

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ БУДУЩИХ ВОЕННЫХ ИНЖЕНЕРОВ

Innovative methods in the process of higher mathematics for future military engineers

Irina Khomuyk

Vinnitsia State University, Ukraine

Ievgeniia Ivanchenko

Military Academy (Odessa), Ukraine

Oleg Maslii

Military Academy (Odessa), Ukraine

Marina Gorlichenko

Military Academy (Odessa), Ukraine

Abstract. *In today's conditions, special attention is paid to ensuring the defense capability of the state, which requires from the system of higher military education the training of a future officer capable of solving military-technical problems of any complexity based on the basic knowledge that he received while studying at a higher military educational institution. As the most regulated sphere of education, military education requires the introduction of innovative technologies that will increase the interest of cadets and the degree of materials assimilation, in particular, in the academic discipline «Higher Mathematics». The problem of choosing teaching technologies in higher military educational institutions can be recognized as one of the most important, requiring theoretical and practical development at the level of teaching of each individual discipline and educational process in general. The purpose of the article is theoretical and empirical substantiation of the modern innovative technologies use in the process of studying higher mathematics in higher military educational institutions. The following methods were used during the research: theoretical – the study and analysis of literature on the introduction of innovative technologies into the educational process of higher educational institutions and higher military educational institutions; modeling; empirical – observation, conversation, testing, methods of statistical analysis for the transformation of empirical data into quantitative indicators. The purpose of our experimental study was to determine the impact of the innovative technologies use on the learning process in higher military educational institutions. The results of the experiment showed the effectiveness of the proposed innovative technologies in the process of fundamental training of future military engineers.*

Keywords: *higher mathematics, higher military education, innovative technologies, interactive technologies.*

Введение

Introduction

Высшее военное образование тесно связано с инженерными профессиями и ориентировано, в первую очередь, на формирование профессиональной компетентности будущего офицера, обладающего умениями и навыками умственной деятельности, которые обеспечат ему возможность перерабатывать огромные объемы постоянно обновляющейся

информации. И только потом – на получение конкретных знаний из разных предметов, что, в свою очередь, позволит ему решать военно-технические задачи любой сложности на основе базовых знаний, полученных во время обучения в высшем военном учебном заведении (ВВУЗ). Кроме того, изменились требования к личностным качествам, которыми должен обладать будущий военный инженер. Среди них можно выделить способность принимать обоснованные, взвешенные решения, системность, эффективность и оптимальность действий в различных ситуациях. В связи с этим возникает насущная необходимость в пересмотре технологий преподавания дисциплин, как профессиональных, так и фундаментальных, к которым относится дисциплина «Высшая математика».

Как наиболее регламентированная сфера образования, военное образование требует внедрения инновационных технологий, позволяющих повысить заинтересованность курсантов и степень усвоения ими материалов, в частности, учебной дисциплины «Высшая математика».

Таким образом, проблему выбора технологий обучения ВВУЗ можно признать одной из важнейших, что требует теоретической и практической разработки на уровне преподавания каждой отдельно взятой дисциплины и учебно-воспитательного процесса в целом.

Цель статьи – теоретическое и эмпирическое обоснование использования современных инновационных технологий в процессе изучения высшей математики в высших военных учебных заведениях.

Для достижения цели были реализованы следующие задачи: 1) охарактеризовано содержание инновационных технологий обучения в вузе; 2) охарактеризовано содержание инновационных технологий обучения на занятиях по высшей математике; 3) обоснован вопрос эффективности использования инновационных технологий на занятиях по фундаментальным дисциплинам, а именно по высшей математике.

Задачи эмпирического исследования: организация, проведение, обработка и интерпретация результатов использования инновационных технологий в процессе изучения высшей математики будущими военными инженерами.

Методы исследования: теоретические – изучение и анализ литературы по внедрению инновационных технологий в учебный процесс вузов и ВВУЗ; моделирование; эмпирические – наблюдение, беседа, тестирование, методы статистического анализа для преобразования эмпирических данных в количественные показатели.

