Мотивационно-прикладной компонент в структуре методической системы преподавания математики на уровне высшего технического образования

М. А. Князев,
заведующий кафедрой «Инженерная математика»,
доктор физико-математических наук, доцент,
Т. Н. Канашевич,
начальник отдела мониторинга качества образования,
кандидат педагогических наук, доцент,
Н. А. Кондратьева,
старший преподаватель кафедры
«Инженерная математика»,
М. О. Шумская,
специалист отдела мониторинга качества
образования, магистр педагогических наук;
Институт интегрированных
форм обучения и мониторинга образования

В условиях интенсивного развития наукоемких производств, динамичных экономических и социальных преобразований актуализируется проблема повышения качества высшего технического образования. В настоящее время ее значимость детерминируется также процессами глобализации и интернационализации, возрастающими потребностями рынка труда, а также сокращением сроков обновления информации [1].

Выпускники белорусских учреждений высшего образования уже сегодня конкурируют в получении рабочих мест не только с отечественными молодыми специалистами, но и с российскими, турецкими, китайскими и гражданами других стран. В этой связи повышаются требования к фундаментальной профессиональной подготовке будущего инженера, уровню его компетентности, мобильности, готовности к постоянному профессиональному росту [2].

Следовательно, важным является обеспечение интенсивного формирования профессиональной компетентности будущих специалистов при высокой учебной самостоятельности и продуктивности, внутренней потребности в непрерывном самосовершенствовании, устойчивой учебно-познавательной активности обучающихся как при освоении теоретического материала, так и в овладении практическими навыками, опытом осуществления разных видов профессиональных действий. Значимую роль в реализации данного направления играет преобразование не только учебного содержания, но и системы методического инструментария, используемого преподавателями учреждений высшего образования, что отражено в работах А. Л. Андреева, Н. П. Дронишинца, А. И. Жука, О. Л. Жук, И. А. Зимней, Л. И. Майсени, А. В. Хуторского и др.

Проблема построения методической системы конкретной дисциплины в учреждении высшего образования рассматривалась Г. М. Булдыком, И. А. Новик, А. М. Радьковым, В. П. Тарантеем, В. Г. Скатецким, Л. С. Шабеко и др. Общепринятая структура методической системы обучения в учреждении высшего образования включает цели, содержание, методы, формы и средства [3].

В работах [4; 5] нами определена сущность, обоснована целесообразность и экспериментально проверена эффективность дополнения структуры методической системы преподавания учебной дисциплины в учреждении высшего образования мотивационно-прикладным компонентом. Роль рассматриваемого компонента состоит в формировании у обучающихся устойчивой мотивации к получению образования и самореализации в будущем по выбранной специальности, овладению не только профессионально значимыми знаниями и умениями, но и опытом решения разнообразных производственных задач. Мотивационно-прикладной компонент также имеет тесную связь с остальными компонентами методической системы преподавания учебной дисциплины через содержательно-функциональное дополнение каждого из них [4].

Включение данного компонента в состав методической системы преподавания учебной дисциплины в учреждении высшего технического образования обусловлено существенным влиянием на качество подготовки будущих специалистов:

• понимания обучающимися значимости изучаемого материала для профессиональной деятельности;

• накопления опыта осуществления специальных профессионально значимых действий и операций в условиях, приближенных к реальным производственным ситуациям, в том числе чрезвычайным, экстренным и нестандартным;

• создания возможностей творческого применения теоретических сведений при выполнении заданий практического характера.

В работе [5] показано, что введение в методическую систему преподавания курса «Физика» для инженерных специальностей металлургического профиля мотивационно-прикладного компонента позволяет достигнуть значимого роста показателей учебной деятельности студентов учреждения высшего технического образования.

Мотивационный компонент цели изучения дисциплины «Физика» ориентирован на формирование понимания значимости основных понятий о процессах в технологии металлургического производства и на конкретные производственные ситуации, для решения которых необходимы знания по изучаемой дисциплине. Эти производственные ситуации описываются физическими моделями, отражающими законы изучаемой дисциплины. Модели являются натурными, наглядными и, как показано в [5], удовлетворяют назначению мотивационно-прикладного компонента научно-методического обеспечения преподавания учебной дисциплины.

