

DOI 10.20310/1810-0201-2020-25-189-23-30
УДК 37.022+519.25

Использование многофункциональных статистических критериев в разработке технологических аспектов самопроектирования учебно-профессиональной деятельности студентов

Татьяна Анатольевна ЕРИНА, Наталья Николаевна МОТЬКИНА

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

308015, Российская Федерация, г. Белгород, ул. Победы, 85

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4968-6480>, e-mail: erina@bsu.edu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4535-7973>, e-mail: motkina@bsu.edu.ru

The use of multifunctional statistical criteria in the development of technological aspects of self-design of students' educational and professional activities

Tatyana A. ERINA, Natalya N. MOTKINA

Belgorod State National Research University

85 Pobedy St., Belgorod 308015, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4968-6480>, e-mail: erina@bsu.edu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4535-7973>, e-mail: motkina@bsu.edu.ru

Аннотация. Исследователям в области гуманитарных наук практически всегда приходится сталкиваться с задачей статистической обработки результатов и их интерпретацией. Это достаточно трудоемкая и кропотливая работа, которая может быть во многом упрощена за счет использования многофункциональных статистических критериев. В рамках исследования, связанного с проблемой самопроектирования учебно-профессиональной деятельности студентов, проведен анализ эффективности введения технологических элементов с помощью многофункциональных критериев: ϕ^* критерия – углового преобразования Фишера и биномиального критерия m . Выявлена статистическая значимость результатов введения на определенном этапе технологии практикума, который дает возможность изучения и применения элементов самоменеджмента в учебно-профессиональной деятельности студентов. В перспективных целях предложено создание автоматизированной системы, реализующей выбор соответствующего решаемой задачи критерия и проверку выдвинутой исследователем статистической гипотезы.

Ключевые слова: многофункциональные критерии; технология; самопроектирование; самоменеджмент; эффективность

Для цитирования: Ерина Т.А., Мотькина Н.Н. Использование многофункциональных статистических критериев в разработке технологических аспектов самопроектирования учебно-профессиональной деятельности студентов // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. Тамбов, 2020. Т. 25, № 189. С. 23-30. DOI 10.20310/1810-0201-2020-25-189-23-30

Abstract. Researchers in the humanities almost always have to deal with the problem of statistical processing of results and their interpretation. This is a rather laborious and painstaking work, which can be greatly simplified through the use of multifunctional statistical criteria. Within the framework of the study related to the problem of self-design of educational and professional activities of students, the analysis of the effectiveness of the introduction of technological elements using multifunctional criteria was carried out: ϕ^* criterion – Fisher's angular transformation and binomial criterion m . The statistical significance of the results of the introduction at a certain stage of the technology of the workshop is revealed, which makes it possible to study and apply the elements of self-management in the educational and professional activities of students. For promising

purposes, it is proposed to create an automated system that implements the selection of the appropriate criterion for the problem to be solved and the verification of the statistical hypothesis put forward by the researcher.

Keywords: multifunctional criteria; technology; self-design; self-management; efficiency

For citation: Erina T.A., Motkina N.N. Ispol'zovaniye mnogofunktsional'nykh statisticheskikh kriteriyev v razrabotke tekhnologicheskikh aspektov samoproektirovaniya uchebno-professional'noy deyatel'nosti studentov [The use of multifunctional statistical criteria in the development of technological aspects of self-design of students' educational and professional activities]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye nauki – Tambov University Review. Series: Humanities*, 2020, vol. 25, no. 189, pp. 23-30. DOI 10.20310/1810-0201-2020-25-189-23-30 (In Russian, Abstr. in Engl.)

Зачастую результаты исследований в области гуманитарных наук подвергаются сомнениям лишь на том основании, что они не подтверждаются статистически или не интерпретированы с помощью математической модели. В настоящее время принято применять математические методы и модели практически во всех областях наук, хотя это не всегда обосновано и может привести «...к опасному... представлению о том, что всякое явление обязано иметь математическую модель. Это представление тем опаснее, что оно часто считается само собой разумеющимся» (А.М. Молчанов, 1978, с. 4).

В то же время некоторые разделы научных знаний в силу своей особенности не могут использовать собственные точные формально-логические способы построения и обработки результатов исследований. Поэтому привлечение математического аппарата зачастую является полезным и даже необходимым, так как систематизирует информацию, позволяя устанавливать закономерности, которые не всегда очевидны.