Теоретическая основа темы *The theoretical background*

Одним из путей модернизации образования Украины является внедрение в учебный процесс инновационных технологий.

Как отмечает Н. Буга, инновация – новые формы организации деятельности и управления, новые виды технологий, охватывающих различные сферы жизнедеятельности человечества (Буга, 2006). Тогда инновационные педагогические технологии, используемые в вузе, можно трактовать как проектирование преподавателем учебного процесса, подчиненного поставленной цели с привлечением некоторых элементов новизны.

А. Пометун и Л. Пироженко выделяют четыре группы интерактивных технологий: интерактивные технологии кооперативного обучения; интерактивные технологии коллективно-группового обучения; технологии ситуационного моделирования; технологии обработки дискуссионных вопросов (Пометун & Пироженко, 2004).

Исследования по внедрению инновационных педагогических технологий в образовательный процесс военных учебных заведений осуществляла плеяда ученых. В частности, отмечается, что во время подготовки военнослужащих перспективными являются такие современные технологии обучения: программированного обучения; мультимедийная; компьютерная (информационная); модульного; дистанционного; виртуализации (имитационного моделирования); искусственного интеллекта (Иванченко & Маслій, 2018).

Учеными разработаны интерактивные технологии, которые можно использовать на занятиях по фундаментальным дисциплинам, в частности, высшей математике и физике.

1. Репродуктивные игры, направленные на формирование необходимых знаний и умений. Их цель – воссоздать в памяти, углубить, усовершенствовать знания студентов (курсантов).

2. Проблемно-поисковые обобщенные игры, которые предусматривают элементы поиска, осуществления логических операций, опираясь на имеющиеся у студентов (курсантов) знания. Эти игры строятся на противоречиях между известными теоретическими знаниями и новыми фактами (Хом'юк & Хом'юк, 2012).

3. Творческие игры, которые готовят к познавательной деятельности в процессе выполнения заданий. Их цель – применять обобщение противоречивых явлений имитируемого процесса; использовать обобщение и систематизацию для выполнения учебных задач в стандартных и нестандартных ситуациях (Хом'юк & Хом'юк, 2013).

Применение информационно-коммуникационных технологий в процессе изучения высшей математики соответствует ряду предлагаемых научным сообществом популярных инновационных методов обучения, таких как: контекстное обучение, имитационное обучение, проблемное обучение, модульное обучение, полное усвоение знаний, дистанционное обучение (Шестопалюк, 2013).

В современных условиях информатизации высшей школы на первый

план с точки зрения новизны, эффективности, целесообразности использования в учебном процессе выступают интерактивные и информационно-коммуникационные технологии.

Методы, организация и результаты исследования *Methodology, organization and results of the research*

Во время преподавания курса высшей математики в ВВУЗ применение информационно-коммуникационных технологий ограничивается использованием мультимедийных проекторов для проведения лекций. Частичное использование указанных технологий лишает курсантов и преподавателей мощного инструментария в процессе обучения высшей математике, а именно: проведение части практических занятий в компьютерных классах; применение электронных учебников во время лекционных, практических занятий и самоподготовки; возможность мгновенного контроля без существенных трудозатрат; предоставление *on-line* консультаций в удобное для курсанта и преподавателя время; применение вычислительных, учебных и оценочных *on-line* сервисов, в полной мере соответствовало бы внедрению указанных инновационных методов обучения к профессиональной подготовке офицеров в ВВУЗ.

Учебная дисциплина «Высшая математика» включает ряд модулей, в которых уместно применять встроенные возможности MS Excel, что, конечно, требует проведения практических занятий в специализированных компьютерных классах. Например:

- Модуль «Элементы линейной, векторной алгебры и аналитической геометрии». Наряду с демонстрацией действий с матрицами, вычислением определителей и ранга матрицы, решением систем линейных уравнений на доске во время лекции, уместно предоставить курсантам навыки решения этих задач с помощью возможностей указанного редактора во время практических занятий. В дальнейшем это им пригодится во время выполнения расчетного задания по модулю «Линейное программирование. Некоторые задачи нелинейного программирования» и на практических занятиях по модулю «Теория игр».