Математическая подготовка также является важной составляющей профессиональной компетентности инженера. Знания, полученные при изучении комплекса математических дисциплин, обеспечивают будущего специалиста мощным и незаменимым инструментом описания и моделирования реальных процессов посредством точных и надежных математических алгоритмов, логических схем. При изучении данной учебной дисциплины студенты технического университета овладевают умениями осуществлять статистическую обработку с учетом законов распределения случайных величин, оценивать достоверность полученных данных, строить аппроксимируемые функции для проектирования реальных экономических, производственных и технических процессов. Владение такими универсальными инструментами позволяет выбирать оптимальные пути достижения цели в инновационном производственном процессе, уверенно ориентироваться в незнакомой ситуации, принимать эффективные инженерные решения на стратегическом и тактическом уровнях.

Однако в курсе «Математика», как и в других дисциплинах общепрофессионального блока, связь будущей профессиональной деятельности с разделами изучаемой дисциплины не является наглядной и внешне убедительной, что вызывает затруднения в реализации предложенного мотивационно-прикладного компонента.

Цель данной работы – обоснование возможности построения мотивационно-прикладного компонента научно-методического обеспечения изучения общепрофессиональных дисциплин, в которых отсутствуют наглядные натурные модели, отражающие изучаемые законы и связанные с производственными процессами в будущей профессиональной деятельности, на примере изучения математики.

Для этого разработано учебно-методическое пособие «Математика. Дифференциальные операторы теории поля», рассматривающее один из разделов математики, наиболее трудноусваиваемый студентами инженерных специальностей металлургического профиля.

Мотивационный эффект предполагалось достигать разъяснением и усвоением студентами того факта, что с математической точки зрения значительное количество научных, научно-практических и производственных задач, например, в металлургии, описывается уравнениями в частных производных (уравнениями математической физики) – распространение тепла, изменение концентрации, протекание тока, распространение электромагнитных и акустических полей.

В простейших случаях одномерных статических задач или задач, для описания которых используются одна пространственная переменная и время, эти уравнения содержат только соответствующие производные разных порядков, включая смешанные. Если требуется учет большого числа пространственных переменных и времени, то для практических целей оказывается удобным объединять производные в некоторые группы так называемых полевых операторов (операторов теории поля). Наиболее распространенными операторами оказываются градиент, дивергенция, ротор, операторы Лапласа и Гамильтона, которые и определяют содержание «Теоретического раздела» разработанного пособия. Так как указанные операторы рассматриваются в рамках классической теории поля или векторного анализа, в первой части «Теоретического раздела» приводятся необходимые сведения из теории скалярного и векторного полей. Сведения по векторной алгебре содержатся во вспомогательном разделе.

При этом преподаватель имеет возможность использовать физические модели производственных ситуаций [5], имеющие натурное выражение и доказавшие мотивирующую эффективность при изучении раздела «Фазовые переходы в сплавах и твердых растворах» курса физики.

Содержание каждого из разделов пособия («Теоретический материал», «Контрольные вопросы», «Примеры решения задач», «Задачи для самостоятельного решения») раскрывает взаимосвязь математического и физического моделирования процессов металлургического производства.

В качестве примера приведем следующие задания из раздела «Примеры решения задач».

1. Изотермы температуры t °C имеют вид $x^2 + y^2 =$ $= const$. Для изотермы, проходящей через точку $M_1(3, 4)$, $t = 300$ °C, а для изотермы, проходящей через точку $M_2(5, 1)$, $t = 350$ °C. Найти приближенное значение $|grad\ t|$, считая, что линейные расстояния даны в миллиметрах.

Решение.