Педагогика и психология – это науки, не имеющие собственных единиц измерения, строгих абстрактно-логических методов и моделей, поэтому вынуждены их заимствовать у математики. Основополагающим принципом педагогики и психологии является получение знаний о процессах, происходящих в прошлом или настоящем, а также тщательное и глубокое изучение их сути. Эффективным инструментом для реализации этого принципа являются математические методы, услужливо и бескорыстно предоставляемые математикой.

С формально-логической точки зрения, психолого-педагогические явления можно охарактеризовать параметрами, которые представляют собой признаки и переменные. Математическая статистика такие параметры

расценивает как случайные величины, потому что неизвестно, какое значение они примут в том или ином испытании. Как правило, при статистической обработке значений признака приходится прибегать к помощи статистических критериев, дабы проверить возникающие у исследователя гипотезы [1].

Статистические критерии подразделяются на параметрические и непараметрические. В гуманитарных исследованиях используются как одни, так и другие.

Многие исследователи в своих работах часто обращаются к услугам многофункциональных статистических критериев. И это не случайно, так как они удобны, легки и результативны. Эти критерии могут использоваться при наличии различных данных и выборок, причем данные могут быть представлены в любой шкале. Также многофункциональные критерии позволяют исследовать и разные выборки испытуемых, и показатели одной и той же выборки. Более того, названные критерии имеют возможность использования «демократичных» границ выборок – от 5 (даже 2) наблюдений до очень большого числа наблюдений.

К наиболее часто используемым многофункциональным критериям относятся: критерий углового преобразования Фишера – « ϕ^* критерий» и биномиальный критерий m .

Названные критерии построены на сопоставлении долей признака. По своей сути критерии отвечают на вопрос: какая доля наблюдений в выборке обладает нужным эффектом и какая доля не обладает этим эффектом? Отметим, что эффектами могут выступать: качественно определяемые признаки, количественно измеряемые признаки, а также уровень и распределение признака. Таким образом, многофункциональные критерии в результате сведения различных данных к альтернативной шкале решают основ-

ные задачи сопоставлений: сравнение «уровней», оценки «сдвигов» и сравнения распределений [2].

В наших исследованиях, связанных с проблемой самопроектирования, ранее была разработана технология обучения студентов вуза самопроектированию учебно-профессиональной деятельности. Эта технология представлена тремя последовательными этапами: проблемно-рефлексивного анализа, логико-смыслового проектирования, контрольно-коррекционной регуляции [3]. В ее рамках были предложены различные спецкурсы, тренинги, где студенты обучались планированию учебно-профессиональной деятельности, самоанализу, самоактуализации.

Реализация названной технологии и дальнейшие исследования проблемы показали, что достаточно большое количество студентов не обладают навыками самопроектирования учебно-профессиональной деятельности. Здесь имеется в виду то, что под самопроектированием учебно-профессиональной деятельности мы понимаем индивидуальную деятельность студента, направленную на построение собственной траектории обучения на основе рефлексии личностных качеств и персональных достижений, обладающую признаками проблемной самоидентификации, структурно-логической упорядоченности, иерархичности, объектности, контекстности, перспективности [3]. То есть у большинства студентов практически отсутствуют навыки выстраивания траектории развития своей учебно-профессиональной деятельности; они не умеют четко организовывать свою деятельность, время и пространство для ее осуществления.

В связи с этим на этапе контрольно-коррекционной регуляции вышеназванной технологии был организован практикум по управлению учебно-профессиональной деятельностью и временем.

Основная задача такого практикума заключалась в привитии студентам навыков самоменеджмента.

Индивидуальный самоменеджмент (другими словами: организация, управление собственным временем и собственной деятельностью) осуществляется на основе личностного саморазвития. В основе «технологичности» индивидуального самоменеджмента лежат следующие установки:

субъект управления → сам студент
(кто управляет)

объект управления → сам студент
(кем управляет)

предмет управления → знания, умения,
(чем управляет) способности

цель → оптимизировать
(для чего) достижение целей

мотивация → внутренняя: желание
(почему) стать успешнее [4].

После проведения определенного количества практических занятий, тренингов (в рамках предложенного практикума) была поставлена задача – оценить эффективность проведенной работы и достижений студентов в заданном направлении. Для обработки результатов наблюдений и дальнейшей корректировки исследовательской работы нами были использованы многофункциональные статистические критерии.

