

Интернет-журнал «Мир науки» / World of Science. Pedagogy and psychology <https://mir-nauki.com>

2018, №5, Том 6 / 2018, No 5, Vol 6 <https://mir-nauki.com/issue-5-2018.html>

URL статьи: <https://mir-nauki.com/PDF/71PDMN518.pdf>

Статья поступила в редакцию 18.10.2018; опубликована 07.12.2018

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Власова Е.А., Меженная Н.М., Попов В.С. Сравнительный анализ результатов ЕГЭ, теста по проверке остаточных знаний и успеваемости первокурсников по математике // Интернет-журнал «Мир науки», 2018 №5, <https://mir-nauki.com/PDF/71PDMN518.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**For citation:**

Vlasova E.A., Mezhenaya N.M., Popov V.S. (2018). Comparative analysis of the results of the USE, test for left-over knowledge and academic performance of first year students on mathematics. *World of Science. Pedagogy and psychology*, [online] 5(6). Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/71PDMN518.pdf> (in Russian)

**УДК 378**

**ГРНТИ 14.35.01, 14.35.07, 14.35.09**

**Власова Елена Александровна**

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)», Москва, Россия  
Кандидат физико-математических наук, доцент  
E-mail: [elena.a.vlasova@yandex.ru](mailto:elena.a.vlasova@yandex.ru)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0711-1323>

РИНЦ: [http://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=658686](http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=658686)

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/L-5904-2018>

SCOPUS: <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=16423819000>

**Меженная Наталья Михайловна**

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)», Москва, Россия  
Кандидат физико-математических наук, доцент  
E-mail: [Natalia.mezhenaya@gmail.com](mailto:Natalia.mezhenaya@gmail.com)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1426-3613>

РИНЦ: [http://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=160365](http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=160365)

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/L-3049-2018>

SCOPUS: <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=9040501300>

**Попов Владимир Семенович**

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)», Москва, Россия  
Кандидат физико-математических наук, доцент  
E-mail: [vspopov@bk.ru](mailto:vspopov@bk.ru)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7770-4602>

РИНЦ: [http://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=688780](http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=688780)

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/L-7101-2018>

**Сравнительный анализ результатов ЕГЭ,  
теста по проверке остаточных знаний и успеваемости  
первокурсников по математике**

**Аннотация.** Методами математической статистики проводится сравнительный анализ результатов ЕГЭ по профильной математике, теста по проверке остаточных знаний по указанному предмету у первокурсников технического вуза и их успеваемости по математическому анализу и аналитической геометрии по итогам первой сессии.

Статистический анализ связей выполняется не только по итоговым показателям тестов, но и по отдельным темам и задачам. Отмечается положительная ранговая корреляция между результатами ЕГЭ и теста остаточных знаний. В то же время наблюдается большое число студентов, не справившихся с тестом на проверку остаточных знаний и имеющих при этом более 80 баллов по ЕГЭ. Анализируются возможные причины такого явления. Указываются разделы и темы школьной математики, выявленные в результате тестирования, вызывающие наибольшие затруднения у первокурсников. В частности, к таким темам относятся тригонометрия, проведение алгебраических преобразований выражения со степенями и арифметическими корнями, свойства элементарных функций и их графики. Результаты исследований показывают, что решение задач по геометрии вызывает у выпускников школ значительные проблемы, что затем сказывается на их успеваемости в первом семестре, особенно по аналитической геометрии. Высокую успеваемость по математическим дисциплинам преимущественно демонстрируют студенты, успешно написавшие тестовую работу. В ходе анализа установлена значимая связь баллов, полученных за решение стереометрической задачи, с учебными достижениями по математическим дисциплинам в первую сессию. Явная связь оценок за экзамены по математическим дисциплинам в первую сессию с результатами ЕГЭ не обнаружена.

**Ключевые слова:** статистический анализ; единый государственный экзамен; профильная математика; технический университет; тестирование; остаточные знания; успеваемость

### Введение

Цель исследования состоит в проведении сравнительного статистического анализа результатов ЕГЭ по профильной математике, теста по проверке остаточных знаний по предмету у первокурсников технического вуза и их успеваемости по математическому анализу и аналитической геометрии по итогам первой сессии. Анализ является весьма важной стадией процесса обучения. Результат анализа влияет на все предположения, на которых основывается процесс принятия решения и обеспечивает базу для разработки новых и корректировки имеющихся программ обучения.

Анализу результатов ЕГЭ и учебных достижений студентов посвящено много исследований. В работах [1-7] отмечается, что ЕГЭ является важным средством отбора абитуриентов при поступлении в вуз, и его результаты в целом влияют на академическую успеваемость студентов вуза. В работе [8] приведены возможные причины плохой взаимосвязи между результатами ЕГЭ и экзаменационными и зачетными баллами по дисциплинам химии и математики. Исследование связей довузовского рейтинга учащихся по математике с успеваемостью в университете проведено и в работах зарубежных авторов [9]. Проблемы компьютерного моделирования усвоения и забывания изученного в школе материала, формирования остаточных знаний, необходимых для дальнейшего обучения в вузе рассмотрены в работе [10].

Связь результатов входного контроля (теста) по математике с успеваемостью по математическому анализу в первом семестре рассматривалась в работе [11]. В ходе исследований отмечено, что входной тест объективно отражает уровень знаний студентами школьного курса математики, на основе теста можно составить достоверный прогноз экзаменационных оценок.

В своих исследованиях авторы использовали различные статистические методы, в том числе методы регрессионного анализа [1; 3-7; 12]; анализ коэффициентов ранговой корреляции [13]; анализ соответствий [14], методы качественного анализа [15-17]. Анализу связей

результатов между баллами по вступительным тестам и показателями академической успеваемости студентов в период учебы в университете посвящены работы [18-22].

Целью настоящей работы является представление статистических связей, выявленных между результатами ЕГЭ по профильной математике, тестом по проверке остаточных знаний по указанному предмету у первокурсников технического вуза и их успеваемостью по математическому анализу и аналитической геометрии по итогам первой экзаменационной сессии. Исследования, приведенные в статье, позволяют ответить на следующие важные вопросы:

1. Обладает ли выпускник школы, сдавший ЕГЭ по профильным предметам на высокий балл, необходимым объемом знаний для успешной учебы в вузе?
2. Способен ли студент-первокурсник справиться с вузовской программой, может ли он мыслить самостоятельно, а не по шаблонам и зазубренным алгоритмам, имеет ли творческий потенциал?
3. Достаточно ли сформирована инновационно-творческая компетенция у вчерашнего школьника для обучения в техническом вузе?
4. Сформированы ли познавательные потребности в достаточном для обучения в вузе объеме?
5. Каковы слабые звенья школьного математического образования будущего инженера?
6. Какие шаги необходимо совершить, в каком направлении корректировать и совершенствовать ЕГЭ, чтобы обеспечить полноценную преемственность математического образования на рубеже «школа-вуз»?