Видно, что изотермы представляют собой окружности с центром в начале координат. Радиус изотермы, проходящей через точку M_1, равен

$$R_1 = \sqrt{(3-0)^2 + (4-0)^2} = \sqrt{25} = 5.$$

Радиус изотермы, проходящей через точку M_2, равен

$$R_2 = \sqrt{(5-0)^2 + (1-0)^2} = \sqrt{26}.$$

Следовательно, приближенно

$$\left|grad\ t\right| = \frac{\Delta t}{\Delta R} = \frac{50}{\sqrt{26}-5} \approx 505\ \frac{{}^0C}{мм}.$$

2. Вычислить ротор вектора линейной скорости тела $\vec{V}$, вращающегося по круговой орбите радиуса $\vec{r}$, с постоянной угловой скоростью $\vec{\omega}$.

Решение.

Радиус $\vec{r}$ можно представить в виде

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}.$$

Аналогично вектор угловой скорости запишем в виде

$$\vec{\omega} = \omega_x\vec{i} + \omega_y\vec{j} + \omega_z\vec{k}.$$

Связь $\vec{V}, \vec{\omega}$ и $\vec{r}$ определяется соотношением

$$\vec{V} = \vec{\omega} \times \vec{r},$$

откуда получаем:

$$\vec{V} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \omega_x & \omega_y & \omega_z \\ x & y & z \end{vmatrix} = \left(z\omega_y - y\omega_z\right)\vec{i} + \left(x\omega_z - z\omega_x\right)\vec{j} + $$
$$+\left(y\omega_x - x\omega_y\right)\vec{k} = V_x\vec{i} + V_y\vec{j} + V_z\vec{k},$$

где $V_x = z\omega_y - y\omega_z$, $V_y = x\omega_z - z\omega_x$, $V_z = y\omega_x - x\omega_y$.

Теперь можно вычислить $rot\,\vec{V}$:

$$rot\,\vec{V} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \dfrac{\partial}{\partial x} & \dfrac{\partial}{\partial y} & \dfrac{\partial}{\partial z} \\ z\omega_y - y\omega_z & x\omega_z - z\omega_x & y\omega_x - x\omega_y \end{vmatrix} =$$
$$= \left(\frac{\partial\left(y\omega_x - x\omega_y\right)}{\partial y} - \frac{\partial\left(x\omega_z - z\omega_x\right)}{\partial z}\right)\vec{i} +$$
$$+\left(\frac{\partial\left(z\omega_y - y\omega_z\right)}{\partial z} - \frac{\partial\left(y\omega_x - x\omega_y\right)}{\partial x}\right)\vec{j} +$$
$$+\left(\frac{\partial\left(x\omega_z - z\omega_x\right)}{\partial x} - \frac{\partial\left(z\omega_y - y\omega_z\right)}{\partial y}\right)\vec{k} =$$
$$= 2\omega_x\vec{i} + 2\omega_y\vec{j} + 2\omega_z\vec{k} = 2\vec{\omega}.$$

К заданиям творческого характера можно отнести задание составить и записать уравнение движения несжимаемой жидкости.

Решение.

Будем рассматривать установившееся движение несжимаемой жидкости. Считаем, что это движение является безвихревым. Следовательно, его можно считать потенциальным, т. е. для скорости $\vec{V}(x, y, z)$ движения жидкости выполняется соотношение

$$\vec{V} = -grad\ \varphi.$$

Так как жидкость несжимаема, то ее плотность ρ постоянна. Используем уравнение неразрывности

$$\frac{\partial\rho}{\partial t} + div\ \rho\vec{V} = 0,$$

которое в данной задаче принимает вид

$$div\ \vec{V} = 0.$$

Подставим в последнее уравнение выражение для скорости через потенциал

$$div\ \vec{V} = div\left(-grad\ \varphi\right) = \Delta\varphi.$$

Следовательно, потенциал скорости установившегося движения несжимаемой жидкости удовлетворяет уравнению Лапласа