Достаточно часто и успешно в нашей работе был использован критерий ϕ^* – *угловое преобразование Фишера*. В процессе работы учитывались следующие ограничения:

- сопоставляемые доли не могут быть равны нулю, так как результат мог оказаться сильно завышенным;
- верхний предел выборки может быть не ограничен;
- нижний предел выборки – не менее 2-х наблюдений, но при этом должны соблюдаться определенные соотношения [5].

Для критерия ϕ^* характерным является выдвижение следующих гипотез:

H_0 : доля испытуемых, у которых наблюдается исследуемый эффект, в выборке 1 не больше, чем в выборке 2;

H_1 : Доля лиц, у которых наблюдается исследуемый эффект, в выборке 1 больше, чем в выборке 2.

В представленной ниже задаче (№ 1) мы сравниваем процент испытуемых, активно применяющих элементы самоменеджмента в учебно-профессиональной деятельности, в одной выборке, с процентом испытуемых в другой выборке.

Нас интересует, различаются ли две группы студентов по успешности применения элементов самоменеджмента в учебно-

профессиональной деятельности? В первой группе (экспериментальной) из 22 человек используют в работе элементы самоменеджмента 14 человек, а во второй группе (контрольной) из 26 человек – 10. В первой группе процентная доля таких студентов составляет $14/22 \times 100 \% = 63,6 \%$, а во второй $10/26 \times 100 \% = 38,5 \%$. Различаются ли эти доли достоверно при данных объемах выборок? Заметим, что в первой группе был проведен практикум, где студенты осваивали методы и приемы управления учебно-профессиональной деятельностью и временем, затраченным на эту деятельность, во второй – не был.

На первый взгляд, разница между 63,6 и 38,5 % достаточно велика. Однако можем ли мы утверждать достоверность этой разницы на самом деле?

Выполним проверку с помощью φ^* критерия. Будем считать «эффектом» успешное применение элементов самоменеджмента в учебно-профессиональной деятельности, а отсутствие эффекта – не применение их вообще.

Пусть H_0 : доля студентов, использующих элементы самоменеджмента, в первой группе не больше, чем во второй группе.

H_1 : доля студентов, использующих элементы самоменеджмента, в первой группе больше, чем во второй группе.

Построим таблицу, являющуюся таблицей эмпирических частот по двум значениям признака «есть эффект» – «нет эффекта» (табл. 1).

Используя Таблицы критических значений XII [6], найдем величины φ , которые соответствуют долям в каждой из групп.

$$\varphi_1(63,6 \%) = 1,850; \varphi_2(38,5 \%) = 1,339.$$

Подсчитаем эмпирическое значение φ^* по формуле:

$$\varphi^* = (\varphi_1 - \varphi_2) \sqrt{\frac{n_1 \times n_2}{n_1 + n_2}}.$$

Получаем:

$$\varphi^*_{\text{эмп}} = (1,850 - 1,339) \sqrt{\frac{22 \times 26}{22 + 26}} = 1,76.$$

Далее по Таблице критических значений XIII [6] определим уровень значимости для $\varphi^*_{\text{эмп}} = 1,76$: $p = 0,039$.

Критическое значение $\varphi^*_{\text{кр}} = 1,64$ ($p \leq 0,05$). $\varphi^*_{\text{эмп}} = 1,76$. Получили: $1,76 > 1,64$, то есть $\varphi^*_{\text{эмп}} > \varphi^*_{\text{кр}}$. Это означает: полученное эмпирическое значение φ^* находится в зоне значимости.

Результатом решения этой задачи являются следующие утверждения: а) H_0 отвергается (принимается альтернативная гипотеза H_1); б) доля студентов, использующих элементы самоменеджмента, в первой группе достоверно больше, чем во второй группе.

Следующее применение критерия φ^* дало нам возможность сопоставить выборки по количественно представленному признаку. Здесь мы сравнили процент студентов одной выборки, которые достигают определенного уровня значения признака, с процентом студентов, находящимся на этом уровне в другой выборке.

