$ ,  $D_2$  &  $D_3$ , где  $D_i$  – выборка, определяемая строчкой  $i$  матрицы  $D$ ,  $1 \leq i \leq 3$ ;

2) убедиться, что выборки  $D_1$  и  $D_3$  различимы.

Таблица 4

**Матрица D**

Table 4

**Matrix D**

Категории			$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$
Матрица D	Номера учащихся	1	9	5	6	7	8
		2	7	7	6	4	7
		3	4	4	6	6	6

## Заключение

### Итоги поиска победителя конкурса и наилучшей технологии отрасли.

В современной жизни значимую роль играют технологии, широко применяемые в различных отраслях экономики, в том числе в образовании. Проблемы будут решены успешнее, если будут использованы наилучшие технологии. Отбор лучшей технологии среди конкурирующих проводится на основе специальных критериев. Функционирующая в этой области система критериев имеет существенные недостатки (противоречивость, громоздкость вычислений, многочисленные ограничения и т. д.), снижающие возможность их применения. Поэтому важной и актуальной становится разработка критерия, обеспечивающего объективность отбора лучшей технологии среди конкурирующих.

#### В этой работе:

1) введены новые понятия «технология отрасли» и «конкурсная матрица», в которых технологии определяются выборками, составленными из ответов на требования (категории) к технологиям отрасли, эти требования – категории учитывают результаты экспериментальной работы, научную новизну, практическую значимость и т. д. с учетом специфики отрасли. Реестр требований к технологиям и оценивание их в баллах определяют две комиссии: организационная и экспертная, составленная из специалистов отрасли.

Каждая категория оценивается в баллах с учетом реестра оценок 0, 1, ... ,5 (цифра 0 обязательно должна присутствовать в реестре, так как будут проведены над этими числами все 4 арифметические действия, это осуще-

ствимо в единственной шкале – шкале отношений, которая содержит 0). Такой подход – сочетание экспериментальных и экспертных оценок – является более гибким, что способствует повышению объективности и достоверности результатов, с одной стороны, с другой – результаты получены в терминах самой технологии, а не косвенно – по влиянию технологии на подопытных (в естественных науках) и на учащихся (в образовании), как было до сих пор;

2) даны определения технологии – победителя конкурса и наилучшей технологии отрасли; указаны в математически завершенной форме, т. е. в терминах необходимости и достаточности, условия и алгоритм для нахождения указанных видов технологий; описаны многообразия этих типов технологий, причем и предпочтительно наилучших (лучших среди наилучших) технологий.

Критерий КЖ свободен от всех указанных недостатков ФСК, решает до сих пор нерешенную проблему прогнозирования направления изменения УУ – «улучшение-ухудшение».

Поскольку критерий КЖ объективно и достоверно показывает значимость нового результата по сравнению с имеющимися, то, прежде чем опубликовать статью, присудить ученую степень, внедрить определенную технологию и т. д., необходимо провести проверку на научность и целесообразность внедрения, например, в области зависимых и независимых выборок на основе указанного критерия КЖ.

Иначе говоря, *вести вторую проверку на «антинаучность», аналогичную первой, известной как «антиплагиат», с целью очищения науки от засорения.*