$$\Delta\varphi = 0.$$

Для подтверждения эффективности идеи использования предлагаемого дополнения методической системы, в том числе в преподавании математических дисциплин, в Белорусском национальном техническом университете с сентября 2018 г. по апрель 2019 г. был проведен педагогический эксперимент, участниками которого стали 114 студентов 1-го курса инженерных специальностей металлургического профиля. Основными критериями эффективности предлагаемых дополнений нами выбраны качество овладения студентами учебным содержанием, которое определялось через оценку их учебных достижений в сопоставлении с уровнями усвоения учебного материала, и успеваемость – процент положительных отметок к общему их количеству на каждом из этапов эксперимента. Поскольку состав и структура учебной дисциплины «Математика» для разных специальностей инженерного профиля являются достаточно универсальными, а зависимость последовательно изучаемых элементов учебного содержания высока (недостаточно глубокое понимание предыдущей темы снижает качество овладения последующей), нами было принято решение о построении экспериментальной работы с использованием несвязанных выборок. Такой подход, в отличие от сопоставления результатов овладения одной и той же группой испытуемых разными элементами содержания (случай связных выборок), позволяет свести к минимуму влияние фактора содержательной зависимости в усвоении обучающимися учебного материала.

Констатирующий этап. С целью обеспечения равных стартовых возможностей студентам экспериментальной и контрольной групп в первом семестре (с сентября по декабрь 2018 г.) обучение математике участников эксперимента осуществлялось при использовании одинакового учебного содержания и методики преподавания.

При сопоставлении результатов экзаменационной сессии нами был определен состав контрольной группы – 39 студентов и экспериментальной – 75 студентов. Результаты освоения этими студентами учебного материала по математике в период с сентября 2018 г. по январь 2019 г. по показателям «средний балл» и «успеваемость» существенных различий не имеют (таблица 1).

Таблица 1

Показатели овладения учебным материалом студентами контрольной и экспериментальной групп на констатирующем этапе эксперимента

Группа	Средний балл	Успеваемость, в %
Экспериментальная	4,8	88
Контрольная	4,9	92,2
Различия показателей	–0,1	–4,2

Для проверки статистической значимости различий между показателями учебных достижений студентов контрольной и экспериментальной групп при изучении математики в первом семестре нами были выдвинуты две гипотезы: H_0 – различия между средними значениями учебных достижений студентов контрольной и экспериментальной групп по результатам экзамена несущественны; H_1 – различия между средними значениями учебных достижений студентов контрольной и экспериментальной групп по результатам экзамена существенны.

С целью статистической оценки различий показателей учебных достижений студентов применялся критерий t-Стьюдента для неравных дисперсий [6], поскольку исходные данные являются количественными и распределены по нормальному закону (K-S d = 0,076, p > 0,20; Lilliefors p > 0,20 – STATISTICA 6.0) [7; 8]. Расчет коэффициента по критерию t-Стьюдента производился с использованием функционала анализа данных Microsoft Excel (таблица 2).

Таблица 2

Результаты оценки различий учебных достижений студентов контрольной и экспериментальной групп по результатам констатирующего этапа эксперимента

Показатели	Экспериментальная группа	Контрольная группа
Среднее значение	4,8	4,9
Дисперсия	2,32	1,89
Наблюдения	75	39
Гипотетическая разность средних	0	
df	85	
t-статистика	-0,35	
P(T <= t) одностороннее	0,37	
t критическое одностороннее	1,66	
P(T <= t) двухстороннее	0,73	
t критическое двухстороннее	1,988	

При имеющихся показателях $|t_{эмп}| \approx 0,35$ с учетом числа степеней свободы 85 ($t_{кр}(0,05; 85) = 1,988$) принимается H_0, что позволяет сделать вывод о незначимости различий в средних показателях качества усвоения учебного материала по математике студентами контрольной и экспериментальной групп по результатам рассматриваемой экзаменационной сессии.

Различия между контрольной и экспериментальной группами по критерию «успеваемость» составляют 4 %, что также является статистически незначимым ($t_{эмп} \approx 0,712$; $t_{кр}(0,05) = 1,96$) [9].

Формирующий этап. Во втором семестре студенты экспериментальной группы изучали раздел «Дифференциальные операторы теории поля» с использованием предложенного нами научно-методического обеспечения [4], включающего дополнение методической системы преподавания учебной дисциплины мотивационно-прикладным компонентом, а также совокупность соответствующих учебных и методических материалов.

