

Образовательные технологии, методики и приемы

DOI: [10.5281/zenodo.10544751](https://doi.org/10.5281/zenodo.10544751)



О принципах практико-ориентированного обучения математике студентов технического университета

Бадак

Бажена Александровна



заместитель декана, старший преподаватель,
Белорусский национальный технический университет,
Беларусь, Минск
badak.bazhena@bntu.by

Бровка

Наталья Владимировна



кандидат физико-математических наук,
доктор педагогических наук, профессор,
заведующий кафедрой теории функций
Белорусский национальный технический университет,
Беларусь, Минск
n_br@mail.ru

Рукопись получена: 23 ноября 2023 | Пересмотрена: 15 декабря 2023 | Принята: 24 декабря 2023

Аннотация

В статье приведены различные подходы к определению основных принципов обучения студентов математике в техническом университете; дана характеристика принципам, которые служат базисом и педагогической предпосылкой для системной трансформации высшего практико-ориентированного математического образования; рассмотрены примеры реализации принципов практико-ориентированного обучения математике будущих инженеров.

Ключевые слова

практико-ориентированное обучение; компетентностный подход; студенты инженерно-технических специальностей; обучение математике в техническом университете

Для цитирования: Бадак, Б. А. & Бровка, Н. В. (2023). О принципах практико-ориентированного обучения математике студентов технического университета. *THEORIA: журнал исследований в образовании*, 4(2), 11–21. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10544751>

About the Principles of Practice-Oriented Teaching Mathematics to Students of a Technical University

Bazhena A. Badak 

Deputy Dean, Senior Lecturer,
Belarusian National Technical University, Belarus, Minsk
[badak.bazhena\[at\]bk.ru](mailto:badak.bazhena[at]bk.ru)

Natalia V. Brovka 

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,
Head of the Department of Theory of Functions,
Belarusian State University, Belarus, Minsk
[n_br\[at\]mail.ru](mailto:n_br[at]mail.ru)

Received: 23 November 2023 | Revised: 15 December 2023 | Accepted: 24 December 2023

Abstract

The article presents various approaches to determining the basic principles of teaching mathematics to students at a technical university; characterizes the principles that serve as the basis and pedagogical prerequisite for the systemic transformation of the highest practice-oriented mathematical education; considers examples of the implementation of the principles of practice-oriented teaching mathematics to future engineers.

Keywords

Practice-Oriented Training; Competency-Based Approach; Students of Engineering and Technical Specialties; Teaching Mathematics at a Technical University

For citation: Badak, B. & Brovka N. (2023). About the Principles of Practice-Oriented Teaching Mathematics to Students of a Technical University. *THEORIA: Journal of Educational Studies*, 4(2), 11–21. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10544751>

Введение

Современное развитие производства, социальные изменения и технологический прогресс требуют новых подходов к организации образовательного процесса в высшей школе. Выпускники высших учебных заведений должны осознавать свои профессиональные цели, быть способными принимать самостоятельные и компетентные решения, предполагающие саморазвитие и самореализацию в профессиональной деятельности.

Для образовательной подготовки выпускников инженерно-технических специальностей актуальной становится проблема усиления практико-ориентированного характера обучения. Решение этой задачи на уровне вуза возможно через внесение определенных изменений в учебный план и в учебные программы дисциплин подготовки будущих бакалавров. Структурирование и дополнение содержания обучения, внедрение и широкое применение новых форм и методов обучения (тренинги, практикум, групповая работа, проектные методы, проблемные задачи, ситуационные задачи, эвристические задачи и т.д.) с целью реализации практико-ориентированного обучения студентов математике требует определения соответствующих принципов организации образовательного процесса. Многие учёные-педагоги выделяют основные подходы, свойственные практико-ориентированному обучению:

- Создание условий для приобретения знаний, умений и опыта при изучении

учебных дисциплин с целью формирования у студента мотивированности и осознанной необходимости приобретения профессиональной компетенции в процессе всего времени обучения в университете (Хозяинова, 2017, с. 158);

- Внедрение практико-ориентированных технологий обучения, способствующих формированию у студентов значимых для будущей профессиональной деятельности качеств личности, а также знаний, умений и навыков, обеспечивающих качественное выполнение профессиональных обязанностей по профилю подготовки (Хохлова, 2004, с. 19);
- Создание в университете новых форм профессиональной занятости студентов с целью решения ими реальных научно-практических и опытно-производственных работ в соответствии с профилем обучения (Хуторской, 2017, с. 85-91);
- Организация учебной, производственной и преддипломной практик студента с целью приобретения реальных профессиональных компетенций по профилю подготовки (Чудина, 2020, с. 235-239).