В нашем исследовании участвуют студенты контрольной группы, которые «стихийно» (не целенаправленно) занимаются самопроектированием учебно-профессиональной деятельности, и студенты экспериментальной группы, которые обучаются различным элементам самоорганизации, самоменеджмента и целенаправленно занимаются самопроектировочной деятельностью. Из контрольной группы было отобрано 10 студентов, использующих элементы самопроектирования в учебно-профессиональной дея-

Таблица 1

Показатели эмпирических частот по значениям признака «есть эффект» – «нет эффекта»

Показатели	«Есть эффект»			«Нет эффекта»			Суммы
	Количество испытуемых	Доля, %	–	Количество испытуемых	Доля, %	–	
1 группа	14	63,6	А	8	36,4	Б	22 (n_1)
2 группа	10	38,5	В	16	61,5	Г	26 (n_2)
Сумма	24	–	–	24	–	–	48

тельности. Из экспериментальной группы отобрано 12 студентов, которые также занимаются самопроектировочной деятельностью. Была поставлена задача (№ 2): определить, различаются ли контрольная и экспериментальная группы по показателю времени в сутки, которое они тратят на самоорганизацию (самоменеджмент). Заметим, что под самоорганизацией (самоменеджментом) мы понимаем такую деятельность студента, как анализ «полезной» деятельности и дневных затрат времени; составление аналитической карты, связанной с изучением эффективности личной деятельности; заполнение дневника помех, выявление и формулировка целей; планирование дня и т. д.

Будем считать время в 30 мин как критическое и полагать, что если выбранное испытуемым время меньше или равно 30 мин, то «эффект есть», а если выбранное время больше 30 мин, то «эффекта нет» (табл. 2).

Примем следующую формулировку гипотез:

H_0 : Доля студентов, которые тратят время $t \leq 30$ мин, в контрольной группе не больше, чем в экспериментальной группе;

H_1 : Доля студентов, которые тратят время $t \leq 30$ мин, в контрольной группе больше, чем в экспериментальной группе.

Данные занесем в табл. 3.

Используя Таблицы критических значений [6], найдем величины ϕ , которые соответствуют долям «эффекта» в каждой из групп.

$$\phi_1(80\%) = 2,214; \phi_2(25\%) = 1,047.$$

Подсчитаем эмпирическое значение ϕ^* по формуле:

$$\phi^*_{\text{эм}} = (2,214 - 1,047) \sqrt{\frac{10 \times 12}{10 + 12}} = 2,61,$$

$2,61 > 2,31$, то есть, $\phi^*_{\text{эм}} > \phi^*_{\text{кр}}$ причем доверительная вероятность $p \leq 0,01$. Это означает: полученное эмпирическое значение ϕ^* находится в зоне значимости.

Таким образом, H_0 отвергается, H_1 принимается. Доля студентов, которые тратят время $t \leq 30$ мин, в контрольной группе больше, чем в экспериментальной группе.

Решение этой задачи позволяет сделать заключение о том, что студенты контрольной

группы тратят на самоорганизацию в основном не более 30 мин в сутки, а студенты экспериментальной группы тратят на ту же деятельность более 30 минут в сутки (до 2-х часов – по результатам опроса).

В задаче № 1 мы сравнивали процент испытуемых, активно применяющих элементы самоменеджмента в учебно-профессиональной деятельности, в контрольной группе с процентом испытуемых в экспериментальной группе. Далее мы ставим задачу – сопоставить процент успешности каждой группы со среднестатистическим процентом успешности применения вышеуказанных элементов (методик). Для решения этой задачи будем применять *биномиальный критерий t* . Отметим тот факт, что t -критерий предназначен для сопоставления частоты встречаемости какого-либо эффекта с теоретической или среднестатистической частотой встречаемости. А также следует иметь в виду, что определяющим условием его применимости является тот случай, когда обследована всего одна выборка, объем которой не более 300 наблюдений.

Таблица 2
Показатели времени, затраченного студентами на самоорганизацию (самоменеджмент)

Показатели	Контрольная группа ($n_1 = 10$)		Экспериментальная группа ($n_2 = 12$)	
	t (мин)	Доля, %	t (мин)	Доля, %
«Есть эффект» $t \leq 30$ мин	30	–	–	–
	25	–	30	–
	20	–	30	–
	30	65	30	11
	30	–	–	–
	30	–	–	–
	30	–	–	–
	25	–	–	–
«Нет эффекта» $t > 30$ мин	–	–	60	–
	60	–	90	–
	60	–	60	–
	–	–	75	–
	–	–	90	–
	–	–	90	–
	–	35	90	89
	–	–	75	–
	–	–	90	–
	–	–	–	–
Сумма	340	100	810	100
Средние	34,0	–	67,5	–