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Жафяров А. Ж. Новая математическая статистика для обработки результатов педагогических исследований и статистических данных: монография. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2022. – 143 с.
2. Жафяров А. Ж. Критерий для исследования зависимых и независимых выборок в области образования // *Science for Education Today*. – 2022. – № 3. – С. 69–91. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2203.04>
3. Жафяров А. Ж. Уточненный и дополненный критерий для исследования зависимых и независимых выборок в области экспериментальных наук (и образования) // *Science for Education Today*. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 123–144. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2302.06>
4. Жафяров А. Ж. Модели и критерии для мониторинга качества образования // *Science for Education Today*. – 2021. – № 4. – С. 136–154. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2104.07>
5. Judrups J., Zandbergs U., Arhipova I., Vaisnore L. Architecture of a Competence – Based Human Resource Development Solution // *Procedia Computer Science*. – 2015. – Vol. 77. – P. 184–190. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.382>
6. Lauer mann F., König J. Teachers' professional competence and wellbeing: Understanding the links between general pedagogical knowledge, self-efficacy and burnout // *Learning and Instruction*. – 2016. – Vol. 45. – P. 9–19. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.06.006>
7. Miranda S., Orciuoli F., Loia V., Sampson D. An ontology-based for competence management // *Data and Knowledge Engineering*. – 2017. – Vol. 107. – P. 51–66. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.datak.2016.12.001>
8. Rezgui K., Mhiri H., Ghedira K. Ontology-based e-Portfolio modeling for supporting lifelong competency assessment and development // *Procedia Computer Science*. – 2017. – Vol. 112. – P. 397–406. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.041>
9. Латуха, О. А. Ключевые факторы успеха развития организации в современных условиях // *Вестник Новосибирского государственного педагогического университета*. – 2016. – № 3. – С. 131-139. DOI: <https://doi.org/10.15293/2226-3365.1603.12>
10. Латуха, О. А. Оценка потенциала устойчивости развития организации // *Science for Education Today*. – 2021. – Т. 11, № 6. – С. 142-159. DOI: <https://doi.org/10.15293/2658-6762.2106.08>
11. Ivinskaya E. Y., Nikitin A. A., Markovichev A. S., Zhafyarov A. Z., Milinis O. A., Zhukov G. N., Sinenko V. Y., Mavrina I. A. Development of competitive relations in the Russian market of educational services // *International Review of Management and Marketing*. – 2016. – Vol. 6 (1). – P. 65–69. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26830068>
12. Жафяров А. Ж. Уточненные математические методы обработки результатов педагогических исследований и статистических данных: монография. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2021. – 219 с. ISBN: 978-5-00104-616-5 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=omapkz>
13. Balykbayev T., Bidaibekov E., Grinshkun V., Kurmangaliyeva N. The influence of interdisciplinary integration of information technologies on the effectiveness of it training of future teachers // *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. – 2022. – № 5. – P. 1265–1274. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48424171>
14. Bergsmann E., Schultes M.-Th., Winter P., Schober B., Spiel Ch. Evaluation of competence-based teaching in higher education: From theory to practice // *Evaluation and Program Planning*. – 2015. – Vol. 52. – P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2015.03.001>



15. Brevik L. M., Gudmundsdottir G. B., Lund A., Strømme T. A. Transformative agency in teacher education: Fostering professional digital competence // *Teaching and Teacher Education*. – 2019. – Vol. 86. – P. 102875. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.07.005>
16. Schipper T., Goei S. L., de Vries S., van Veen K. Professional growth in adaptive teaching competence as a result of Lesson Study // *Teaching and Teacher Education*. – 2017. – Vol. 68. – P. 289–303. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.09.015>
17. Stefanutti L., de Chiusole D. On the assessment of learning in competence-based knowledge space theory // *Journal of Mathematical Psychology*. – 2017. – Vol. 80. – P. 22–32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmp.2017.08.003>
18. Aleshinskaya E., Albatsha A. A cognitive model to enhance professional competence in computer science // *Procedia Computer Science*. – 2020. – Vol. 169. – P. 326–329. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.191>
19. Guerrero Chanduví D. A., Girón Escobar C., Jara Gallo D., Cruz Alayza V. Analysis of the Intellectual Structure of Scientific Papers about Professional Competences Related to Organizational Psychology // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. – 2016. – Vol. 226. – P. 286–293. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.190>
20. Instefjord E. J., Munthe E. Educating digitally competent teachers: A study of integration of professional digital competence in teacher education // *Teaching and Teacher Education*. – 2017. – Vol. 67. – P. 37–45. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.05.016>
21. Cheetham G., Chivers G. The reflective (and competent) practitioner: a model of professional competence which seeks to harmonise the reflective practitioner and competence-based approaches // *Journal of European Training*. – 1998. – Vol. 22 (7). – P. 267–276. DOI: <https://doi.org/10.1108/03090599810230678>
22. Bilal, Guraya S. Y., Chen S. The impact and effectiveness of faculty development program in fostering the faculty's knowledge, skills, and professional competence: A systematic review and meta-analysis // *Saudi Journal of Biological Sciences*. – 2019. – Vol. 26. – P. 688–697. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.10.024>
23. Pijl- Zieber E. M., Barton S., Konkin J., Awosoga O., Caine V. Competence and competency-based nursing education: Finding our waythrough the issues // *Nurse Education Today*. – 2014. – Vol. 34 (5). – P. 676–678. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2013.09.007>
24. Gravina E. W. Competency-Based Education and Its Effect on Nursing Education: A Literature Review // *Teaching and Learning in Nursing*. – 2017. – Vol. 12 (2). – P. 117–121. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.teln.2016/11.004>

Поступила: 30 ноября 2024

Принята: 10 января 2025

Опубликована: 28 февраля 2025

#### Заявленный вклад автора:

Вклад автора в сбор эмпирического материала представленного исследования, обработку данных и написание текста статьи полноценный.