Выделенные подходы нельзя реализовать без приобретения студентами опыта деятельности, уровень которого определяется в логике компетентного подхода. При этом **компетентность** следует понимать, как способность мобилизовать свои знания и опыт для решения конкретных задач по профилю будущей профессиональной деятельности.

Учебная дисциплина «Математика» играет решающую роль в учебной программе технического университета, поскольку обладает значительным потенциалом для образовательного и личностного роста. Математика является фундаментом формирования универсальных и базовых профессиональных компетенций; служит аналитическим инструментом, помогающим инженерам в решении проблем, организации и управлении различными аспектами производства, технологий и организации; позволяет инженерам критически мыслить в своей области и обеспечивает формальное и количественное описание реальных инженерных процессов. Следовательно, профессиональное образование будущих инженеров требует строгой математической подготовки. Выпускники технических университетов должны уметь в пределах своей специальности: строить математические модели; ставить математические задачи; выбирать подходящий математический метод и алгоритм для решения задач; применять для решения задач качественные математические и численные методы с использованием современных вычислительных машин; разрабатывать практические рекомендации на основе проведенного математического анализа.

Отечественные и зарубежные авторы указывают на различные подходы к определению основных принципов обучения студентов математике в техническом университете. Большинство ученых, говоря о принципах обучения в высшей школе, выделяют следующие: научности; фундаментальности и профессиональной направленности (Малыгина, 2008, с. 256); систематичности и последовательности (Hankeln et al., 2019); активности и сознательности (Васильева, 2014, с. 23); принцип связи теории с практикой и обучения с жизнью (Бровка, 2014, с. 98); проблемности, наглядности, доступности, целенаправленности (Bergsten et al., 2015); направленности обучения на решение во взаимосвязи задач образования, воспитания и развития (Dreher et al., 2019); единства конкретного и абстрактного в обучении (Magana et al., 2017); деятельностного содержания (2018, с. 28–36). Данные принципы реализуются как в учебном

процессе в целом, так и в отдельных его компонентах. Согласно принципу первичности практико-ориентированной учебной деятельности, предлагаемым Е.Г. Евсеевой, студент должен осознавать практико-ориентированный результат своей учебной деятельности, и какие учебные действия привели к этому результату. Мы разделяем позицию Е. Г. Евсеевой, что в ходе решения практико-ориентированных задач следует целенаправленно формировать понимание того, в какой области профессиональной деятельности будут востребованы приобретаемые математические умения и навыки (2018, с. 28–36).

Методы и методология

Проблеме практико-ориентированного обучения уделяется значительное место в методических исследованиях. Так, например, Ю.А. Кустов в работе (1990, с. 18) подчеркивает, что практико-ориентированная направленность, являющаяся ведущим принципом, отражающим конечную цель педагогического процесса в высших учебных заведениях, диктует следующие единые для всех звеньев образования требования к системе преемственности: специальность должна быть тем каркасом, на котором строится вся разносторонняя подготовка квалифицированных специалистов; подготовка в технических вузах должна вестись непрерывно и одновременно в тесном взаимодействии с общетеоретическими и общетехническими дисциплинами.

Исследуя психологические аспекты проблемы практико-ориентированного обучения в вузе, М. И. Дьяченко и Л. А. Кандыбович, приходят к следующему выводу: «Формировать практико-ориентированную направленность у студентов – это значит укреплять у них положительное отношение к будущей профессии, интерес, склонности и способности к ней, стремление совершенствовать свою квалификацию после окончания вуза, развить идеалы, взгляды, убеждения, престиж профессии в собственных глазах будущего специалиста» (1981, с. 73).

