

УДК 378.147  
ББК 22.17

DOI: 10.31862/1819-463X-2023-5-89-98

## РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕДОСТАТОЧНОЙ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ ШКОЛЬНОГО И ВУЗОВСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МАТЕМАТИКИ (ОПЫТ УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА)

Н. И. Фомин, Л. И. Миронова

**Аннотация.** Актуальность статьи определяется недостаточной преемственностью школьной и вузовской математической подготовки современных студентов, обучающихся инженерным специальностям. Цель статьи – разработка адаптивного учебного пособия для изучения основ математической статистики студентами Института строительства и архитектуры Уральского федерального университета. Практические умения, формируемые в процессе применения пособия, используются студентами при обработке экспериментальных данных в ходе подготовки выпускных квалификационных работ и магистерских диссертаций. В рамках разработки пособия были изучены тенденции изменения различных систем инженерно-строительного образования, проведен анализ учебных программ и пособий для подготовки студентов архитектурно-строительной подготовки. В пособии рассмотрены часто используемые статистические методы, изучение которых завершается пошаговым алгоритмом решения конкретной числовой задачи, реализуемым средствами электронной таблицы MS Excel.

**Ключевые слова:** архитектурно-строительная подготовка бакалавров, магистров, аспирантов, методы статистической обработки экспериментальных данных, электронная таблица MS Excel.

**Для цитирования:** Фомин Н. И., Миронова Л. И. Решение проблемы недостаточной преемственности школьного и вузовского образования в области математики (опыт Уральского федерального университета) // Наука и школа. 2023. № 5. С. 89–98. DOI: 10.31862/1819-463X-2023-5-89-98.

© Фомин Н. И., Миронова Л. И., 2023



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License  
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

SOLVING THE PROBLEM OF INSUFFICIENT CONTINUITY  
OF SCHOOL AND UNIVERSITY EDUCATION IN THE FIELD  
OF MATHEMATICS (EXPERIENCE OF URAL FEDERAL UNIVERSITY)

**N. I. Fomin, L. I. Mironova**

**Abstract.** *The relevance of the article is determined by the insufficient continuity of school and university mathematical training of modern students studying engineering. The purpose of the article is to develop adaptive educational materials for studying the basics of mathematical statistics by students of the Institute of Construction and Architecture of Ural Federal University. Practical skills formed in the process of applying the manual are used by students in the processing of experimental data in the course of preparing final qualification works and master's theses. As part of the development of the manual, trends in changes in various systems of engineering and construction education were studied, an analysis of curricula and manuals for the preparation of students of architectural and construction training was carried out. The manual discusses frequently used statistical methods, the study of which ends with a step-by-step algorithm for solving a specific numerical problem, implemented by using the MS Excel spreadsheet.*

**Keywords:** *architectural and construction training of bachelors, masters, PhD post-graduate students, methods of statistical processing of experimental data, MS Excel spreadsheet.*

**Cite as:** Fomin N. I., Mironova L. I. Solving the problem of insufficient continuity of school and university education in the field of mathematics (experience of Ural Federal University). *Nauka i shkola*. 2023, No. 5, pp. 89–98. DOI: 10.31862/1819-463X-2023-5-89-98.

---

Как известно, сущность современной подготовки будущих инженеров состоит в изучении явлений и закономерностей конкретной предметной области в явном виде, которые формализованы с использованием математического аппарата. Поэтому для обеспечения качественного освоения специальных дисциплин, формирующих профессиональную базу выпускника вуза, уровень владения школьной математикой у абитуриентов технических направлений подготовки должен быть достаточно высоким.