Среди основных преимуществ в обучении математике первокурсников главными стали:

- раскрытие потенциала изучаемого содержания в практической и исследовательской деятельности;
- ориентация на интенсивное формирование профессиональных компетенций будущих инженеров;
- обеспечение возможности теоретической и практической апробации применимости изученных математических законов, теорий, моделей на примере реальных производственных процессов непосредственно на учебных занятиях.

Изучение раздела «Дифференциальные операторы теории поля» студентами контрольной группы было организовано без использования предлагаемого дополнения и соответствующего методического обеспечения.

Контрольный этап. По итогам проведенной работы студентами контрольной и экспериментальной групп были выполнены одинаковые по содержанию и количеству заданий контрольные срезы (март 2019 г.). Последующая проверка и систематизация результатов позволяет сделать следующие выводы: при равных временных затратах количественные показатели усвоения учебного материала по разделу «Дифференциальные операторы теории поля» у студентов экспериментальной группы более высокие, чем у студентов контрольной группы (таблица 3); преимущество в выполняемости заданий по темам раздела студентами экспериментальной группы составляет от 2,8 % до 31,5 %; средний балл по итогам контрольного среза у данных студентов на 1,3 балла выше, чем у студентов контрольной группы. При этом нами отмечено повышение среднего балла экспериментальной группы и в сравнении со средним баллом по дисциплине в экзаменационную сессию.

При качественной характеристике полученных результатов отмечено, что в выполнении заданий контрольного среза достигли успеха более 90 % студентов экспериментальной группы, тогда как успеваемость обучающихся контрольной группы составила менее 60 %. Повышение показателей успеваемости (в баллах) отмечено у 30 студентов экспериментальной группы, что соответствует 40 % от общего их количества; в контрольной группе таких студентов 25 %.

Таблица 3

Показатели усвоения учебного материала студентами контрольной и экспериментальной групп на контрольном этапе эксперимента

Группа	Оценка усвоения элементов учебного содержания (критерий – выполняемость заданий, в %)					Средний балл	Успеваемость, в %
	Производная по направлению	Градиент	Дивергенция	Ротор	Тип векторного поля		
Экспериментальная	85,3	78,7	41,3	56	6,7	5,3	90,6
Контрольная	53,8	53,8	38,5	38,5	15,4	4,0	56,4
Различия показателей	31,5	24,9	2,8	17,5	-8,7	1,3	34,2

Положительно характеризующим предлагаемые изменения является и переход результатов освоения учебного содержания у студентов экспериментальной группы к более продуктивному уровню усвоения, что подтверждают сведения, представленные на рисунке 1. Построенная линия тренда (линейная) для экспериментальной группы имеет восходящую направленность. Повысить уровень усвоения учебного материала в этой группе удалось 17 студентам (22,7 %), в 58,8 % таких случаев это переход от среднего к достаточному уровню, в 23 % случаев – от низкого к среднему.

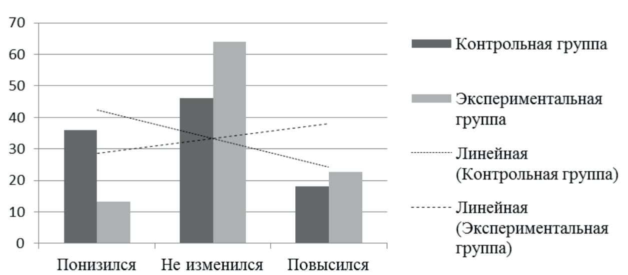

Рис. 1. **Диаграмма изменений уровня освоения учебного материала по результатам экзамена и контрольного среза**

Из таблицы 4 и рисунка 2 видно, что наиболее существенные положительно характеризующиеся различия учебных достижений студентов контрольной и экспериментальной групп по уровням усвоения учебного материала также отмечаются относительно низкого, среднего и достаточного уровней и составляют от 9,7 % до 35,6 %. Это дает основание сделать вывод о том, что использование мотивационно-прикладного компонента в методической системе преподавания дисциплины, в которой отсутствуют наглядные натурные модели, связанные с производственными процессами, позволяет активизировать учебную работу и повысить качество усвоения учебного материала студентами, в том числе теми, чьи успехи до этого были достаточно скромны. Однако важную роль в повышении результативности учебной деятельности играет уровень стартовых возможностей обучающихся (качество подготовки, мотивационные ориентиры). Оценка стартовых возможностей студентов контрольной и экспериментальной групп в среднем составляет около 5 баллов из 10 и объясняет несущественные изменения при проведении эксперимента относительно высокого уровня усвоения учебного материала.