- Модуль «Теория вероятностей». Вычисления вероятностей с помощью формул комбинаторики и вычисления, связанные с законами распределения случайных величин, значительно упростятся при использовании встроенных функций MS Excel, тем самым освободится время для решения большего количества задач, что позволит сосредоточиться на качественном анализе результатов.

- Модуль «Элементы математической статистики». Всю практическую часть желательно проводить в компьютерном классе, что позволит увеличить массивы данных и круг задач, которые курсанты смогут решать, ведь вычисления практически не занимают времени; использовать

графические возможности компьютера. Специальные возможности MS Excel в задачах математической статистики можно применять на двух уровнях: использование встроенных специальных функций (подраздел «Статистические») и использование встроенного пакета «Пакет анализа». Владение этими возможностями будет полезным курсантам при решении сугубо профессиональных задач.

- Модуль «Линейное программирование. Некоторые задачи нелинейного программирования». Для этого модуля вместе с возможностями MS Excel (встроенная функция «Поиск решения» для транспортной задачи) уместно подключить вычислительные *on-line* сервисы (для решения задач симплекс-методом). Тогда можно уделить больше внимания не механическим подсчетам, а составлению математических моделей по постановке военных задач, трактовке и анализу полученных результатов.

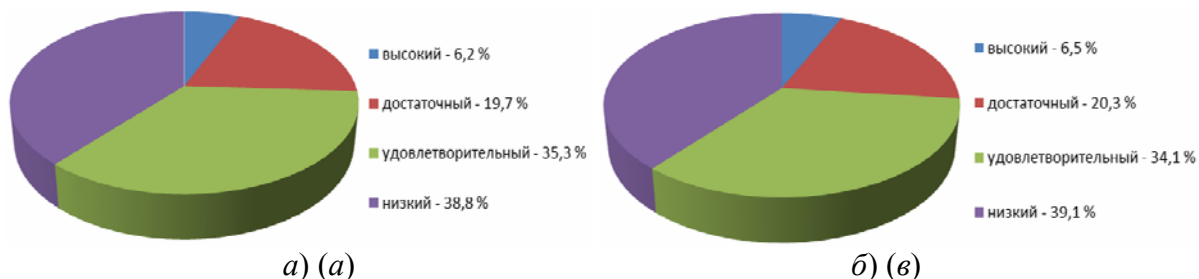
- Модуль «Теория игр». При решении задач теории игр, в частности, для нахождения оптимальной смешанной стратегии, необходимо составить и решить двойственную задачу, которая требует использования симплекс-метода.

Основная задача преподавателя на занятиях по высшей математике не предоставить студентам (курсантам) теоретический багаж знаний, который очень быстро обновляется, а научить их самостоятельно обновлять этот багаж. Роль преподавателя заключается в мотивации, организации, консультировании и контроле работы студентов на занятиях. Именно для обеспечения этой цели мы предлагаем использование интерактивных технологий на занятиях по высшей математике, которые, в первую очередь, позволяют сделать процесс обучения творческим, обеспечивают заинтересованность студентов (курсантов), помогают пониманию и усвоению материала.

Теоретический анализ научной литературы по проблеме исследования показал повышенное внимание ученых к поиску путей оптимизации учебно-воспитательного процесса. Это обусловило цель нашего экспериментального исследования – изучение влияния использования инновационных технологий на учебный процесс. Экспериментом было охвачено 236 студентов (курсантов) 1 курса бакалавриата. В основу диагностического исследования были взяты критерии: повышение уровня усвоения знаний студентами (курсантами) и мотивации к изучению дисциплины «Высшая математика».

По результатам первоначальных исследований были определены входные уровни остаточных знаний по элементарной математике и мотивации к изучению дисциплины «Высшая математика» будущих военных инженеров. Уровень остаточных знаний по элементарной математике определялся по результатам «нулевой» контрольной работы (входной контроль), которая проводилась на первых занятиях по

дисциплине. При этом уровень остаточных знаний считался низким при оценке 1-3 балла, удовлетворительным – 4-6 баллов, достаточным – 7-9 баллов и высоким – 10-12 баллов. Результаты распределения испытуемых по уровням представлены на рисунке 1.