К сожалению, в настоящее время наблюдается следующая тенденция: уровень знаний по математике у абитуриентов не только не соответствуют входным требованиям многих вузов, но и продолжает постепенно снижаться. Так, анализ результатов тестирования

первокурсников по основным разделам математики, проведенного в Институте фундаментальной подготовки Сибирского государственного университета, показал, что только 30% студентов первого курса технических специальностей могут качественно освоить математические и естественные науки [1]. Освоение базовых учебных дисциплин по учебным программам у большинства студентов также вызывает серьезные трудности, которые накапливаются при переходе студентов к изучению дисциплин, входящих в профессиональные модули. Причин, вследствие которых возникла такая ситуация, можно выделить достаточно много, одной из них, по нашему мнению, является *недостаточная преемственность школьного и вузовского образования в области математики.*

*Цель данной статьи* – на основе опыта преподавания дисциплин математического цикла разработать адаптивные учебно-методические материалы для изучения основ математической статистики студентами Института строительства и архитектуры, знание которых необходимо при обработке результатов экспериментальных данных в ходе подготовки выпускных квалификационных работ.

При проведении исследования использовались следующие методы: теоретический анализ научных результатов, посвященных выделению сущности развития и установлению тенденций изменения различных систем инженерно-строительного образования, анализ учебных программ и пособий для подготовки студентов архитектурно-строительной подготовки; экспертно-аналитические методы оценки содержания методических и программных средств, предназначенных для обработки экспериментальных данных при архитектурно-строительной подготовке студентов.

Анализ научных публикаций по теме исследования показал, что проблема отсутствия преемственности между школьной и вузовской математикой стоит довольно остро. Этому посвящены работы Г. И. Ковалевой [2], И. Г. Одоевцевой [3], Б. Е. Стариченко [4], Л. В. Ференчук [5] и др. В своих исследованиях авторы отмечают важность математики как самостоятельной науки, имеющей большое значение для умственного развития и воспитания личности как школьника, так и студента и формирующей определенный стиль мышления. Отсутствие преемственности при ее изучении между школой и вузом тормозит эти процессы.

Как показывает практика, уровень школьной математики, несмотря на все усилия по формализации результатов (в виде государственных экзаменов), наличия большого разнообразия пособий, справочников и прочих инструмен-

тов учебно-методической поддержки старшеклассника, часто не соответствует минимальным требованиям для первокурсника по техническим направлениям подготовки, начинающего изучать высшую математику. Как показывают наши наблюдения за успеваемостью студентов первого курса архитектурно-строительных специальностей по дисциплине «Высшая математика», включая анкетирование студентов, многие первокурсники просто теряют интерес к учебе в университете из-за невозможности полноценного освоения данного курса. При этом подобная низкая успеваемость наблюдается даже у студентов, имеющих средние баллы ЕГЭ по математике (50–60 баллов). Все это приводит к тому, что до 10% от общего количества поступивших в Институт строительства и архитектуры Уральского федерального университета (ИСА УрФУ) студентов отчисляются из-за невозможности освоения данной дисциплины даже на минимальном уровне. Заметим, что это происходит даже в условиях в известной степени вынужденного снижения требований к промежуточной и итоговой аттестации студентов по данной дисциплине.

Отсутствие механизмов необходимой преемственности школьного и вузовского образования в области математики также негативно влияет на результаты процесса освоения всех инженерных дисциплин, где требуются базовые математические знания, полученные в школе. Безусловно, ведущие университеты (включая УрФУ) пытаются преодолеть указанные последствия, используя различные технологии преодоления имеющихся разрывов в уровне освоения школьной математики. Так, чтобы продуктивно проводить лекционные и практические занятия по высшей математике, преподавателям приходится «доучивать» первокурсников, обеспечивая таким образом необходимую

математическую пропедевтику, на что уходит значительная часть аудиторного времени, отведенного на освоение всей дисциплины.

Своеобразное «слабое звено», где особенно остро ощущается недостаточная математическая подготовка студентов архитектурно-строительных специальностей, обнаруживается нами в процессе выполнения студентами выпускных квалификационных работ (ВКР для бакалавриата и ВКРМ для магистратуры). Например, отдельные выпускники бакалавриата ИСА сталкиваются со сложностью в решении систем квадратных уравнений, не могут корректно определить параметр по линейной интерполяции или экстраполяции, сложности возникают также при решении простых геометрических задач для расчета строительных конструкций.

Одновременно с применением школьной математики, выпускники бакалавриата и магистратуры ИСА УрФУ при подготовке ВКР и ВКРМ часто должны выполнить статистическую обработку экспериментальных данных, что вызывает у них существенные методические затруднения.