Автор ознакомился с результатами и одобрил окончательный вариант рукописи.



### **Информация о конфликте интересов:**

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи

### **Информация об авторе**

#### **Жафяров Акрам Жафярович**

доктор физико-математических наук, профессор,  
член-корреспондент РАО,  
кафедра геометрии и методики обучения математике,  
Новосибирский государственный педагогический университет,  
Вилуйская ул., 28, 630126, Новосибирск, Новосибирская обл., Россия.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1339-1472>  
E-mail: [akram39@yandex.ru](mailto:akram39@yandex.ru)



## The winner of the competition on the best technologies in the industry: Mathematical support and conditions for holding the competition

Akryam Zh. Zhafyarov  <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation

### Abstract

**Introduction.** *The problem and the goal. The article is devoted to the search for mathematical support and conditions for conducting a competition in order to identify the winner and the best technology in the industry (economics, education, medicine, other fields and experimental sciences), the research results of which fit the framework of independent and independent samples.*

*It is a continuation of the study published in the author's earlier works.*

**Materials and Methods.** *The methodology for solving the research problem includes integration of mathematical education and mathematical logic.*

**Results.** *New concepts of 'industry technology' and 'competitive matrix' have been defined, where technologies are determined by samples compiled from responses to industry technology requirements (categories). These requirements (or categories) incorporate the results of experimental work, scientific novelty, practical significance, etc., with the focus on the specifics of the industry. The register of technology requirements and their assessment scales are determined by two commissions: the organization-based one and the commission composed of industry experts.*

*This approach, a combination of experimental and expert assessments, is more flexible, and contributes to increasing the objectivity and reliability of findings, on the one hand; on the other hand, the results are obtained in terms of technology itself, and not indirectly – by the influence of technology on subjects (in natural sciences) and on students (in education), as it was before until now.*

*The new concepts are clarified; they are formulated in a mathematically complete form, that is, in terms of necessity and sufficiency, conditions and an algorithm for finding these types of technologies; their varieties are described.*

**Conclusions.** *Mathematical support, the quality of life criterion, the algorithm, the necessary and sufficient conditions for finding the winner of the competition and the best technology in the industry contribute to: increasing the adequacy of technologies to their goals; excluding false technologies from possible implementation in any industries and purifying science from substandard results.*

### Keywords

*One-parameter and two-parameter criteria; Dependent and independent samples; Competitive matrix; Model; Average; Corrected variance; QL criterion; Industry's best technology.*

### For citation

Zhafyarov A. Zh. The winner of the competition on the best technologies in the industry: Mathematical support and conditions for holding the competition. *Science for Education Today*, 2025, vol. 15 (1), pp. 91–115. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2501.05>

  Corresponding Author: Akryam Zh. Zhafyarov, [akram39@yandex.ru](mailto:akram39@yandex.ru)

© Akryam Zh. Zhafyarov, 2025

**REFERENCES**

1. Zhafyarov A. Zh. *New mathematical statistics for processing the results of pedagogical research and statistical data*: monography. Novosibirsk: Publishing house of NGPU, 2022. 143 p.
2. Zhafyarov A. Z. Criteria for studying dependent and independent samples in the field of education. *Science for Education Today*, 2022, vol. 12, no. 3, pp. 69–91. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2203.04>
3. Zhafyarov A. Zh. Refined and supplemented author's criterion for the study of dependent and independent samples in the field of experimental sciences (with the focus on education). *Science for Education Today*, 2023, vol. 13 (2), pp. 123–144. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2302.06>
4. Zhafyarov A. Z. Models and criteria for monitoring the quality of education. *Science for Education Today*, 2021, vol. 11 (4), pp. 136–154. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2104.07>
5. Judrups J., Zandbergs U., Arhipova I., Vainore L. Architecture of a competence – based human resource development solution. *Procedia Computer Science*, 2015, vol. 77, pp. 184–190. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.382>
6. Lauermaun F., König J. Teachers' professional competence and wellbeing: Understanding the links between general pedagogical knowledge, self-efficacy and burnout. *Learning and Instruction*, 2016, vol. 45, pp. 9–19. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.06.006>
7. Miranda S., Orciuoli F., Loia V., Sampson D. An ontology-based model for competence management. *Data and Knowledge Engineering*, 2017, vol. 107, pp. 51–66. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.datak.2016.12.001>
8. Rezgui K., Mhiri H., Ghédira K. Ontology-based e-Portfolio modeling for supporting lifelong competency assessment and development. *Procedia Computer Science*, 2017, vol. 112, pp. 397–406. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.041>
9. Latuha O. A. Key factors in successful development of organisations in modern conditions. *Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin*, 2016, vol. 6 (3), pp. 131–139. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2226-3365.1603.12>
10. Latuha O. A. Assessing the sustainability development of an organization. *Science for Education Today*, 2021, vol. 11 (6), pp. 142–159. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2106.08>
11. Ivinskaya E. Y., Nikitin A. A., Markovichev A. S., Zhafyarov A. Z., Milinis O. A., Zhukov G. N., Sinenko V. Y., Mavrina I. A. Development of competitive relations in the Russian market of educational services. *International Review of Management and Marketing*, 2016, vol. 6 (1), pp. 65–69. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26830068>
12. Zhafyarov A. Zh. *Refined mathematical methods for processing the results of pedagogical research and statistical data*: monography. Novosibirsk: Publishing house of NGPU, 2021. 219 p. ISBN: 978-5-00104-616-5 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=omapkz>
13. Balykbayev T., Bidaibekov E., Grinshkun V., Kurmangaliyeva N. The influence of interdisciplinary integration of information technologies on the effectiveness of it training of future teachers. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 2022, no. 5, pp. 1265–1274. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48424171>
14. Bergsmann E., Schultes M.-Th., Winter P., Schober B., Spiel Ch. Evaluation of competence-based teaching in higher education: From theory to practice. *Evaluation and Program Planning*, 2015, vol. 52, pp. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2015.03.001>