### 1. Постановка задачи

На первой неделе обучения в МГТУ им. Н.Э. Баумана принято проводить тестирование на проверку остаточных знаний по математике с целью выявить студентов, нуждающихся в особом внимании со стороны преподавателей, обозначить темы, вызывающие наибольшие трудности, в связи с этим скорректировать планы семинаров, правильно организовать самостоятельную работу студентов. Это позволяет вчерашним школьникам «плавно» и быстрее перейти от задач школьной программы к более содержательным задачам линейной алгебры и математического анализа [23]. В работе проведено сравнение результатов, полученных студентами на ЕГЭ по математике, результатов теста на проверку остаточных знаний и учебных достижений по итогам первой экзаменационной сессии. Проведен статистический анализ связей не только по итоговым показателям тестов, но и по отдельным темам и задачам.

В исследовании участвовали студенты факультета «Фундаментальные науки» МГТУ им. Н.Э. Баумана, поступившие на 1 курс в сентябре 2016 и в сентябре 2017 года и писавшие тест на проверку остаточных знаний на первой неделе учебного года на семинаре по математическому анализу. Группа 2016/17 года обучения (Группа I) состояла из 70 студентов, группа 2017/18 года обучения (Группа II) состояла из 68 студентов. В исследование включены только данные по тем студентам, которые присутствовали на занятии, на котором проводилось тестирование.

## 2. Методология тестирования остаточного уровня знаний

В качестве инструмента исследования был выбран письменный тест, который содержит девять задач:

Z1. Решение тригонометрического уравнения.

Z2. Вычисление значения выражения с экспонентой и логарифмом.

Z3. Проведение алгебраических преобразований выражения со степенями и арифметическими корнями.

Z4. Решение неравенства типа  $|ax + b| < cx + d$ .

Z5. Решение иррационального уравнения.

Z6. Нахождение области определения функции.

Z7. Нахождение множества точек на плоскости с геометрической иллюстрацией.

Z8. Решение дробно-линейного неравенства.

Z9. Решение стереометрической задачи.

Для оценки уровня сложности заданий продемонстрируем один из вариантов теста (таблица 1).

Таблица 1

### Вариант письменного теста, предлагаемого студентам для оценки остаточного уровня знаний

Номер задачи	Условие
Z1	Решить уравнение $\sin^2 2x + 2\cos^2 2x = \frac{7}{4}$ .
Z2	Вычислить $\left(3^{2+\frac{1}{\log_2 3}} + 7 \cdot 16^{\frac{1}{2\log_3 4}} + 10\right)^{1/2}$ .
Z3	Упростить выражение $\left(\frac{a+2}{\sqrt{2a}} - \frac{a}{\sqrt{2a+2}} + \frac{2}{a-\sqrt{2a}}\right) \frac{a-\sqrt{2}}{a+2}$ .
Z4	Решить неравенство $ 2x - 1  < x + 2$ .
Z5	Решить уравнение $3x + \sqrt{2x + 3} = 6$ .
Z6	Найти область определения функции $f(x) = \sqrt[8]{2 - \log_4 x} + \sqrt{x^2 - 6x + 5}$ .
Z7	Изобразить на плоскости множество точек $M(x, y)$ , удовлетворяющих условию $7y - 5 < 4x$ .
Z8	Решить неравенство $\frac{1}{7x-3} \geq \frac{1}{2x-1}$ .
Z9	Боковая грань правильной треугольной пирамиды наклонена к плоскости основания под углом $45^\circ$ , площадь боковой поверхности равна $12\sqrt{6}$ . Найти объем пирамиды.

Составлено авторами

За каждую задачу теста студенты получают баллы: 0 (задача не решена), 1 (допущена одна арифметическая или техническая ошибка, все действия, показывающие владение метода решения задачи, выполнены без логических ошибок), или 2 (задача решена полностью) балла. Задача Z9 обладает повышенным уровнем сложности, поэтому баллы за нее удваиваются, т. е. за эту задачу студент может получить 0, 2 или 4 балла. В результате за тест студент получает

от 0 до 20 баллов, которые определяются как сумма баллов, набранных за отдельные задачи. По сумме баллов выставляется итоговая оценка в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2

Соответствие между баллами за тест и оценкой

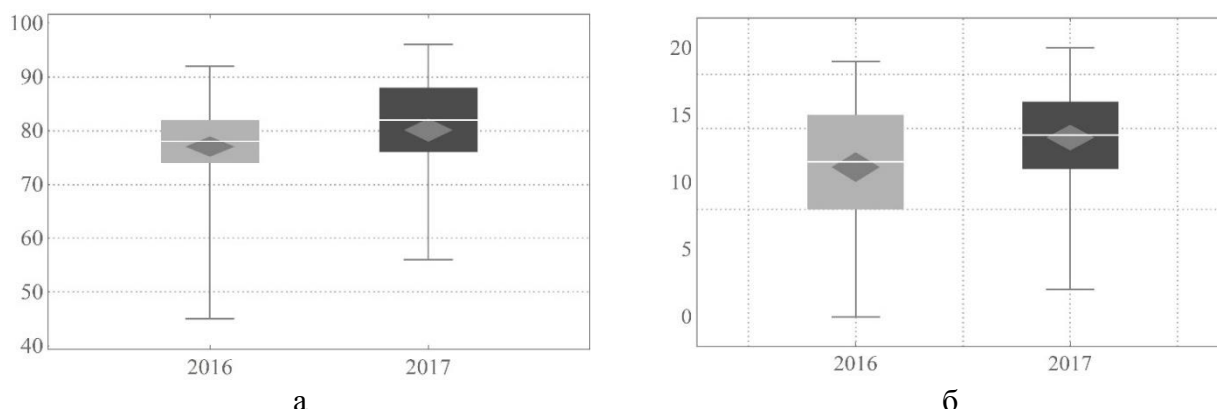
Баллы за тест	Оценка
0-7	2
8-13	3
14-17	4
18-20	5

Составлено авторами

### 3. Статистический анализ связи результатов тестирования с баллами, набранными за ЕГЭ

В исследовании проведен сравнительный анализ результатов тестовой работы студентов групп I и II. Ниже приведены результаты по набранным баллам и результаты по темам. При исследовании были использованы качественные и количественные статистические методы анализа, включающие анализ соответствий, коэффициенты ранговой корреляции Спирмена, критерий Манна-Уитни и др.

Начнем с качественного и количественного сравнения результатов ЕГЭ (переменная EGE) и баллов за тест (переменная S) (рис. 1 и 2).