Следует подчеркнуть, что необходимость качественной математической подготовки будущих архитекторов и инженеров-строителей обусловлена не только интенсивным развитием промышленности строительной индустрии, связанной с большим количеством экспериментальных исследований и их корректной статистической обработкой, но также ужесточением требований по обеспечению достоверности и стабильности процессов при проектировании и возведении зданий и сооружений. Таким образом, опыт практического применения математических знаний, в частности основ математической статистики, является важным элементом профессионализма современного высококвалифицированного специалиста архитектурно-строительной сферы.

Под компетентностью в области статистической обработки данных понимается *совокупность теоретических знаний* наиболее распространенных методов математической статистики, *умение* применять эти знания при решении учебных задач и *практический опыт* их использования при обработке результатов экспериментов в ходе подготовки ВКР и ВКРМ.

В настоящее время существует достаточно много учебников и учебных пособий по дисциплине «Математическая статистика». Отметим некоторые из них: справочник под редакцией С. А. Айвазяна [6], а также известный справочник И. Н. Бронштейна и К. А. Семендяева [7]; классические учебники Е. С. Вентцель [8] и В. Е. Гмурмана [9]; пособия В. А. Вознесенского [10], Н. Л. Леонтьева [11], А. К. Митропольского [12], зарубежная работа [13]. Из относительно новых работ можно отметить курс лекций под ред. В. Г. Ионина [14], а также пособие, адресованное студентам-строителям [15].

Безусловно, в таком разнообразии (мы указали только небольшую часть из имеющегося корпуса учебников и учебных пособий) источников учебный материал изложен на высоком научном уровне, весьма качественно структурирован в соответствии с высокими академическими критериями отечественной науки.

Вместе с этим такой академический (в лучших традициях советской математической школы) подход нередко требует от читателей достаточно серьезной математической подготовки. Но, как было отмечено выше, значительное количество студентов архитектурно-строительных специальностей не имеют хорошей математической подготовки. В связи с этим большинство из классических учебников и пособий для решения отраслевых прикладных и научных задач, в которых применяется обширный арсенал инструментов математической

статистики, к сожалению, у современных студентов (включая студентов ИСА УрФУ) остаются невостребованными.

Устранение выявленного методического противоречия стало основной причиной для разработки краткого и адаптивного курса «Математической статистики», разработанного коллективом авторов из ИСА УрФУ (на основе материалов, представленных в [16; 17]).

При разработке учебного пособия были реализованы следующие педагогические принципы: *адаптивности, практико-ориентированности, образовательной ценности, педагогической целесообразности, методической эффективности.*

В разработанном учебном пособии представлены основные методы классической математической статистики, применение которых необходимо при обработке экспериментальных данных для решения отраслевых научных и прикладных задач в строительстве. В кратком, но доступном для практического применения студентами ИСА учебном пособии рассмотрены следующие темы: точечные и интервальные оценки выборочной совокупности, сравнение эмпирического распределения с нормальным, сравнение двух выборочных дисперсий по критерию Фишера, а также нескольких выборочных дисперсий по критерию Бартлетта и по критерию Кохрана, линейный регрессионный анализ для одного факториального признака, вычисление коэффициента парной корреляции и однофакторный дисперсионный анализ, корреляция рангов по Спирмэну и Кэнделлу, коэффициенты взаимной сопряженности Пирсона и Чупрова.

При разработке содержания учебного пособия авторами был реализован следующий новый методический прием: теоретическое изучение каждого представленного статистического метода завершается максимально подробным (пошаговым) алгоритмом его реализации на конкретном числовом примере. Отметим, что изучение основ

программирования пока не входит в базовую программу подготовки будущих дипломированных архитекторов и строителей, но элементарными знаниями по использованию электронной таблицы MS EXCEL они владеют еще со школы. В связи с этим все предложенные авторами пособия алгоритмы могут быть без затруднений реализованы студентами на компьютере.