Согласно требованиям современного образовательного стандарта по специальности «Информационные системы и технологии в проектировании и производстве», в процессе математической подготовки студенты технического университета должны овладеть следующими универсальными компетенциями (УК) (ОСВО, 2023): быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности (УК-5); решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий (УК-2); обладать навыками творческого аналитического мышления (УК-11). К базовым профессиональным компетенциям (БПК), формируемым в процессе изучения дисциплин «Теория вероятности и математическая статистика», «Специальные математические методы и функции» отнесены компетенции (ОСВО, 2023): взаимодействовать со специалистами смежных профилей (БПК-22); анализировать и оценивать собранные данные (БПК-23); разрабатывать бизнес-планы создания новых информационных технологий (БПК-27); оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность разрабатываемых информационных технологий (БПК-28).

Под **практико-ориентированным обучением** математике в техническом университете будем понимать обучение, предусматривающее целенаправленную реализацию сопутствующих и перспективных содержательных межпредметных связей математики и профессионально-ориентированных дисциплин как необходимого условия

формирования основ базовых профессиональных и универсальных компетенций студентов технического вуза. Выбор принципов практико-ориентированного обучения математике студентов технических специальностей, по нашему мнению, определяется методологическими подходами, на основе которых проектируется обучение. Методологическими основаниями практико-ориентированного обучения математике студентов инженерно-технических специальностей являются: личностно-ориентированный, компетентностный, деятельностный, контекстный, системный подходы.

Предложенные Е. Г. Евсеевой, согласно парадигме деятельностного подхода к обучению, принципы практико-ориентированной математической подготовки студентов технических специальностей, нами дополнены *принципом актуализации универсальных компетенций, первичности практико-ориентированной учебной деятельности, принципом практико-ориентированного целеполагания и определения содержания обучения, принципом межпредметной интеграции, принципом активного включения.*

Принцип актуализации универсальных компетенций предполагает, что, формируя содержание учебной программы по математике, следует руководствоваться, прежде всего, квалификационными требованиями образовательного стандарта. В результате освоения образовательной программы у будущих инженеров-программистов должны быть сформированы, в частности, компетенции, имеющие практико-ориентированный характер: навыки анализа исходных и выходных данных решаемых задач и формами их представления; умения выполнять алгоритмизацию инженерных задач, проводить анализ предметной области и формировать логическую и физическую структуру соответствующей базы данных, оценивать эффективность алгоритмов взаимодействия с БД, разрабатывать модели оценки надежности для конкретных программных продуктов на основе положений действующего образовательного стандарта. В процессе овладения математическими знаниями, в ходе построения и решения математических моделей у студентов должны быть развиты способности: к абстрактному мышлению, анализу, синтезу; решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности; проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

Согласно **принципу первичности практико-ориентированной учебной деятельности** студент должен осознавать практико-ориентированный результат своей учебной деятельности, и какие учебные действия привели к этому результату. В ходе решения практико-ориентированных задач следует целенаправленно формировать понимание того, в какой области профессиональной деятельности будут востребованы приобретаемые математические умения и навыки. Так, например, освоение машинного обучения и искусственного интеллекта невозможно без знаний математического анализа и дифференциальных уравнений. Модели машинного обучения часто оптимизируют с помощью градиентного спуска. Цель такой оптимизации – найти набор параметров модели, которые минимизируют определенную функцию потерь. В алгоритме обратного распространения, который используется для обучения нейронных сетей, градиенты функции потерь относительно весов и смещений сети вычисляются с помощью цепного правила. Многие задачи в машинном обучении и

искусственного интеллекта связаны с решением дифференциальных уравнений, которые описывают скорость изменения системы во времени. Решение этих уравнений позволяет моделировать широкий спектр физических и биологических систем – от распространения болезней до поведения финансовых рынков.

Принцип практико-ориентированного целеполагания и определения содержания обучения заключается в создании условий, при которых будут формулироваться и осознаваться студентами цели обучения математике в процессе практико-ориентированных учебных действий. Студенты при изучении каждой конкретной темы математической дисциплины, исходя из этого, ставят цель и формулируют задачи для освоения темы, выбирают форму и темп обучения. Эффективность реализации данного принципа в обучении студентов технических специальностей существенно зависит от структурирования содержания обучения математике, выбора методов обучения. Важно, также, умение преподавателя помочь студенту осознать практическую значимость учебного материала каждого занятия по математике в профессиональной деятельности инженера. Соблюдение этого принципа ориентирует на конструирование практико-ориентированного результата учебной деятельности студентов. Следует развивать у них умение самостоятельно формулировать цели изучения каждой темы математической дисциплины, выделять в ней микроцели. Найденные студентом способы достижения цели, осознание практической значимости изучения конкретных разделов математики, предложенные методы осуществления этих способов, являются продуктами их образовательной деятельности.