На графиках выделены: доверительные интервалы для средних (ромбы серого цвета), межквартильный размах (заштрихованные прямоугольники), медиана (белая линия), размах выборки («усы») (составлено авторами)

Рисунок 1. Диаграммы для средних значений баллов за ЕГЭ (EGE) (а) и баллов за тест S (б)

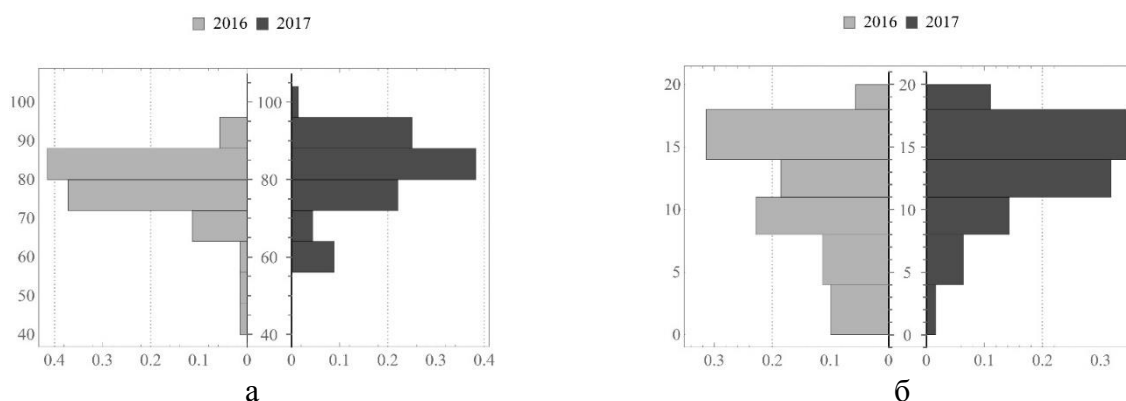
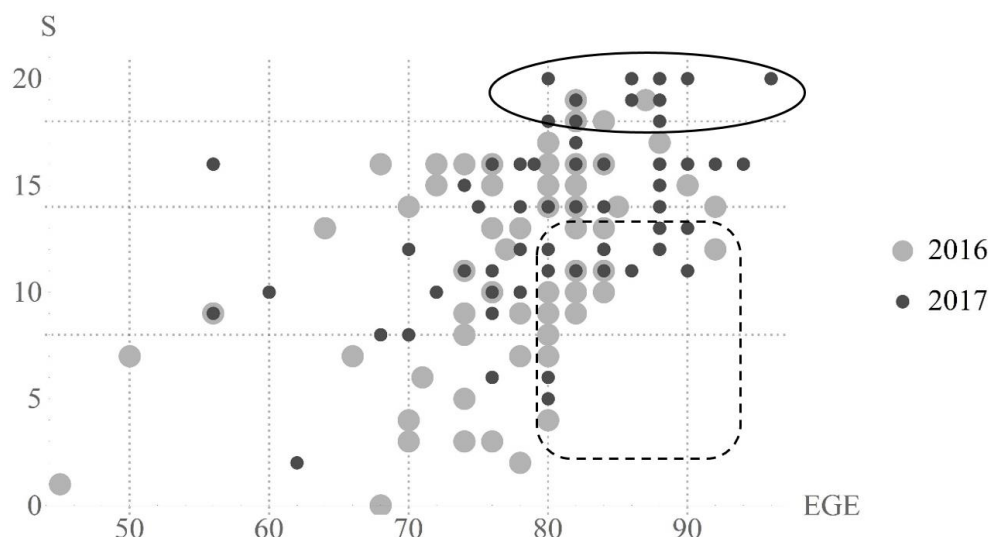


Рисунок 2. Гистограммы значений баллов за ЕГЭ (EGE) (а) и баллов за тест S (б) (составлено авторами)

Из данных рис. 1а и 2а видно, что студенты, поступившие на первый курс в 2017 году, имели несколько более высокие баллы за ЕГЭ по математике. Также они лучше справились с заданиями теста по сравнению с поступившими в 2016 году (рис. 1б и 2б). Это может быть обусловлено как ростом популярности выбранной специальности обучения, так и лучшей подготовкой выпускников 2017 года.

Далее представим диаграммы разброса значений баллов за ЕГЭ и оценки за тест в 2016 и 2017 годах (рис. 3).



**Рисунок 3.** Диаграммы для значений баллов за ЕГЭ (EGE) и баллов за тест S в 2016 и 2017 годах (составлено авторами)

В 2016 году оценку «5» получило значительно меньшее количество студентов, чем в 2017 (точки, выделенные сплошной линией, на рис. 3), что соотносится с более высокими балами ЕГЭ у выпускников 2017 года. Также отметим наличие большого числа студентов и в 2016, и в 2017 годах, которые получили за тест оценки 2 или 3 и при этом имеют более 80 баллов по ЕГЭ (точки, выделенные пунктирной линией, на рис. 3). Такие студенты не прошли тест на остаточные знания. Данный эффект может быть связан с узконаправленностью заданий ЕГЭ, обусловленной его жесткой структурой. Школьники готовились решать определенные типы задач конкретной темы, и не рассматривали более широкий спектр задач данной тематики. Те задания, которые не встречаются в открытом банке ЕГЭ, в методических материалах для подготовки к ЕГЭ и вариантах прошлых лет, ни на уроках в школе, ни при самостоятельной работе, как правило, вообще не рассматривались.

Однако в целом, наблюдается положительная ассоциированность между набранными суммами баллов. Отметим также положительную тенденцию в набранных суммах баллов в целом.

Перейдем к количественному анализу наблюдаемых различий в распределениях. С помощью критерия Манна-Уитни установлены значимые на уровне 5 % различия в распределениях баллов по ЕГЭ и баллов за тест. Результаты представлены в таблице 3.

**Таблица 3**

**Расчет критерия Манна-Уитни для переменных EGE и S**

	Z	p-value	Z adj	p-value	Valid N	Valid N
USE (EGE)	-2.81	0.0049	-2.83	0.0047	70	68
S	-2.56	0.0105	-2.57	0.0102	70	68

Составлено авторами

В таблице 4 приведены значения коэффициентов ранговой корреляции Спирмена между баллами, набранными за ЕГЭ, тест и за отдельные задачи теста, а также с полученной за тест оценкой и оценками по аналитической геометрии и математическому анализу в первую экзаменационную сессию. Значимые на уровне 5 % коэффициенты корреляции выделены жирным шрифтом.

Таблица 4

**Значения коэффициентов ранговой корреляции Спирмена между набранными баллами за ЕГЭ (EGE), набранными баллами за задачи Z1-Z9, суммой баллов за тест S, оценкой за тест (Test Grade), оценками по аналитической геометрии (AG) и математическому анализу (MA), полученными в первую экзаменационную сессию**