Как показывает наш опыт, несмотря на наличие в MS EXCEL ряда встроенных функций, реализующих часть рассмотренных в пособии статистических методов, нередко студенты затрудняются корректно интерпретировать их результаты. Подробный пошаговый алгоритм практически исключает возникновение такого затруднения. Отдельно следует отметить использование разработанного пособия аспирантами ИСА УрФУ при подготовке ими разделов глав диссертаций, посвященных статистической обработке экспериментальных данных.

В разработанном учебном пособии по математической статистике помимо теоретического материала было решено представить краткие биографические справки об ученых, разработавших рассмотренные статистические методы еще в прошлом и позапрошлом веке (Бартлетт, Гаусс, Кохран, Кэндалл, Пирсон, Пуассон, Стьюдент, Спирмен, Фишер, Чупров). По нашему мнению, такой подход к изложению материала обеспечивает возможность студентам ознакомиться с разнообразием исследовательской культуры на примере научных работ ряда известных ученых, что, безусловно, будет иметь воспитательный эффект для начинающего исследователя. Студенты на примерах биографий представленных ученых смогут заметить, что базовое математическое образование при определенном упорстве, целеустремленности и трудолюбии позволило им вписать свои имена в мировую историю как математики, так и науки в целом. Подобные мотивационные

приемы приобретают особую актуальность для начинающих исследователей и инженеров в условиях необходимости обеспечения ускоренного технологического суверенитета, в том числе за счет развития строительной отрасли.

Далее приведен пример применения предлагаемого методического подхода при постановке задачи линейного регрессионного анализа для одного факториального признака и пошаговый алгоритм ее решения.

Пусть выборка значений факториального признака содержит  $n$  элементов  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Выборка соответствующих значений результирующего признака также содержит  $n$  элементов  $y_1, y_2, \dots, y_n$ .

Для определения коэффициентов регрессионного уравнения  $y = ax + b$  воспользуемся формулами

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x) \cdot (y_i - M_y)}{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)^2}, b = M_y - a \cdot M_x \quad (1),$$

а для вычисления коэффициента корреляции  $r$  формулой

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x) \cdot (y_i - M_y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - M_y)^2}} \quad (2).$$

Проверим с помощью критерия Фишера гипотезу о равенстве нулю коэффициента регрессии  $a$ , а с помощью критерия Стьюдента – гипотезу о равенстве нулю коэффициента корреляции  $r$ .

Вычисленное значение критерия Фишера будем определять по формуле

$$F = (n-2) \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (a \cdot x_i + b - M_y)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - a \cdot x_i - b)^2} \quad (3),$$

а вычисленное значение критерия Стьюдента – по формуле

$$t = \frac{r \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (4).$$

### Задача.

Пусть набор экспериментальных данных содержит  $n$  значений факториального признака  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , а соответствующий ему набор значений результирующего признака –  $y_1, y_2, \dots, y_n$ .

$X_i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Y$	3,01	4,99	7	9,1	11,02	12,89	15,05	16,97	19,01	20,9

Определить с помощью критерия Фишера, значимо ли отличается от нуля коэффициент регрессии  $a$  (формула 1), а с помощью критерия Стьюдента – коэффициент парной корреляции (формула 4).

Оформим решение в виде пошагового алгоритма.

Вычислим значения  $a$  и  $b$  по формуле 1:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x) \cdot (y_i - M_y)}{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)^2}, b = M_y - a \cdot M_x,$$

где  $M_x$  и  $M_y$  – средние значения исходных выборок.

Шаг 1. Вычислим среднее значение  $M_x$  выборки  $X$ :

$$M_x = \frac{1+2+3+4+5+6+7+8+9+10}{10} = 5,5.$$

Шаг 2. Вычислим среднее значение  $M_y$  выборки  $Y$ :

$$(3,01 + 4,99 + 7 + 9,1 + 11,02 + 12,89 + 15,05 + 16,97 + 19,01 + 20,09) / 10 = 12.$$

Шаг 3. Вычислим значение  $a$  по формуле 1.