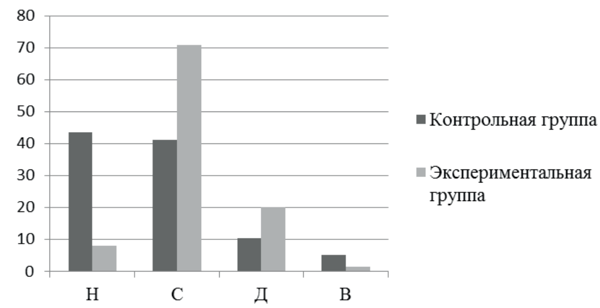

Рис. 2. **Диаграмма распределения показателей учебных достижений студентов контрольной и экспериментальной групп по уровням освоения материала по результатам контрольного среза**

Уровень освоения материала: Н – низкий, С – средний, Д – достаточный, В – высокий

Таблица 4

Качественные показатели овладения учебным материалом студентами контрольной и экспериментальной групп на констатирующем этапе эксперимента

Группа	Уровень учебных достижений студентов по итогам контрольного среза, в %			
	Низкий (1–3 балла)	Средний (4–6 баллов)	Достаточный (7–8 баллов)	Высокий (9–10 баллов)
Экспериментальная	8	70,7	20	1,3
Контрольная	43,6	41	10,3	5,1
Различия показателей	-35,6	29,7	9,7	–3,8

Для статистической оценки выявленных различий по результатам контрольного этапа нами использовались применительно к показателям усвоения учебного содержания критерий t-Стьюдента для неравных дисперсий и функционал анализа данных Microsoft Excel (таблица 5); к показателям распределения по уровням усвоения учебного материала – критерий однородности χ^2 Пирсона [10]. Снова были выдвинуты две гипотезы: H_0 – различия между средними значениями учебных достижений студентов контрольной и экспериментальной групп по результатам контрольного этапа эксперимента несущественны; H_1 – данные различия существенны.

На основании полученных данных принимается гипотеза H_1; значимость различий учебных достижений студентов контрольной и экспериментальной групп по результатам контрольного этапа эксперимента подтверждена на уровне $\alpha = 0{,}05$: $t_{эмп} = 2{,}85$ ($t_{кр}(0{,}05;\ 100) = 1{,}984$; $t_{кр}(0{,}01;\ 100) = 2{,}696$). Коэффициент $\chi^2_{эмп} \approx 22{,}698$ при числе степеней свободы – 3, поскольку $\chi^2_{0,01}$= 11,345 [10], то подтверждается значимость различий ($p < 0,01$) и в качестве усвоения учебного материала студентами контрольной и экспериментальной групп при изучении раздела «Дифференциальные операторы теории поля». Существенными являются также различия между контрольной и экспериментальной группами по критерию «успеваемость»: $\Delta = 32,4$ % ($t_{эмп} \approx 4,275$; $t_{кр}(0,05) = 1,96$) [9].

Таблица 5

Результаты оценки различий учебных достижений студентов контрольной и экспериментальной групп по результатам контрольного этапа эксперимента

Показатели	Экспериментальная группа	Контрольная группа
Среднее значение	5,33	4
Дисперсия	3,82	6,53
Наблюдения	75	39
Гипотетическая разность средних	0	
df	62	
t-статистика	2,85	
P(T←t) одностороннее	0,003	
t критическое одностороннее	1,67	
P(T←t) двухстороннее	0,006	
t критическое двухстороннее	1,998	