Var.	Year = 2016													
	USE (EGE)	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	S	Test Grade	AG	MA
USE (EGE)	1.00	0.10	<b>0.25</b>	0.08	0.09	<b>0.59</b>	0.11	<b>0.47</b>	<b>0.31</b>	<b>0.28</b>	<b>0.46</b>	<b>0.46</b>	0.15	0.13
Z1	0.10	1.00	0.12	0.02	-0.17	0.15	0.05	0.04	<b>0.26</b>	0.18	<b>0.34</b>	<b>0.33</b>	<b>0.26</b>	0.21
Z2	<b>0.25</b>	0.12	1.00	0.04	0.21	0.22	-0.11	0.19	0.16	<b>0.27</b>	<b>0.44</b>	<b>0.38</b>	0.19	0.07
Z3	0.08	0.02	0.04	1.00	0.23	0.09	0.12	0.10	0.13	0.23	<b>0.35</b>	<b>0.35</b>	0.23	0.15
Z4	0.09	-0.17	0.21	0.23	1.00	0.20	0.19	0.11	<b>0.36</b>	0.06	<b>0.31</b>	<b>0.28</b>	0.03	-0.16
Z5	<b>0.59</b>	0.15	0.22	0.09	0.20	1.00	0.19	<b>0.36</b>	<b>0.37</b>	<b>0.24</b>	<b>0.58</b>	<b>0.53</b>	0.11	0.10
Z6	0.11	0.05	-0.11	0.12	0.19	0.19	1.00	0.18	<b>0.32</b>	0.20	<b>0.44</b>	<b>0.41</b>	0.14	0.09
Z7	<b>0.47</b>	0.04	0.19	0.10	0.11	<b>0.36</b>	0.18	1.00	0.12	<b>0.36</b>	<b>0.54</b>	<b>0.53</b>	0.22	0.09
Z8	<b>0.31</b>	<b>0.26</b>	0.16	0.13	<b>0.36</b>	<b>0.37</b>	<b>0.32</b>	0.12	1.00	<b>0.29</b>	<b>0.54</b>	<b>0.45</b>	<b>0.24</b>	0.07
Z9	<b>0.28</b>	0.18	<b>0.27</b>	0.23	0.06	<b>0.24</b>	0.20	<b>0.36</b>	<b>0.29</b>	1.00	<b>0.79</b>	<b>0.79</b>	<b>0.26</b>	0.21
S	<b>0.46</b>	<b>0.34</b>	<b>0.44</b>	<b>0.35</b>	<b>0.31</b>	<b>0.58</b>	<b>0.44</b>	<b>0.54</b>	<b>0.54</b>	<b>0.79</b>	1.00	<b>0.94</b>	<b>0.34</b>	0.21
Test Grade	<b>0.46</b>	<b>0.33</b>	<b>0.38</b>	<b>0.35</b>	<b>0.28</b>	<b>0.53</b>	<b>0.41</b>	<b>0.53</b>	<b>0.45</b>	<b>0.79</b>	<b>0.94</b>	1.00	<b>0.33</b>	0.17
AG	0.15	<b>0.26</b>	0.19	0.23	0.03	0.11	0.14	0.22	<b>0.24</b>	<b>0.26</b>	<b>0.34</b>	<b>0.33</b>	1.00	<b>0.79</b>
MA	0.13	0.21	0.07	0.15	-0.16	0.10	0.09	0.09	0.07	0.21	0.21	0.17	<b>0.79</b>	1.00
Var.	Year = 2017													
	USE (EGE)	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	S	Test Grade	AG	MA
USE (EGE)	1.00	<b>0.29</b>	0.18	0.17	0.15	<b>0.31</b>	<b>0.37</b>	<b>0.27</b>	0.19	0.18	<b>0.45</b>	<b>0.33</b>	<b>0.37</b>	<b>0.39</b>
Z1	<b>0.29</b>	1.00	0.22	0.13	0.07	0.23	0.05	0.16	<b>0.25</b>	<b>0.25</b>	<b>0.58</b>	<b>0.54</b>	0.10	-0.02
Z2	0.18	0.22	1.00	-0.05	0.05	0.15	0.17	0.19	0.02	0.15	<b>0.37</b>	<b>0.40</b>	0.16	<b>0.24</b>
Z3	0.17	0.13	-0.05	1.00	-0.08	0.10	0.12	0.23	0.07	0.17	<b>0.41</b>	<b>0.40</b>	0.18	0.12
Z4	0.15	0.07	0.05	-0.08	1.00	<b>0.25</b>	0.22	-0.15	0.13	0.11	<b>0.30</b>	<b>0.26</b>	0.05	0.07
Z5	<b>0.31</b>	0.23	0.15	0.10	<b>0.25</b>	1.00	0.22	0.16	0.22	0.13	<b>0.48</b>	<b>0.46</b>	0.21	0.18
Z6	<b>0.37</b>	0.05	0.17	0.12	0.22	0.22	1.00	0.11	0.21	0.07	<b>0.36</b>	<b>0.31</b>	<b>0.28</b>	<b>0.41</b>
Z7	<b>0.27</b>	0.16	0.19	0.23	-0.15	0.16	0.11	1.00	<b>0.31</b>	0.16	<b>0.44</b>	<b>0.39</b>	0.17	0.05
Z8	0.19	<b>0.25</b>	0.02	0.07	0.13	0.22	0.21	<b>0.31</b>	1.00	0.11	<b>0.43</b>	<b>0.39</b>	0.09	0.02
Z9	0.18	<b>0.25</b>	0.15	0.17	0.11	0.13	0.07	0.16	0.11	1.00	<b>0.70</b>	<b>0.70</b>	<b>0.29</b>	<b>0.29</b>
S	<b>0.45</b>	<b>0.58</b>	<b>0.37</b>	<b>0.41</b>	<b>0.30</b>	<b>0.48</b>	<b>0.36</b>	<b>0.44</b>	<b>0.43</b>	<b>0.70</b>	1.00	<b>0.94</b>	<b>0.35</b>	<b>0.30</b>
Test Grade	<b>0.33</b>	<b>0.54</b>	<b>0.40</b>	<b>0.40</b>	<b>0.26</b>	<b>0.46</b>	<b>0.31</b>	<b>0.39</b>	<b>0.39</b>	<b>0.70</b>	<b>0.94</b>	1.00	<b>0.29</b>	<b>0.26</b>
AG	<b>0.37</b>	0.10	0.16	0.18	0.05	0.21	<b>0.28</b>	0.17	0.09	<b>0.29</b>	<b>0.35</b>	<b>0.29</b>	1.00	<b>0.64</b>
MA	<b>0.39</b>	-0.02	<b>0.24</b>	0.12	0.07	0.18	<b>0.41</b>	0.05	0.02	<b>0.29</b>	<b>0.30</b>	<b>0.26</b>	<b>0.64</b>	1.00

Составлено авторами

Видим значимую положительную ранговую корреляцию между EGE и S, что подтверждает нашу гипотезу об их положительной ассоциированности. Однако связь между ними недостаточно тесная. Это может быть вызвано различным набором заданий ЕГЭ и теста. Если в ЕГЭ не входит, к примеру, задание «упростить выражение» (Z3), то и навыки решения таких задач, умения оперировать формулами сокращенного умножения. грамотно и

рационально проводить сложные алгебраические преобразования утрачиваются. Для успешной сдачи ЕГЭ нужно уметь решать строго обозначенный круг задач и тратить время на другие задачи, с точки зрения школьных учителей и самих учеников, нецелесообразно. Если в тестовые задания были бы включены задания только из открытого банка ЕГЭ, то связь между результатами ЕГЭ и теста была бы более существенной.