Вычислим отдельно числитель (4) и знаменатель (3) дроби.

$$\begin{aligned} Ч &= (1-5,5) \cdot (3,01-12) + (2-5,5) \cdot (5-12) + \\ &+ (3-5,5) \cdot (7-12) + (4-5,5) \cdot (9,1-12) + \\ &+ (5-5,5) \cdot (11,02-12) + (6-5,5) \cdot (12,89-12) + \\ &+ (7-5,5) \cdot (15,05-12) + (8-5,5) \cdot (16,97-12) + \\ &+ (9-5,5) \cdot (19,01-12) + (10-5,5) \cdot (20,9-12) = \\ &= 164,325. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З &= (1-5,5) \cdot (1-5,5) + (2-5,5) \cdot (2-5,5) + \\ &+ (3-5,5) \cdot (3-5,5) + (4-5,5) \cdot (4-5,5) + \\ &+ (5-5,5) \cdot (5-5,5) + (6-5,5) \cdot (6-5,5) + \\ &+ (7-5,5) \cdot (7-5,5) + (8-5,5) \cdot (8-5,5) + \\ &+ (9-5,5) \cdot (9-5,5) + (10-5,5) \cdot (10-5,5) = 82,5. \end{aligned}$$

Тогда  $Ч / 3 = 164,325/82,5 = 1,99$ .

Шаг 4. Вычисляем  $b$  по формуле 1:

$$b = 12 - 1,99 \cdot 5,5 = 1,055.$$

Шаг 5. Вычисляем коэффициент парной корреляции по формуле 2:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x) \cdot (y_i - M_y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - M_y)^2}}.$$

Вычисляем числитель этой дроби  $SS$ :

$$\begin{aligned} SS &= (1-5,5) \cdot (3,01-12) + (2-5,5) \cdot (5-12) + \\ &+ (3-5,5) \cdot (7-12) + (4-5,5) \cdot (9,1-12) + \\ &+ (5-5,5) \cdot (11,02-12) + (6-5,5) \cdot (12,89-12) + \\ &+ (7-5,5) \cdot (15,05-12) + (8-5,5) \cdot (16,97-12) + \\ &+ (9-5,5) \cdot (19,01-12) + (10-5,5) \cdot (20,9-12) = \\ &= 164,33. \end{aligned}$$

Две суммы в подкоренном выражении знаменателя обозначим соответственно  $S1$  и  $S2$ :

$$\begin{aligned} S1 &= (1-5,5)^2 + (2-5,5)^2 + (3-5,5)^2 + \\ &+ (4-5,5)^2 + (5-5,5)^2 + (6-5,5)^2 + (7-5,5)^2 + \\ &+ (8-5,5)^2 + (9-5,5)^2 + (10-5,5)^2 = 82,5; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S2 &= (3,01-12)^2 + (5-12)^2 + (7-12)^2 + \\ &+ (9,1-12)^2 + (11,02-12)^2 + (12,89-12)^2 + \\ &+ (15,05-12)^2 + (16,97-12)^2 + \\ &+ (19,01-12)^2 + (20,9-12)^2 = 327,34. \end{aligned}$$

Тогда

$$r = \frac{SS}{\sqrt{S1 \cdot S2}} = \frac{164,33}{\sqrt{82,5 \cdot 327,34}} = 0,999.$$

Шаг 6. Вычисленное значение критерия Фишера  $F$  вычислим по формуле 3:

$$F = (n-2) \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (a \cdot x_i + b - M_y)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - a \cdot x_i - b)^2}.$$

Обозначим числитель и знаменатель этой дроби соответственно  $D1$  и  $D2$ .