Таким образом, идея о необходимости раскрытия потенциала изучаемого содержания в практической деятельности, обеспечения возможности теоретической и практической апробации применимости изученных математических законов, теорий, моделей на примере реальных производственных процессов непосредственно на учебных занятиях при подготовке будущих инженеров металлургического профиля себя оправдывает. Полученные в ходе экспериментальной работы данные позволяют сделать вывод об эффективности дополнения мотивационно-прикладным компонентом методической системы преподавания математики в учреждении высшего технического образования. Результаты педагогического эксперимента, проведенного в условиях Белорусского национального технического университета, свидетельствуют о положительной динамике и значимых различиях показателей учебной деятельности студентов, качестве усвоения учебного материала и успеваемости при использовании предлагаемого обеспечения и без него. Оценка полученных результатов с помощью методов математической статистики доказывает эффективность предложенного нами научно-методического обеспечения и в преподавании математики в образовательном процессе учреждения высшего технического образования.

Список использованных источников

1. Образование в интересах устойчивого развития в Беларуси: теория и практика / под науч. ред. А. И. Жука, Н. Н. Кошель, С. Б. Савеловой. – 2-е изд. – Минск: БГПУ, 2017. – 640 с.

2. *Жук, О. Л.* Междисциплинарная интеграция как условие реализации идей устойчивого развития в образовательной практике / О. Л. Жук // Образование в интересах устойчивого развития в Беларуси: теория и практика / под науч. ред. А. И. Жука, Н. Н. Кошель, С. Б. Савеловой. – Минск: БГПУ, 2015. – С. 459–468.

3. *Бровка, Н. В.* Интеграция теории и практики обучения математике как средство повышения качества подготовки студентов: монография / Н. В. Бровка. – Минск: БГУ, 2009. – 243 с.

4. *Канашевич, Т. Н.* Совершенствование методической системы преподавателя как условие реализации компетентностного подхода в техническом университете / Т. Н. Канашевич, М. О. Шумская // Педагогическая наука и образование. – 2017. – № 4. – С. 67–71.

5. Оценка эффективности включения мотивационно-прикладного компонента в методическую систему преподавателя физики в учреждении высшего технического образования / М. А. Князев [и др.] // Вышэйшая школа. – 2018. – № 3. – С. 49–54.

6. Т-критерий Стьюдента [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cito-web.yspu.org/link1/metod/met125/node32.html. – Дата доступа: 02.04.2019.

7. Применение критерия Колмогорова-Смирнова для проверки нормальности распределения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.beintrend.ru/2010-05-29-12-24-58. – Дата доступа: 02.04.2019.

8. *Пашкевич, О. И.* Статистическая обработка эмпирических данных в системе STATISTICA: учеб.-метод. пособие / И. О. Пашкевич. – 2-е изд., стер. – Минск: РИПО, 2014. – 148 с.

9. Статистическая значимость [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://help.surveymonkey.com/articles/ru/kb/Significant-Differences. – Дата доступа: 12.04.2019.

10. *Новиков, Д. А.* Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи) / Д. А. Новиков. – М.: МЗ-Пресс, 2004. – 67 с.

Аннотация

Статья является продолжением серии работ, посвященных совершенствованию методической системы преподавания учебных дисциплин на уровне высшего образования. В ней оценивается эффективность дополнения мотивационно-прикладным компонентом методической системы преподавания математики. Изучение действенности предлагаемых изменений на примере этой учебной дисциплины представляет интерес в связи с высокой степенью абстрактности учебного содержания, что затрудняет обоснование и осознание студентами его значимости и горизонта возможностей в практике применения. Представлен анализ результатов исследовательской работы с оценкой их статистической значимости.

Abstract

The article is a continuation of a series of works devoted to the improvement of the methodological system of teaching academic disciplines at the level of higher education. This article evaluates the effectiveness of the addition of a motivational and applied component of the methodical system of teaching mathematics. The study of the effectiveness of the proposed changes on the example of this academic discipline is of interest in connection with the high degree of abstractness of the educational content, which makes it difficult for students to justify and realize its significance and the horizon of practical application possibilities. The analysis of the research results with the assessment of their statistical significance is presented.