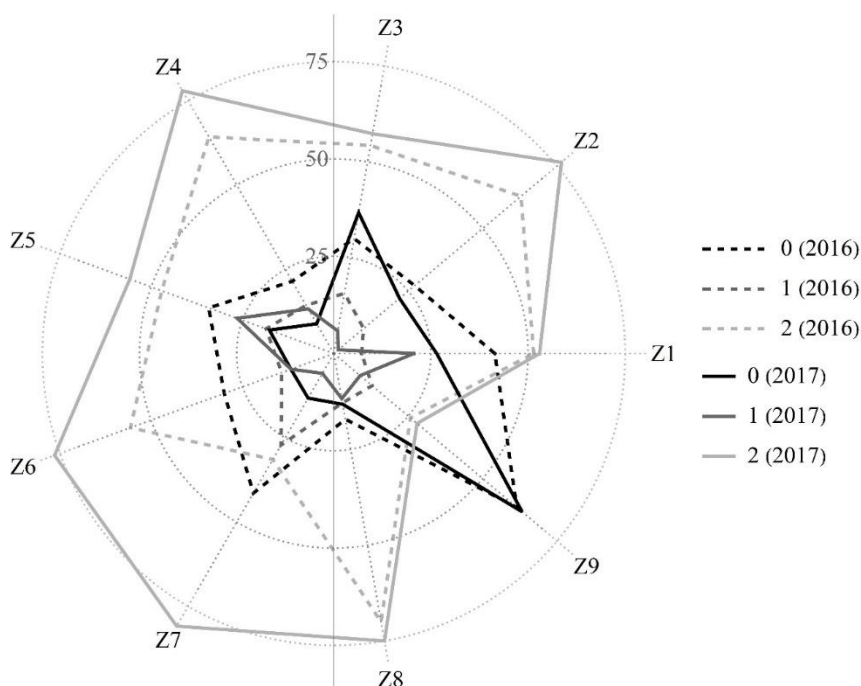
#### 4. Анализ результатов, показанных студентами по каждой из задач

Отметим также следующие интересные моменты. На сумму баллов за тест самое сильное влияние оказывают баллы, набранные за задачу Z9. Напомним, Z9 – стереометрическая задача. При решении этой задачи студент должен показать не только наличие пространственного воображения и знаний конкретных положений и формул стереометрии, но и продемонстрировать умение логически мыслить, сопоставлять различные факты, выбирать из множества различных возможных путей оптимальный. Иными словами, учащийся должен обладать творческой компетенцией.

В 2016 году также было сильное влияние баллов за задачи Z5, Z7 и Z8 (по убыванию силы связи). В 2017 году ситуация изменилась. Самое сильное влияние оказывают баллы за задачу Z1, затем идут задачи Z7 и Z8, но их вклад существенно ниже, чем в 2016 году, остальные же задачи вносят примерно одинаковый вклад в общую сумму.

С баллами за ЕГЭ наиболее сильно связаны задачи Z5 и Z7 (особенно в 2016 году), влияние остальных задач в двух периодах различно. В 2016 году ожидаемо сильная связь между баллами за ЕГЭ и баллами за задачу Z9. В 2017 году этой тенденции не наблюдается. В 2017 году на сумму баллов по ЕГЭ оказывала задача Z6, хотя в 2016 году ее влияние было в пределах статистической погрешности.

Далее перейдем к анализу баллов, набранных за отдельные задачи. На диаграмме ниже (рис. 4) изображены проценты набранных баллов по каждой из задач в 2016 и 2017 годах.



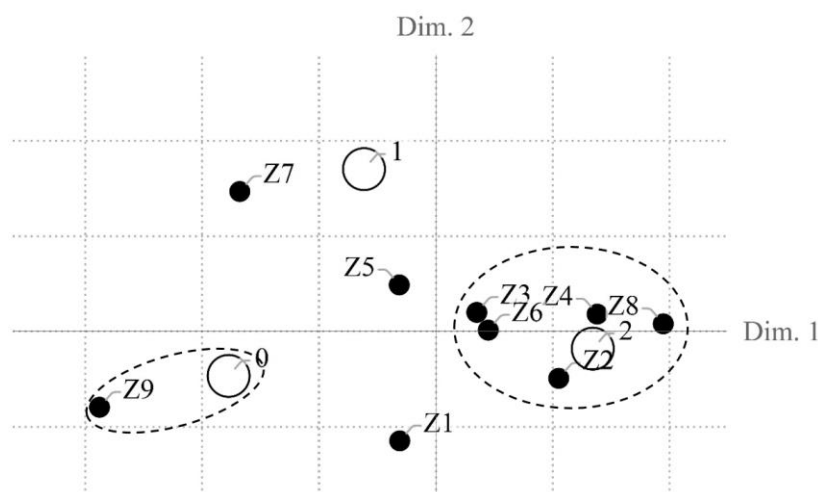
**Рисунок 4.** Проценты набранных баллов по каждой из задач в 2016 и 2017 годах (составлено авторами)



Как видно из приведенного графика, в 2017 году студенты справились со всеми задачами несколько лучше, чем в 2016. Значительные улучшения произошли в решении задач Z6 и Z7. Эти задачи проверяют знания свойств элементарных функций и их графиков, что особо важно для первых шагов успешного освоения высшей математики. Отметим отдельно задачу Z9, выделяющуюся на фоне остальных низким уровнем показанных студентами результатов. Это еще раз подтверждает слабую геометрическую подготовку школьников. Стоит отметить относительно плохие результаты решения задачи Z1 (тригонометрическое уравнение), несмотря на то что для получения высоких баллов ЕГЭ необходимо за тригонометрическое уравнение (задача 13 ЕГЭ) иметь максимальный балл. Однако успешное решение данного задания в ЕГЭ требует владение 3-4 формулами, которые имеются в качестве справочного материала в выдаваемом школьнику на экзамене варианте ЕГЭ по математике. Особое удивление вызывает наличие там основного тригонометрического тождества. Каких же знаний следует ждать от студентов при таких условиях сдачи ЕГЭ?

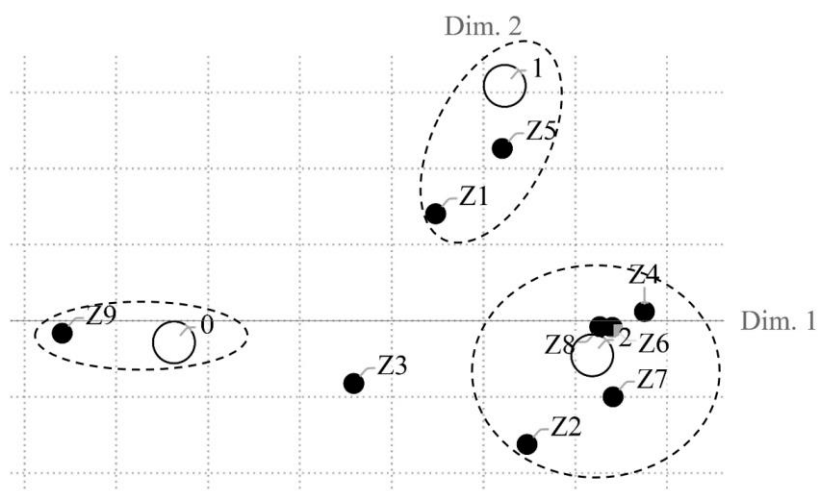
Для классификации задач по степени успешности их решения воспользуемся анализом соответствий.