Тогда

$$\begin{aligned} D1 &= (1,99 \cdot 1 + 1,055 - 12)^2 + (1,99 \cdot 2 + 1,055 - 12)^2 + \\ &+ (1,99 \cdot 3 + 1,055 - 12)^2 + (1,99 \cdot 4 + 1,055 - 12)^2 + \\ &+ (1,99 \cdot 5 + 1,055 - 12)^2 + (1,99 \cdot 6 + 1,055 - 12)^2 + \\ &+ (1,99 \cdot 7 + 1,055 - 12)^2 + (1,99 \cdot 8 + 1,055 - 12)^2 + \\ &+ (1,99 \cdot 9 + 1,055 - 12)^2 + (1,99 \cdot 10 + 1,055 - 12)^2 = 326,71; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D2 &= (3,01 - 1,99 \cdot 1 - 1,055)^2 + (5 - 1,99 \cdot 2 - 1,055)^2 + \\ &+ (7 - 1,99 \cdot 3 - 1,055)^2 + (9 - 1,99 \cdot 4 - 1,055)^2 + \\ &+ (11,02 - 1,99 \cdot 5 - 1,055)^2 + (12,89 - 1,99 \cdot 6 - 1,055)^2 + \\ &+ (15,05 - 1,99 \cdot 7 - 1,055)^2 + (16,97 - 1,99 \cdot 8 - 1,055)^2 + \\ &+ (19,01 - 1,99 \cdot 9 - 1,055)^2 + (20,9 - 1,99 \cdot 10 - 1,055)^2 = \\ &= 0,769; \end{aligned}$$

$$F_{\text{выч.}} = (n-2) \cdot \frac{D1}{D2} = 8 \cdot \frac{326,71}{0,796} = 3398,8.$$

Шаг 7. Вычисленное значение критерия Стьюдента  $t$  определяем по формуле 4:

$$t = \frac{r \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}.$$

$$t_{\text{выч.}} = \frac{0,99 \cdot \sqrt{8}}{\sqrt{1-0,99^2}} = 19,85.$$

Шаг 8. Интерпретируем полученные результаты.

В результате выполнения пошагового алгоритма получены следующие результаты:

Коэффициенты линейного уравнения регрессии  $a = 1,99$ ,  $b = 1,055$ .

Коэффициент парной корреляции  $r = 0,999$ .

Вычисленное значение критерия Фишера  $F_{\text{выч.}} = 3398,8$ .

Вычисленное значение критерия Стьюдента  $t_{\text{выч.}} = 19,85$ .

Вычисленное значение критерия Фишера сравниваем с табличным значением (см. приложение, содержащее критические точки распределения Фишера) на уровне значимости 0,05 и числах степеней свободы 1 и  $(n-2)$ ,

которое составляет  $F_{\text{таб.}} = 239$ . В нашем случае  $F_{\text{выч.}} > F_{\text{таб.}}$  ( $3398,8 > 239$ ). Если вычисленное значение критерия Фишера больше табличного, то различия дисперсий исходных выборок  $X$  и  $Y$  статистически значимо и полученный коэффициент регрессии  $a$  значимо отличен от нуля.

Вычисленное значение критерия Стьюдента сравниваем с табличным значением (см. приложение, содержащее критические точки распределения Стьюдента ( $t$ -критерий)) при уровне значимости 0,05 и числе степеней свободы  $(n - 1)$ , которое составляет  $t_{\text{таб.}} = 2,3$ . В нашем случае  $t_{\text{выч.}} > t_{\text{таб.}}$  ( $19,85 > 2,3$ ). Если вычисленное значение критерия Стьюдента больше табличного, то коэффициент корреляции  $r$  значимо отличен от нуля.

Аналогичным образом рассмотренный в статье методический прием был применен при изучении основных статистических методов, которые используются при обработке экспериментальных данных бакалаврами и магистрантами института строительства и архитектуры Уральского федерального университета.

**Заключение.** Научная новизна результатов проведенного исследования состоит:

- в обосновании продуктивности применения адаптивного, практико-ориентированного подхода при изучении методов математической статистики при архитектурно-строительной подготовке;
- в выявлении его возможностей для формирования у будущих бакалавров и магистров способности

к пониманию теоретических основ статистических методов и умению осуществлять практические действия по их применению, а также грамотно интерпретировать полученные результаты;

- в развитии методики использования информационных и коммуникационных технологий в архитектурно-строительной подготовке.

Реализация предложенного подхода позволяет частично преодолеть отсутствие преемственности между школьной и вузовской математической подготовкой и обеспечивает будущих архитекторов и инженеров-строителей необходимыми знаниями и умениями за счет формирования компетентности в области статистической обработки экспериментальных данных.

Разработка подобных пособий по отдельным разделам высшей математики, востребованных в современной профессиональной среде, является важным методическим инструментом для обеспечения преемственности школьного и вузовского математического образования. Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что данная проблема может быть успешно разрешена только комплексом мер, включающим совместные методические инициативы от школ и вузов.