Принцип межпредметной интеграции заключается в определении содержательных и методологических связей математики с дисциплинами естественно-научного цикла подготовки, а также в использовании материала этих дисциплин при изучении математики. Применение данного принципа в процессе обучения математическим дисциплинам позволяет устранить существующее противоречие между преимущественно теоретическим характером изучения математического содержания дисциплин и необходимостью практического навыка применения теоретических знаний в профессиональной деятельности. Рассмотрим реализацию этого принципа на примере решения следующей задачи:

Задача. Материальный ущерб, принесённый предприятию «Смартмашин» в ходе сертификации оборудования, изменяется в зависимости от величины p по формуле:

$$M(p) = \ln\left(1 + \frac{p}{a}\right)^b, a > 1, b > 1 - \text{некоторые постоянные, } 0 \leq p \leq 0,2,$$

где p – количество неисправных машин на предприятии (дес. шт.).

Аппроксимировать функцию $M(p)$ линейной функцией и оценить погрешность оценки.

С позиций математики задача сводится к разложению функции в ряд Маклорена и оценке погрешности вычислений:

$$\ln(1+x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \dots + (-1)^{n-1} \frac{x^n}{n} + \dots, -1 < x \leq 1; \quad (1)$$

$$\ln\left(1 + \frac{p}{a}\right)^b = b \ln\left(1 + \frac{p}{a}\right) = b \left(\frac{p}{a} - \frac{p^2}{2a^2} + \frac{p^3}{3a^3} - \dots\right), -1 < \frac{p}{a} \leq 1. \quad (2)$$

Поскольку по условию задачи функцию $M(p)$ необходимо аппроксимировать линейной функцией, то в разложении (2) нужно взять только первый член ряда: $M(p) \approx \frac{bp}{a}$. При этом допущенная погрешность не превосходит первого отброшенного члена ряда, т.е. $\delta \leq \frac{0,02p^2}{a^2}$. Наибольшая погрешность в вычислениях будет допущена

при максимальном значении параметра p : $p = 2$ и, соответственно, $\delta \leq \frac{0,02p^2}{a^2}$.

С позиций профессиональной подготовки специалиста решение задачи способствует формированию у студентов умений: анализировать рабочую обстановку по таким параметрам, как количество неисправного оборудования и размер материального ущерба, понесённого во время сертификации; определять зависимость размера ущерба от количества сломанного оборудования; выполнять прогноз о размере ожидаемого ущерба; оценивать точность сделанного прогноза. При соблюдении принципа межпредметной интеграции студент получает возможность изучения фундаментальных понятий математики в предметном поле будущей профессиональной деятельности, естественнонаучных и специальных дисциплин.

Принцип активного включения реализуется в образовательной практике с помощью эвристического обучения. Приведём примеры эвристических заданий по дисциплине «Дискретная математика», предлагаемых студентам первого курса факультета информационных технологий и робототехники Белорусского национального технического университета специальности 6-05-0611-01 «Информационные системы и технологии в проектировании и производстве», которые способствуют активизации самостоятельной деятельности, включённости в процесс коммуникации и осмыслению понятий математики.

А. Эвристическое задание по теме «Бинарные отношения в бизнес-процессах»:

Преамбула задания: В математике бинарное отношение можно рассматривать как расширение понятия функции, т.е. бинарным отношением между множествами A и B называется любое подмножество P декартова произведения множества A на множество B . Часто, чтобы обозначить принадлежность упорядоченной пары (a, b) к бинарному отношению P используют обозначения $P(a, b)$ или aPb . При этом говорят, что a находится в отношении P к b . В бизнес-процессе задание направляется не одному исполнителю, а множеству возможных исполнителей. Выполняет это задание тот пользователь, который первым возьмет его на исполнение. Для автоматизации процессного управления предприятиями разработан специальный класс компьютерных систем – системы управления бизнес-процессами и административными регламентами (далее СУБПиАР).