На рис. 5 приведена карта анализа соответствий между набранными баллами и задачами, полученными студентами в 2016 году. Ось 1 (Dim. 1) можно интерпретировать как «Баллы за задачи». Ось 2 (Dim. 2) не имеет такой же простой интерпретации. В данной карте мы видим формирование двух четких кластеров задач по уровню их решения, выделенных пунктирными линиями. Баллы за задачи Z1 и Z5 имеют статистически незначимые коэффициенты корреляции с горизонтальной осью (Dim. 1) и растягивают вертикальную ось (Dim. 2) вместе с точкой, соответствующей результату в 1 балл за задачу, в противоположных направлениях. Задача Z1, не вошедшая ни в один из кластеров, равноудалена от точек 0 и 2. Это связано с тем, что почти все студенты получили за нее 0 или 2 балла (см. рис. 4). Задача Z5 равноудалена от всех трех точек.



**Рисунок 5.** Карта анализа соответствий между набранными баллами и номерами задач в 2016 году; вклад осей: Dim. 1 (80 % инерции), Dim. 2 (20 % инерции) (составлено авторами)

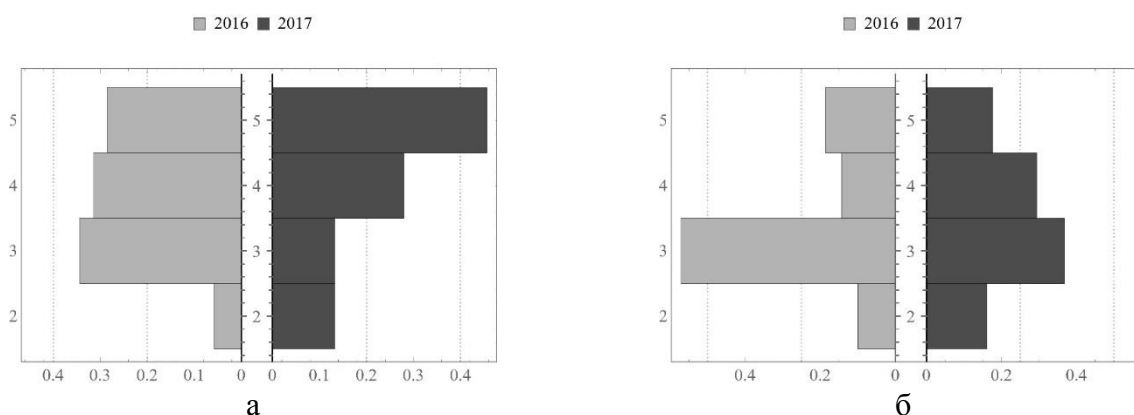
Обратимся к аналогичному исследованию в 2017 году (рис. 6). Интерпретация осей остается та же, что и в 2016 году, но данные сгруппированы несколько иначе. Имеется 3 кластера, сформированных по уровню решения задач (выделены пунктирными линиями). Распределение баллов за задачи Z2, Z4, Z6, Z8 и Z9 остается тем же. Существенные изменения отмечены в результатах решения задачи Z7, которая переместилась в кластер, сформированный вокруг точки, соответствующей двум баллам за задачу. Точка Z3 теперь равноудалена от точек 0 и 2, хотя результаты решения этой задачи стали несколько лучше. Также небольшие изменения есть в положении точки Z1, которая равноудалена от всех трех точек 0, 1 и 2.



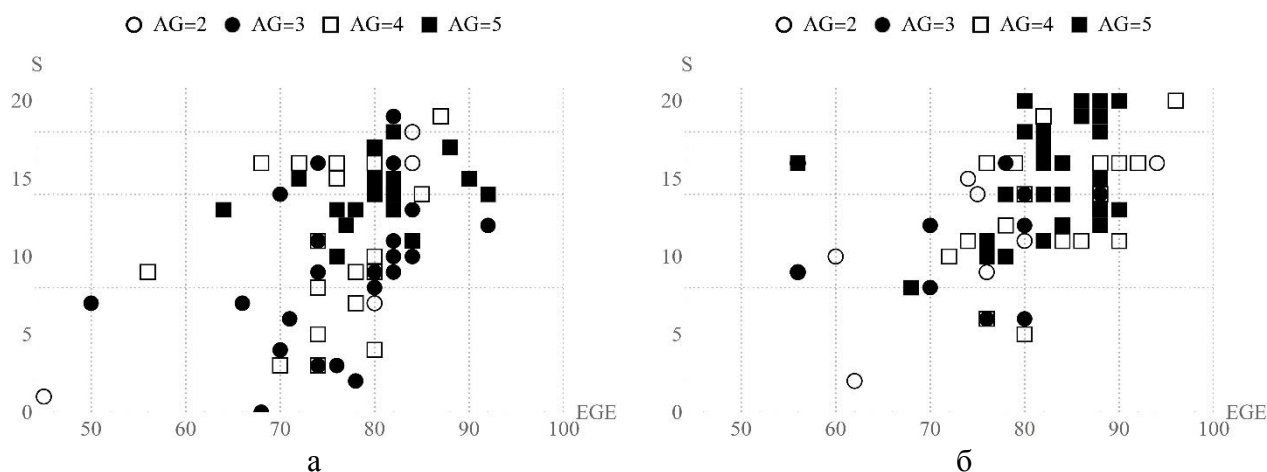
**Рисунок 6.** Карта анализа соответствий между набранными баллами и номерами задач в 2017 году; вклад осей: Dim. 1 (74 % инерции), Dim. 2 (26 % инерции) (составлено авторами)

### 5. Анализ связи баллов за тест, результатов ЕГЭ и оценок в первую экзаменационную сессию

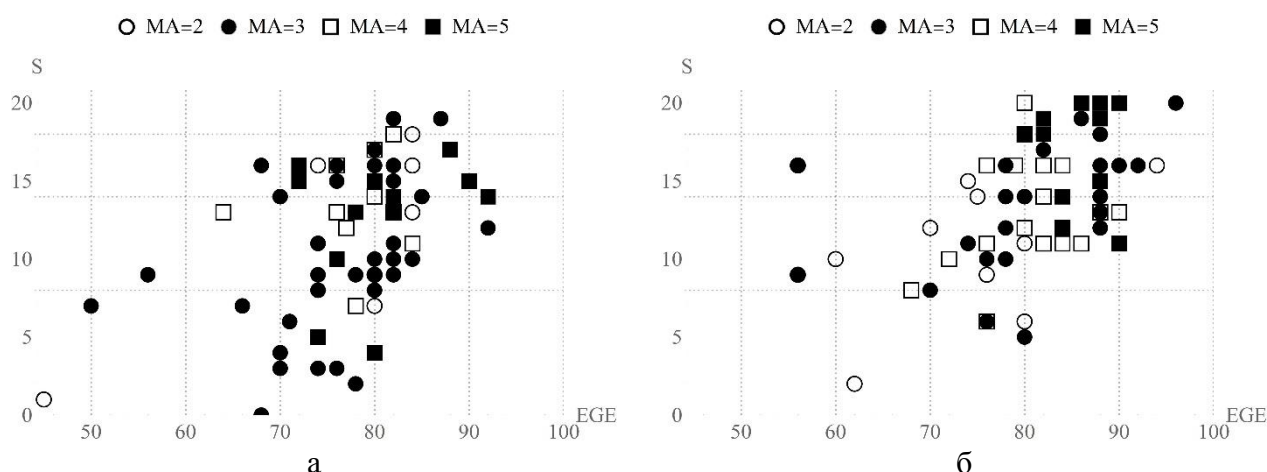
Теперь перейдем к анализу экзаменационных оценок в первую сессию. Ниже представлены гистограммы полученных оценок по аналитической геометрии (рис. 7а) и математическому анализу (рис. 7б). Из рисунков видно, что процент неудовлетворительных оценок по обоим предметам достаточно высок. Причины этой тенденции рассмотрены, например, в работе [24]. Успехи студента зависят не только от знаний, полученных в школе, но также от его личностных качеств, готовности обучаться в вузе, умения самостоятельно изучать обширный фактический материал, адаптации в студенческой группе, бытовых условий студента и многих других причин [25]. Значимую роль играет организация учебного процесса в вузе, направленная на повышение мотивации в обучении [26; 27]. В работе [3] отмечены аналогичные результаты. Там высказано предположение о том, что «ЕГЭ по профильным предметам измеряет скорее фактические знания выпускников, сформированные в школе навыки, а не общее понимание предмета и способности абитуриента к деятельности в конкретной области науки, т. е. это скорее тесты знаний, а не тесты способностей».