*Рисунок 1. Диаграмма результатов «нулевой» контрольной работы:
а) контрольная группа, б) экспериментальная группа
Figure 1 Diagram of the «zero control» work results:
a) control group, b) experimental group*

Данные диаграмм засвидетельствовали, практически отсутствие отличий в уровнях знаний элементарной математики и их достаточно низкий уровень.

Уровень мотивации к изучению дисциплины «Высшая математика» диагностировался по авторской методике, состоящей из 24 высказываний. Например, 1) обучение высшей математики предоставляет мне возможности узнать много важного для себя, проявить свои способности в будущей профессиональной деятельности; 2) учебный материал по высшей математике с удовольствием обсуждаю в свободное время (на перемене, дома) с одноклассниками, друзьями. К каждому высказыванию необходимо было выразить свое отношение, проставляя баллы от 1 (не согласен) до 12 (полностью согласен). При этом уровень отношения к высказыванию считался низким при оценке 1-3 балла, удовлетворительным – 4-6 баллов, достаточным – 7-9 баллов и высоким – 10-12 баллов.

Результаты представлены на диаграмме (рисунок 2).



*Рисунок 2. Диаграмма входного уровня мотивации будущих военных инженеров:
а) контрольная группа, б) экспериментальная группа
Figure 2 Diagram of the entry level of future military engineers motivation:
a) control group, b) experimental group*

Данные диаграмм засвидетельствовали, практически отсутствие отличий в уровнях мотивации к изучению высшей математики и удовлетворительный (56,7 % КГ и 55,1 % ЭГ) уровень такой мотивации.

Для подтверждения однородности групп использован критерий согласия К. Пирсона (χ^2) (Brandt, 1970), который позволяет выявить различия в сравниваемых выборках. Нами были выдвинуты гипотезы: 1) H_0 : выбранные для эксперимента группы однородные и принадлежат одной генеральной совокупности; 2) альтернативная H_1 : выбранные для эксперимента группы неоднородны и не принадлежат одной генеральной совокупности.

Для проверки гипотезы H_0 вычислено значение статистики критерия по формуле 1 (Brandt, 1970):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^N \frac{(n_{e_i} - n_{k_i})^2}{n_{k_i}}, \quad (1)$$

где n_e , n_k – относительные частоты остаточных знаний (мотивации) экспериментальной и контрольной групп соответственно,

N – количество уровней остаточных знаний (мотивации).

Рассчитав значения критерия по эмпирическим данным, мы получили значения $\chi^2_{\text{эксп 1}} \approx 0,00076$ и $\chi^2_{\text{эксп 2}} \approx 0,0029$ для уровней остаточных знаний и мотивации соответственно. Критическое значение критерия по степени свободы $k - r = 2$ ($k = 4$ – количество интервалов, $r = 2$ – количество установленных связей) и уровнем значимости $\alpha = 0,05$ (надежная вероятность 95%) находим по таблицам значений критерия (Brandt, 1970) $\chi^2_{\text{кр}} = 0,103$. Итак, $\chi^2_{\text{экс}} < \chi^2_{\text{кр}}$. То есть, гипотезу H_0 надо принять. Группы, выбранные для эксперимента, принадлежат одной генеральной совокупности, вероятность распределения студентов по уровням остаточных знаний и мотивации в группах одинаковы. Это дает основание подтвердить наличие влияния независимой переменной (использование в процессе обучения высшей математике инновационных технологий обучения) на уровень развития успеваемости и мотивации.

В эксперименте были использованы разработанные интерактивная и информационно-коммуникационная методики проведения лекционных и практических занятий в процессе изучения «Высшей математики», которые сравнивались с традиционной. После изучения курса «Высшей математики» была проведена повторная диагностика. Для фиксации уровня усвоения знаний использовались результаты комплексной контрольной работы, уровень мотивации диагностировался аналогично входной диагностике.