15. Brevik L. M., Gudmundsdottir G. B., Lund A., Strømme T. A. Transformative agency in teacher education: Fostering professional digital competence. *Teaching and Teacher Education*, 2019, vol. 86, pp. 102875. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.07.005>
16. Schipper T., Goei S. L., de Vries S., van Veen K. Professional growth in adaptive teaching competence as a result of Lesson Study. *Teaching and Teacher Education*, 2017, vol. 68, pp. 289–303. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.09.015>
17. Stefanutti L., de Chiusole D. On the assessment of learning in competence based knowledge space theory. *Journal of Mathematical Psychology*, 2017, vol. 80, pp. 22–32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmp.2017.08.003>
18. Aleshinskaya E., Albatsha A. A cognitive model to enhance professional competence in computer science. *Procedia Computer Science*, 2020, vol. 169, pp. 326–329. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.191>
19. Guerrero Chanduvi D. A., Girón Escobar C., Jara Gallo D., Cruz Alayza V. Analysis of the intellectual structure of scientific papers about professional competences related to organizational psychology. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2016, vol. 226, pp. 286–293. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.190>
20. Instefjord E. J., Munthe E. Educating digitally competent teachers: A study of integration of professional digital competence in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 2017, vol. 67, pp. 37–45. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.05.016>
21. Cheetham G., Chivers G. The reflective (and competent) practitioner: A model of professional competence which seeks to harmonise the reflective practitioner and competence-based approaches. *Journal of European Industrial Training*, 1998, vol. 22 (7), pp. 267–276. DOI: <https://doi.org/10.1108/03090599810230678>
22. Bilal, Guraya S. Y., Chen S. The impact and effectiveness of faculty development program in fostering the faculty's knowledge, skills, and professional competence: A systematic review and meta-analysis. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2019, vol. 26, pp. 688–697. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.10.024>
23. Pijl-Zieber E. M., Barton S., Konkin J., Awosoga O., Caine V. Competence and competency-based nursing education: Finding our way through the issues. *Nurse Education Today*, 2014, vol. 34 (5), pp. 676–678. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2013.09.007>
24. Gravina E. W. Competency-based education and its effect on nursing education: A literature review. *Teaching and Learning in Nursing*, 2017, vol. 12 (2), pp. 117–121. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.teln.2016.11.004>

Submitted: 30 November 2024

Accepted: 10 January 2025

Published: 28 February 2025



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. (CC BY 4.0).





**The authors' stated contribution:**

The author's contribution to the collection of empirical material of the presented research, data processing and writing of the text of the article is full-completed.

The author reviewed the results and approved the final version of the manuscript

**Information about competitive interests:**

The author declares the absence of obvious and potential conflicts of interest in connection with the publication of this article

**Information about the Author**

**Akryam Zhafyarovich Zhafyarov**

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,  
Corresponding Member of the Russian Academy of Education,  
Department of Geometry and Methods of Teaching Mathematics,  
Novosibirsk State Pedagogical University,  
28 Vilyuiskaya Str., 630126, Novosibirsk, Russian Federation.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1339-1472>  
E-mail: [akram39@yandex.ru](mailto:akram39@yandex.ru)