**Рисунок 7.** Гистограммы оценок по аналитической геометрии (а) и по математическому анализу (б) (составлено авторами)



**Рисунок 8.** Диаграммы для значений баллов за ЕГЭ (EGE) и баллов за тест S в 2016 (а) и 2017 (б) годах в сравнении с оценками по аналитической геометрии (AG) (составлено авторами)



**Рисунок 9.** Диаграммы для значений баллов за ЕГЭ (EGE) и баллов за тест S в 2016 (а) и 2017 (б) годах в сравнении с оценками по математическому анализу (МА) (составлено авторами)

В 2016 году отмечена значимая статистическая связь оценки по аналитической геометрии с суммой баллов за тест S и задачами Z8, Z9 (таблица 4). Аналогичный вывод можно сделать из рис. 8а, согласно которому только 1 студент с неудовлетворительной оценкой за тест получил оценку «отлично» по аналитической геометрии. Оценка по математическому анализу не связана с результатами, показываемыми по отдельным задачам (таблица 4). Из рис. 9а мы видим, что неудовлетворительные оценки по математическому анализу получили студенты, успешно написавшие тест и имеющие достаточно высокие баллы за ЕГЭ. Интересно, что баллы за ЕГЭ не оказывают значимого влияния на результаты экзаменов по математическому анализу и аналитической геометрии.

В 2017 году ситуация другая. Связь оценок на экзаменах с результатами ЕГЭ статистически значима и несколько больше, чем связь с суммой баллов за тест. Сильное влияние на результаты экзаменов оказывают баллы, набранные за задачи Z6 и Z9. При этом в обоих периодах отмечается сильная связь между экзаменационными оценками по обеим дисциплинам. Оценки «хорошо» и «отлично» по обеим дисциплинам преимущественно получают студенты, успешно написавшие тестовую работу.

## 6. Обсуждение результатов

В отличие от предшествующих исследований [1; 3-8; 11; 27] в данной работе установлены показатели взаимных связей между несколькими компонентами: результатами ЕГЭ по профильной математике, теста по проверке остаточных знаний по указанному предмету у первокурсников технического вуза, их успеваемости по математическому анализу и аналитической геометрии по итогам первой сессии, а также проведен статистический анализ их связей с результатами, полученными по отдельным темам и задачам входного теста.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- имеется положительная ранговая корреляция между результатами ЕГЭ и теста остаточных знаний, что подтверждает нашу гипотезу об их положительной ассоциированности;
- наличие большого числа студентов, не справившихся с тестом на проверку остаточных знаний и имеющих при этом более 80 баллов по ЕГЭ, указывает на их «натасканность» на решение определенного круга задач, входящих в ЕГЭ, отсутствие глубоких знаний предмета, что может помешать их успешной учебе в вузе;
- решение задач по геометрии вызывает у выпускников школ значительные трудности, что затем сказывается на успеваемости в первом семестре, особенно по аналитической геометрии;
- оценки «хорошо» и «отлично» по дисциплинам «Аналитическая геометрия» и «Математический анализ» преимущественно получают студенты, успешно написавшие тестовую работу;
- связь оценок за экзамены по математическим дисциплинам в первую сессию с результатами ЕГЭ зависит от набора студентов;
- имеется значимая связь баллов, полученных за решение стереометрической задачи, с учебными достижениями по математическим дисциплинам в первую сессию.

## Заключение

Абитуриенты, имеющие высокие баллы ЕГЭ, часто имеют поверхностные знания предмета и не могут решить задания базового уровня, предлагаемые им при входном тестировании. Необходимо расширять тематику заданий ЕГЭ, дабы не сводить подготовку к экзамену к механическому заучиванию алгоритма решения ограниченного круга задач. ЕГЭ по профильному предмету должен не только оценивать знания, но и способности, творческий потенциал учащегося, склонность к наукам выбранной специальности.

Проведение тестирования остаточных знаний, вновь поступивших в вуз, является весьма полезным мероприятием, поскольку:

- разбор предложенных тестовых задач позволяет скорректировать уровень знаний учащихся;
- тест позволяет внести некоторые исправления в существующие методические подходы к организации процесса обучения;
- анализ итогов тестирования позволяет разработать стратегию индивидуального подхода к образовательному процессу учащихся;