Динамика уровней усвоения знаний по высшей математике

представлено в виде гистограммы (рис. 3).

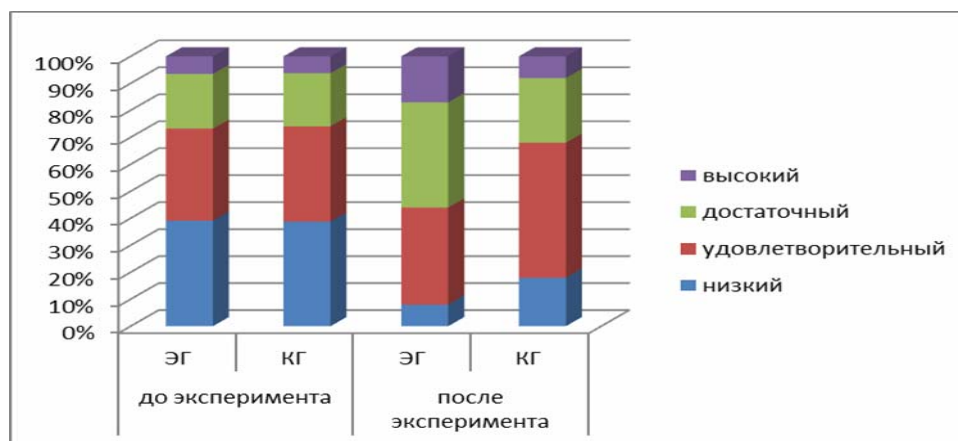


Рисунок 3. Динамика уровней усвоения знаний по высшей математике студентами (курсантами) экспериментальной и контрольной групп до и после эксперимента
Figure 3 The dynamics of the mastering knowledge levels on higher mathematics by students (cadets) of the experimental and control groups before and after the experiment

Анализируя гистограмму (рис. 3), видим, что прослеживается динамика роста уровня усвоения знаний в экспериментальной группе по сравнению с контрольной. Так, высокий и достаточный уровни на 9% и 15% соответственно выше, а удовлетворительный и низкий уровни на 14% и 10% соответственно ниже в экспериментальной группе по сравнению с контрольной после эксперимента. Вместе с этим, можно наблюдать и повышение уровня усвоения знаний в группах после эксперимента, однако в контрольной группе они не являются статистически значимыми.

Динамика уровней предметной мотивации представлена в виде гистограммы (рис. 4).

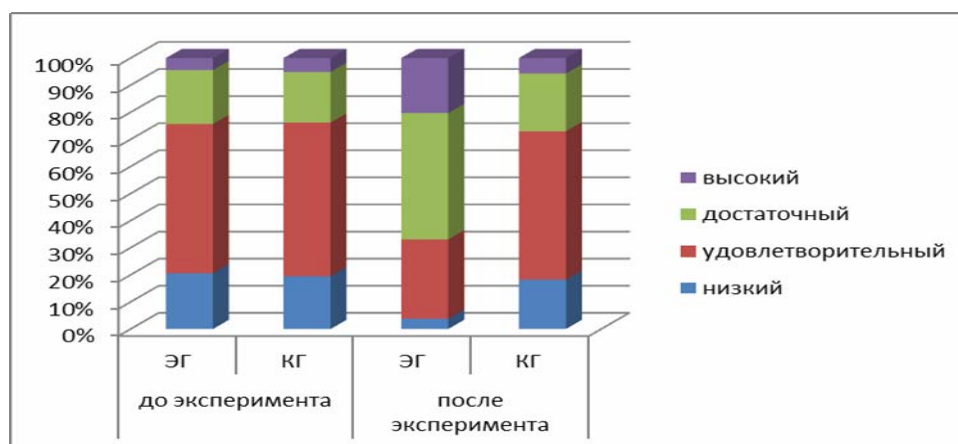


Рисунок 4. Динамика уровней предметной мотивации студентов (курсантов) экспериментальной и контрольной групп до и после эксперимента
Figure 4 The dynamics of the subject motivation levels among students (cadets) of the experimental and control groups before and after the experiment

Для статистической оценки результатов педагогического эксперимента нами использован критерий Стьюдента (Brandt, 1970), исходя из которого с 95-% вероятностью можно утверждать, что произошедшие изменения достоверны, статистически значимые и произошли в результате внедрения системы обучения с использованием инновационных методов, что является доказательством целесообразности их применения при обучении будущих военных инженеров.