Таблица 3

Показатели для расчета критерия ϕ^* при сопоставлении контрольной ($n_1=10$) и экспериментальной ($n_2=12$) групп

Показатели	«Есть эффект», $t \leq 30$ мин			«Нет эффекта», $t > 30$ мин			Сумма
	Количество испытуемых	Доля, %	–	Количество испытуемых	Доля, %	–	
Контрольная группа	8	80	А	2	20	Б	10
Экспериментальная группа	3	25	В	9	75	Г	12
Сумма	11	–	–	11	–	–	22

Таблица 4

Показатели успешности применения элементов самоменеджмента в группах испытуемых

Показатели	Количество испытуемых, применяющих элементы самоменеджмента, %		Количество испытуемых, не применяющих элементы самоменеджмента, %		Сумма
1 группа ($n_1 = 22$)	14	63,6	8	36,4	22
2 группа ($n_2 = 26$)	10	38,5	16	61,5	26
Сумма	24	–	24	–	48

В табл. 4 представлены показатели успешности применения элементов самоменеджмента в двух группах испытуемых.

Статистический подсчет процента успешности применения элементов самоменеджмента в учебно-профессиональной деятельности в среднем дает значение – 51 % ($p = 0,51$), что является среднестатистическим показателем. Далее необходимо определить теоретическую частоту применения элементов самоменеджмента для каждой группы:

$$f_{теор.1} = n_1 \times p = 22 \times 0,51 = 11,2$$

$$f_{теор.2} = n_2 \times p = 26 \times 0,51 = 13,3.$$

Для экспериментальной группы имеем $p = 0,51 > 0,50$; $f_{эм} = 14 > f_{теор} = 11,2$. На основании ограничений применимости биномиального критерия наблюдается случай, когда применяется χ^2 критерий, но наблюдений всего 22, то есть $n < 30$. Поэтому нельзя применять биномиальный критерий, а также неприменим и χ^2 критерий. В этом случае надо применить ϕ^* критерий Фишера (применение которого было представлено ранее). Правда, здесь придется оперировать данными двух групп, по одной из которых определялся среднестатистический показатель успешности. Отметим, что при решении данной задачи нами установлено: частота встре-

чаемости рассматриваемого эффекта в экспериментальной выборке превышает среднестатистически заданную.

Далее, для контрольной группы: $p = 0,51 > 0,50$; $f_{эм} = 10 < f_{теор} = 13,3$.

Здесь возможно применение биномиального критерия, если считать «эффектом» неприменение элементов самоменеджмента в учебно-профессиональной деятельности. Вероятность этого равна: $q = 1 - p = 1 - 0,51 = 0,49$, при этом эмпирическая частота равна: $f_{эм} = 26 - 10 = 16$.

Гипотезы:

Пусть H_0 : процент «неприменения» в обследованной выборке не превышает заданного процента;

H_1 : процент «неприменения» в обследованной выборке превышает заданный процент неудач.

Итак, поменяв местами p и q , найдем критические значения для $n = 26$, $p = 0,49$, $q = 0,51$ (по табл. XV Приложения 1, Е.В. Сидоренко).

$$m_{кр} = \begin{cases} 17, (p = 0,05) \\ 19, (p = 0,05). \end{cases}$$

Так как $m_{кр} = f_{эм} = 16$, $m_{эм} = 16 < m_{кр}$, то следует вывод: H_0 принимается, что означает – процент «неприменения» в контрольной

ной группе не превышает процента средне-статистического показателя.

Таким образом, применение многофункциональных критериев дало возможность оценить эффективность проделанной работы, используя несложный математический аппарат. Мы пришли к выводу, что дальнейшее развитие, уточнение и корректировка различных технологических аспектов самопроектирования учебно-профессиональной деятельности вполне осуществима при использовании многофункциональных статистических критериев.

В перспективных целях для упрощения выбора того или иного критерия, а также проверки гипотезы по уже выбранному критерию ведется разработка автоматизированной системы (программы с использованием БД). Разрабатываемая автоматизированная

система, выполняя классификацию решаемых исследователем задач и учитывая всевозможные ограничения в применении статистических критериев, будет позволять быстро и корректно проверять выдвинутые исследователем гипотезы. Однако заметим, что интерпретация результатов научных исследований (особенно в области гуманитарных наук) обладает некой формальной видимостью научной объективности, так как исследователь все-таки субъективно интерпретирует не непосредственные результаты наблюдений, а их математическую обработку [7]. Поэтому принцип личной оценки исследователя, его «научное чутье», принцип реальности являются основой в вопросе применения статистических критериев и интерпретации полученных результатов.