В настоящее время электронная версия разработанного пособия по математической статистике доступна студентам бакалавриата, магистратуры и аспирантуры через электронный образовательный портал Уральского федерального университета УрФУ по ссылке: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/127379>.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богомаз И. В. Научно-методические основы базовой подготовки студентов инженерно-строительных специальностей в условиях проективно-информационного подхода: дис. ... д-ра пед. наук. М., 2012. 313 с.
2. Ковалева Г. И., Милованов Н. Ю. Способы обеспечения преемственности изучения понятий математического анализа между школой и вузом // Мир науки, культуры, образования. 2017. № 1 (62). С. 56–58.



3. Одоевцева И. Г., Маркова Н. В., Эйрих Н. В. Обеспечение преемственности среднего общего и высшего образования в обучении математике // Наука и школа. 2016. № 5. С. 77–83.
4. Стариченко Б. Е., Сардак Л. В. Цифровизация школьной математики – от целей обучения к технологиям // Математическое образование в школе и вузе: опыт, проблемы, перспективы (MATHEDU' 2022): материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. в рамках III Междунар. форума по матем. образованию (IFME'2022), Казань, 28 марта – 02 апреля 2022 г. / отв. ред. Л. Р. Шакирова. Казань: Казанский (Приволжский) федеральный ун-т, 2022. С. 356–366.
5. Ференчук Л. В. Проблемы преемственности в обучении математике между школой и вузом // Теория науки. 2013. № 5. С. 20–24.
6. Айвазян С. А., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика: Исследование зависимостей: справ. изд. / под ред. С. А. Айвазяна. М.: Финансы и статистика, 1985. 487 с.
7. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. СПб.: Лань, 2022. 608 с.
8. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения: учеб. пособие для втузов. 2-е изд., стер. М.: Высш. шк., 2000. 480 с.
9. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высш. шк., 2003. 479 с.
10. Вознесенский В. А. Статистические решения в технологических задачах. Кишинев: Карта Молдовеняске, 1968. 232 с.
11. Леонтьев Н. Л. Техника статистических вычислений. М.: Лесная промышленность, 1966. 250 с.
12. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. М.: Наука, 1971. 576 с.
13. Езекиэл М., Фокс К. А. Методы анализа корреляций и регрессий линейных и криволинейных / пер. с англ. М.: Статистика, 1966. 558 с.
14. Статистика: курс лекций / Л. П. Харченко [и др.]; под ред. В. Г. Ионина. Новосибирск: Изд-во НГАЭиУ; М.: ИНФРА-М, 2000. 310 с.
15. Иванов В. П., Лемен А. Ю. Математическая статистика в инженерных задачах: курс лекций. М.: МГСУ, 2016. 57 с.
16. ГОСТ Р 50779.10-2000 (ИСО 3534.1-93). Вероятность и основы статистики. Статистические методы. Термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 2001. 42 с.
17. Миронова Л. И. Элементы математической статистики. Екатеринбург: Изд-во УрГПУ, 1997. 75 с.