Обобщение *Conclusions*

Таким образом, владея процессом «изнутри» (объяснение на лекции содержания операции или действия), студент (курсант) осознанно будет применять информационно-коммуникационные технологии для решения профессиональных задач. Тогда математика действительно станет мощным инструментом для будущего офицера, а не «лишней» дисциплиной, на которую не стоит обращать внимания. Применение системы обучения с использованием инновационных методов во время педагогического эксперимента, продемонстрировали свою эффективность в процессе фундаментальной подготовки будущих военных инженеров, т.е. привело к повышению уровня усвоения знаний студентов и мотивации к изучению дисциплины «Высшая математика», что было подтверждено методами статистической обработки наблюдений.

Summary

One of the ways the military education modernizing in Ukraine is the introduction of innovative technologies into the educational process.

Under innovation, we understand new forms of organization and management, new types of technologies that cover various spheres of human life, and innovative teaching technologies are interpreted as designing by teacher of educational process that is subordinated to the goal with the involvement of some elements of novelty.

Scientists have developed a series of interactive technologies that can be used in classes on fundamental disciplines, in particular, from higher mathematics and physics. For us, there are topical reproductive games aimed at creating the necessary knowledge and skills; problem-searching generalized games that include search elements, logical operations, based on knowledge available to students; creative games that prepare for cognitive activity in the process of performing tasks; information and communication technologies.

The experiment on the innovative technologies use influence on the educational process is described. The experiment covered 236 students and cadets of the first year of the bachelor's degree, and math lessons were

conducted using innovative technologies. The basis for the diagnostic study was the following criteria: increasing the level of assimilation of students' knowledge and the motivation to study the discipline "Higher Mathematics".

The developed interactive and informational and communication methods of conducting lectures and practical classes in the process fundamental disciplines studying were used in the experiment. These methods were compared with the traditional one.

After studying the course "Higher Mathematics" diagnostics was repeated.

Statistical and computational methods of post experimental data analysis confirmed that the changes occurred are reliable, statistically significant and occurred as a result of the training system using innovative methods introduction.

So, the use of the proposed innovative technologies has proven its effectiveness in the process of future military engineers' fundamental training.

Библиография *References*

- Brandt, S. (1970). *Statistical and computational methods in data analysis*. New York: American Elsevier Publishing Company, INC/
- Буга, Н. Ю. (2006). Становлення наукової та інноваційної діяльності у вищих навчальних закладах. *Економіст*, 9, 60-64.
- Іванченко, Є. & Маслій, О. (2018). Впровадження інноваційних педагогічних технологій та методик у вищу військову освіту – запорука підвищення її якості, *ПБ*, vol 3, № 1, 1-8. DOI: <https://doi.org/10.31649/2524-1079-2018-3-1-001-008>
- Пометун, О.І., & Пироженко, Л.В. (2004). Інтерактивні технології навчання. Київ: Видавництво А.С.К.
- Хом'юк, І.В. & Хом'юк, В.В. (2013). Впровадження інтерактивних технологій у процес викладання фундаментальних дисциплін у технічному ВНЗ. *Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Педагогіка*, 41, 81-85.
- Хом'юк, І.В., & Хом'юк, В.В. (2012). Інтерактивні технології навчання вищої математики студентів технічних ВНЗ. Вінниця: Видавництво ВНТУ.
- Шестопалюк, О.В. (2013). Інноваційні моделі навчання в діяльності вищих навчальних закладів. *Теорія і практика управління соціальними системами*, 3, 118-124.