Список литературы

1. Кремер Н.Ш. Математическая статистика. М.: Юрайт, 2018. 259 с.
2. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика. Основы эконометрики: в 2 т. М.: ЮНИТИ, 2001. Т. 1. Теория вероятностей и прикладная статистика. 656 с.
3. Ерина Т.А. Этапы обучения студентов вуза самопроектированию учебно-профессиональной деятельности // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. Тамбов, 2009. № 2 (70). С. 219-222.
4. Ерина Т.А. К вопросу об обучении студентов вуза самопроектированию учебно-профессиональной деятельности // Мир педагогики и психологии. 2018. № 12 (29). С. 96-100.
5. Гублер Е.В. Вычислительные методы анализа и распознавания патологических последствий. Л.: Медицина, 1978. 296 с.
6. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. СПб.: ООО «Речь», 2010. 350 с.
7. Наследов А.Д. Многомерные методы математической обработки в психологии. СПб.: Речь, 2006.

References

1. Kremer N.S. *Matematicheskaya statistika* [Math Statistics]. Moscow, Urait Publ., 2018, 259 p. (In Russian).
2. Ayvazyan S.A., Mkhitaryan V.S. *Prikladnaya statistika. Osnovy ekonometriki: v 2 t. T. 1. Teoriya veroyatnostey i prikladnaya statistika* [Applied Statistics. Fundamentals of Econometrics: in 2 vols. Vol. 1. Probability Theory and Applied Statistics]. Moscow, Unity Publ., 2001, 656 p. (In Russian).
3. Erina T.A. *Etapy obucheniya studentov vuza samoprojektirovaniyu uchebno-professional'noy deyatel'nosti* [Stages of training of high education institution students to self-management in learning and vocational activities]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Gumanitarnyye nauki – Tambov University Review. Series: Humanities*, 2009, no. 2 (70), pp. 219-222. (In Russian).
4. Erina T.A. *K voprosu ob obuchenii studentov vuza samoprojektirovaniyu uchebno-professional'noy deyatel'nosti* [To a question of education students to self-design of the learning and professional activities]. *Mir pedagogiki i psikhologii* [World of Pedagogy and Psychology], 2018, no. 12 (29), pp. 96-100. (In Russian).
5. Gubler E.V. *Vychislitel'nyye metody analiza i raspoznavaniya patologicheskikh posledstviy* [Computational Methods of Analysis and Recognition of Pathological Consequences]. Leningrad, Meditsina Publ., 1978, 296 p. (In Russian).
6. Sidorenko E.V. *Metody matematicheskoy obrabotki v psikhologii* [Methods of Mathematical Processing in Psychology]. St. Petersburg, LLC "Rech" Publ., 2010, 350 p. (In Russian).
7. Nasledov A.D. *Mnogomernyye metody matematicheskoy obrabotki v psikhologii* [Multidimensional Methods of Mathematical Processing in Psychology]. St. Petersburg, Rech' Publ., 2006. (In Russian).

Информация об авторах

Ерина Татьяна Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры прикладной математики и компьютерного моделирования. Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Российская Федерация. E-mail: erina@bsu.edu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4968-6480>

Моткина Наталья Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры математики. Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Российская Федерация. E-mail: motkina@bsu.edu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4535-7973>

Конфликт интересов отсутствует.

Для контактов:

Ерина Татьяна Анатольевна

E-mail: erina@bsu.edu.ru

Поступила в редакцию 18.02.2020 г.

Поступила после рецензирования 17.05.2020 г.

Принята к публикации 25.09.2020 г.

Information about the authors

Tatyana A. Erina, Candidate of Pedagogy, Associate Professor of Applied Mathematics and Computer Modeling Department. Belgorod State National Research University, Belgorod, Russian Federation. E-mail: erina@bsu.edu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4968-6480>

Natalya N. Motkina, Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor, Associate Professor Mathematics Department. Belgorod State National Research University, Belgorod, Russian Federation. E-mail: motkina@bsu.edu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4535-7973>

There is no conflict of interests.

Corresponding author:

Tatyana A. Erina

E-mail: erina@bsu.edu.ru

Received 18 February 2020

Reviewed 17 May 2020

Accepted for press 25 September 2020