## REFERENCES

1. Bogomaz I. V. Nauchno-metodicheskie osnovy bazovoy podgotovki studentov inzhenerno-stroitelnykh spetsialnostey v usloviyakh proektivno-informatsionnogo podkhoda. *ScD dissertation (Education)*. Moscow, 2012. 313 p.
2. Kovaleva G. I., Milovanov N. Yu. Sposoby obespecheniya preemstvennosti izucheniya ponyatiya matematicheskogo analiza mezhdru shkoly i vuzom. *Mir nauki, kultury, obrazovaniya*. 2017, No. 1 (62), pp. 56–58.
3. Odoevtseva I. G., Markova N. V., Eyrikh N. V. Obespechenie preemstvennosti srednego obshchego i vysshego obrazovaniya v obuchenii matematike. *Nauka i shkola*. 2016, No. 5, pp. 77–83.
4. Starichenko B. E., Sardak L. V. Tsifrovizatsiya shkolnoy matematiki – ot tseley obucheniya k tekhnologiyam. In: *Matematicheskoe obrazovanie v shkole i vuze: opyt, problemy, perspektivy (MATHEDU' 2022). Proceedings of the XI International scientific-practical conference (IFME'2022), Kazan, 28 Mar. – 02 Apr. 2022*. Ed. by L. R. Shakirova. Kazan: Kazanskiy (Privolzhskiy) federalnyy un-t, 2022. Pp. 356–366.
5. Ferenchuk L. V. Problemy preemstvennosti v obuchenii matematike mezhdru shkoly i vuzom. *Teoriya nauki*. 2013, No. 5, pp. 20–24.
6. Ayvazyan S. A., Enyukov I. S., Meshalkin L. D. *Prikladnaya statistika: Issledovanie zavisimostey: sprav. izd.* Ed. by S. A. Ayvazyan. Moscow: Finansy i statistika, 1985. 487 p.
7. Bronshteyn I. N., Semendyaev K. A. *Spravochnik po matematike dlya inzhenerov i uchashchikhsya*

- vtuzov. St. Petersburg: Lan, 2022. 608 p.
8. Venttsel E. S., Ovcharov L. A. *Teoriya veroyatnostey i ee inzhenernye prilozheniya: ucheb. posobie dlya vtuzov*. Moscow: Vyssh. shk., 2000. 480 p.
  9. Gmurman V. E. *Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika*. Moscow: Vyssh. shk., 2003. 479 p.
  10. Voznesenskiy V. A. *Statisticheskie resheniya v tekhnologicheskikh zadachakh*. Kishinev: Kartya Moldovenyaske, 1968. 232 p.
  11. Leontyev N. L. *Tekhnika statisticheskikh vychisleniy*. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1966. 250 p.
  12. Mitropolskiy A. K. *Tekhnika statisticheskikh vychisleniy*. Moscow: Nauka, 1971. 576 p.
  13. Ezekiel M., Fox K. A. *Metody analiza korrelyatsiy i regressiy lineynykh i krivolinyynykh*. Transl. from English. Moscow: Statistika, 1966. 558 p. (In Russian)
  14. Kharchenko L. P. et al. *Statistika: kurs lektsiy*. Ed. by V. G. Ionin. Novosibirsk: Izd-vo NGAEiU; Moscow: INFRA-M, 2000. 310 p.
  15. Ivanov V. P., Lemen A. Yu. *Matematicheskaya statistika v inzhenernykh zadachakh: kurs lektsiy*. Moscow: MGSU, 2016. 57 p.
  16. GOST R 50779.10-2000 (ISO 3534.1-93). *Veroyatnost i osnovy statistiki. Statisticheskie metody. Terminy i opredeleniya*. Moscow: Izd-vo standartov, 2001. 42 p.
  17. Mironova L. I. *Elementy matematicheskoy statistiki*. Ekaterinburg: Izd-vo UrGPU, 1997. 75 p.

---

**Фомин Никита Игоревич**, кандидат технических наук, доцент, директор института строительства и архитектуры, заведующий кафедрой промышленного и гражданского строительства и экспертизы недвижимости, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

**e-mail: [nnimoff@mail.ru](mailto:nnimoff@mail.ru)**

**Fomin Nikita I.**, PhD in Technical Sciences, Associate professor, Head, Institute of Construction and Architecture, Head, Industrial and Civil Engineering and Property Inspection Department, Ural Federal University

**e-mail: [nnimoff@mail.ru](mailto:nnimoff@mail.ru)**

**Миронова Людмила Ивановна**, доктор педагогических наук, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры промышленного и гражданского строительства и экспертизы недвижимости, Институт строительства и архитектуры, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

**e-mail: [mirmila@mail.ru](mailto:mirmila@mail.ru)**

**Mironova Ludmila I.**, ScD in Education, PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Professor, Industrial and Civil Engineering and Property Inspection Department, Institute of Construction and Architecture, Ural Federal University

**e-mail: [mirmila@mail.ru](mailto:mirmila@mail.ru)**

*Статья поступила в редакцию 03.04.2023*

*The article was received on 03.04.2023*