- статистический анализ результатов входного тестирования дает возможность спрогнозировать успеваемость в первом семестре, принять соответствующие меры для ее улучшения;
- критически настроенный учащийся оценит свой результат, придет к осмыслению существующих пробелов в своих знаниях и сформирует действия, направленные на их исправления.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Евдокимова Г.С., Делеговская Т.В. Оценка связи успеваемости студентов на первом году обучения и результатов ЕГЭ // Исследования в области естественных наук. 2015. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://science.snauka.ru/2015/06/10194> (дата обращения: 08.06.2018).
2. Мартынов Г.П. Сравнительный анализ баллов ЕГЭ по математике и успеваемости студентов в первом семестре // Актуальные вопросы образования. 2015. № 1. С. 159-163.
3. Хавенсон Т.Е., Соловьева А.А. Связь результатов Единого государственного экзамена и успеваемости в вузе // Вопросы образования. 2014. № 1. С. 176-199.
4. Щеголева Л.В., Суровцова Т.Г. Результаты ЕГЭ и успеваемость студентов первого курса // Непрерывное образование: XXI век. 2015. Выпуск 4 (12), DOI: 10.15393/j5.art.2015.2946.
5. Чернышова Н.А. Связь результатов ЕГЭ и академических успехов студентов в сельскохозяйственном вузе // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки, 2017, № 1 (45), с. 171-177.
6. Польшин О.В. Прогнозирование успеваемости в вузе по результатам ЕГЭ // Прикладная эконометрика. 2011. № 1 (21). С. 56-69.
7. Замков О.О., Пересецкий А.А. ЕГЭ и академические успехи студентов бакалавриата МИЭФ НИУ ВШЭ // Прикладная эконометрика. 2013. № 30 (2). С. 93-114.
8. Карташева Н.А., Нестерова Е.А., Лазарев В.М. Исследование взаимосвязи успеваемости студентов по теоретическим основам химии, математическому анализу и линейной алгебре с результатами единого государственного экзамена. Успехи в химии и химической технологии. 2007. Т. 21. № 11 (79). С. 77-79.
9. Moradi F., Amiripour P. (2017) The Prediction of the Students' Academic Underachievement in Mathematics Using the DEA model: A Developing Country Case Study // European Journal of Contemporary Education, Vol. 6(3), P. 432-447. DOI: 10.13187/ejced.2017.3.432.
10. Mayer R.V. (2017) Assimilation and Forgetting of the Educational Information: Results of Imitating Modelling // European Journal of Contemporary Education, Vol. 6(4), P. 739-747. DOI: 10.13187/ejced.2017.4.739.
11. Крашенинникова Ю.В., Смирнова В.А., Бровкина Л.А. Статистический анализ динамики успеваемости студентов. Современное образование: содержание, технологии, качество. 2012. Т. 2. С. 172-173.
12. Агранович М.Л. Возможности анализа образовательных систем на основе результатов ЕГЭ // Вопросы образования. 2004. № 2. С. 272-287.
13. Меженная Н.М., Солдатенко И.Г. Сравнительный анализ результатов обучения студентов в первом семестре в зависимости от способа поступления // Мир науки. 2017. Т. 5, № 6. С. 1-8. <https://mir-nauki.com/PDF/01PDMN617.pdf>.
14. Шафир М.А. Анализ соответствий: представление метода // Социология: Методология, методы, математическое моделирование. 2009. № 28. С. 29-44.

15. Власова Е.А., Меженная Н.М., Попов В.С., Пугачев О.В. Использование математических пакетов в рамках методического обеспечения вероятностных дисциплин в техническом университете // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: физика-математика. 2017. № 4. С. 114-128. <http://vestnik-mgou.ru/Articles/View/11519>. DOI: 10.18384/2310-7251-2017-4-114-128.
16. Gonda, D., Tirpakova, A. (2018) A new teaching method aimed at eliminating the causes of students' unsuccessful algorithmic problem solving with parameter // Problems of Education in the 21st Century. Vol. 76(4), P. 499-519. <http://oaji.net/articles/2017/457-1533495680.pdf>.
17. Mezhennaya N.M. Improving methodology to teaching the theory of random processes with Wolfram Mathematica // IOSR Journal of Research & Method in Education. 2018. V. 8. № 5. P. 16-24. DOI: 10.9790/7388-0805041624.
18. Patterson B.F., Mattern K.D., Kobrin J.L. (2009) Validity of the SAT for Predicting FYGPA: 2007 SAT Validity Sample. Statistical Report No. 2009-1.
19. Kobrin J.L., Patterson B.F., Shaw E.J., Mattern K.D., Barbuti S.M. (2008) Validity of the SAT for Predicting First-Year College Grade Point Average. Research Report No. 2008-5. <http://research.collegeboard.org/publications/content/2012/05/validity-sat-predicting-first-year-college-grade-point-average>.
20. Radunzel J., Noble J. (2012) Predicting Long-Term College Success through Degree Completion Using ACT Composite Score, ACT Benchmarks, and High School Grade Point Average. ACT Research Report Series. No. 2012-5. Iowa City: ACT Inc.
21. Allen J., Robbins S., Casillas A., Oh I.-S. (2008) Third-Year College Retention and Transfer: Effects of Academic Performance, Motivation, and Social Connectedness // Research in Higher Education. Vol. 49. P. 647-664.
22. Kuncel N.R., Hezlett S.A. (2007) Standardized Tests Predict Graduate Students Success // Science. Vol. 315. No. 5815. P. 1080-1081.
23. Власова Е.А. Системные ошибки школьного обучения при освоении программ высшей математики на младших курсах технического вуза // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2015. № 12 <http://technomag.neicon.ru/doc/827936.html>.
24. Палий Н.Ю., Халявка М.А. Анализ причин невысокого уровня успеваемости среди студентов младших курсов // Альманах мировой науки. 2016. № 4-2 (7). С. 104-105.
25. Попов Д.С., Тюменева Ю.А., Кузьмина Ю.В. Типологизация первокурсников Москвы: кто поступает в столичные вузы? // Вопросы образования. 2013. № 1. С. 205-231.
26. Власова Е.А., Грибов А.Ф., Попов В.С., Латышев А.В. Развитие мотивационных стимулов обучения в рамках модульно-рейтинговой системы организации учебного процесса // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: физика-математика. 2014. № 1. С. 48-53.
27. Власова Е.А., Попов В.С. Инновационные методы и технологии обучения математике в техническом вузе // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: физика-математика. 2017. № 1. С. 100-112. DOI: 10.18384/2310-7251-2017-1-101-112.
28. Иванюшина В.А., Александров Д.А., Мусабилов И.Л. Структура академической мотивации: ожидания и субъективные ценности освоения университетского курса // Вопросы образования. 2016. № 4. С. 229-250. DOI: 10.17323/1814-9545-2016-4-229-250.

**Vlasova Elena Aleksandrovna**

Bauman Moscow state technical university, Moscow, Russia  
E-mail: elena.a.vlasova@yandex.ru

**Mezhennaya Natalia Mikhailovna**

Bauman Moscow state technical university, Moscow, Russia  
E-mail: Natalia.mezhennaya@gmail.com

**Popov Vladimir Semenovich**

Bauman Moscow state technical university, Moscow, Russia  
E-mail: vspopov@bk.ru

## **Comparative analysis of the results of the USE, test for left-over knowledge and academic performance of first year students on mathematics**

**Abstract.** The paper presents a comparative analysis of the results of the USE on profession-oriented mathematics, a test for left-over knowledge of the subject of first year students in technical university and their academic performance at the first end-of-semester exams in Calculus and Analytical Geometry by methods of mathematical statistics. Statistical analysis of dependencies is performed both on the final test scores and also on specific topics and tasks. There is a positive rank correlation between the USE and the left-over knowledge test results. At the same time, there is a large number of students, who did not cope with the test for left-over knowledge, and with more than 80 points on the USE. Possible causes of this phenomenon are analyzed. The sections and themes of school mathematics, which cause the greatest difficulties for first-year students, are revealed as a result of testing. In particular, such topics include trigonometry, carrying out algebraic transformations of expressions with powers and arithmetic roots, properties of elementary functions and their graphs. The results of the research show that solving problems in geometry causes impactful problems for school leavers, which affects their academic performance in the first semester, especially in Analytical Geometry. High performance in mathematical disciplines is mainly demonstrated by students who have successfully written the test job. The performed analysis establishes a significant association between the scores obtained for solving the solid geometry problem and the academic performance in mathematical disciplines in the first end-of-semester exams. The explicit linkage between the exams grades in mathematical disciplines in the first semester and the results of the USE was not found.

**Keywords:** statistical analysis; Unified State Exam; profile mathematics; technical university; testing; left-over knowledge; academic performance