Постановка задания:

1. Приведите от трёх до пяти примеров возможностей инициализации ролей при помощи функций над исполнителями с применением бинарных отношений. Возможность использования отношений для инициализации ролей бизнес-процессов реализуйте в промышленной СУБПиАР.

2. Зададим отношение в СУБПиАР как множество пар (Исполнитель 1, Исполнитель 2), в которых Исполнитель является пользователем или группой пользователей. Опишите алгоритм инициализации роли в этом случае.

3. Создайте концепцию отношений в интерфейсе среды исполнения бизнес-процессов.

В. Эвристическое задание по теме «Моделирование логистических процессов на предприятии с помощью графов»

Преамбула задания: Сфера анализа процесса закупок на производственном предприятии обширна. Анализ процесса закупок можно разделить на две группы: анализ протекания процессов закупок и управленческий анализ процессов закупок.

Постановка задания:

1. Приведите три-четыре примера использования графов на экономическом (логистическом) предприятии на примере поставок, транспортных закупок, логистических затрат.
2. Представьте иерархию управленческого анализа логистических процессов конкретного предприятия с помощью графа. Дерево графа может быть нисходящим и изображать следующие методы экономического анализа: динамические сравнения, сравнения с эталоном, пространственные сравнения и др.
3. Постройте граф, отображающий анализ процесса закупок с описанием соответствующих характеристик и критериев: анализ объёма, динамики и структуры закупок, анализ складских процессов, эффективность складских инвестиций, выбор источников закупок и др.

Указание: Граф, а также иерархию управленческого анализа можно построить в конструкторе диаграмм draw.io, используя ссылку <https://app.diagrams.net>.

По мнению авторов, на практико-ориентированное обучение математике в техническом университете существуют два взгляда. Во-первых, под ним понимается система потребностей, мотивов, интересов и склонностей, выражающих отношение личности к будущей профессии. Систематическое ознакомление студентов с их общей профессиональной деятельностью и встречи с лучшими представителями выбранной специальности интенсифицируют процесс формирования практико-ориентированного обучения. Другой взгляд на практико-ориентированное обучение в техническом вузе состоит в том, что рассматривается содержание образования, проблемы его построения: имеются существенные различия между принципом практико-ориентированной направленности и общим принципом связи теории с практикой. Реализация первого принципа не противоречит второму, однако принцип практико-ориентированной направленности предусматривает не только связь с производственным обучением, он требует включать и теоретическое обучение, а также организацию межпредметных связей специальных дисциплин, использование практико-ориентированного обучения в учебном процессе по общеобразовательным предметам.

Результаты и их обсуждение

Практико-ориентированная направленность обучения математике в вузе имеет сложную структуру, не сводимую только к формированию универсальных компетенций или к воспитательным мероприятиям. Наряду с мотивационно-целевыми аспектами, она непосредственно касается существа вопросов отбора содержания образования, форм и методов обучения. Решение этих вопросов является важнейшим дидактическим условием успешной организации практико-ориентированного обучения математике. Курс математики в технических вузах должен отвечать требованиям фундаментальности и профессиональной направленности, которые не противоречат друг другу, а способствуют общей образованности студентов и их профессиональной подготовке. Реализация в обучении математике принципов практико-

ориентированного обучения предполагает развитие мышления и формирование универсальных и базовых профессиональных компетенций; обеспечение математического аппарата для изучения специальных дисциплин и профессиональной подготовки; формирование навыков непрерывного самообразования и развития. Перечисленные задачи требуют решения на содержательном и методическом уровнях организации процесса обучения с учетом специфики математики как науки и как учебного предмета.

Заключение

Считая хорошую математическую подготовку неотъемлемой частью полноценного инженерного образования, Б.В. Гнеденко обращает внимание на то, что «математическое образование – это не только передача сведений по различным областям математики, знакомство с ее результатами, понятиями и методами исследования, но и формирование научного мировоззрения» (1981, с. 45). Поэтому учить математике, как утверждает Б.В. Гнеденко, «следует не вообще, а так, чтобы содействовать познанию закономерностей окружающего мира; чтобы обучающиеся ясно представляли себе происхождение основных понятий и процесс научного прогресса; чтобы студенты одновременно получали навыки практического использования теории, которые являлись бы естественным условием развития теоретического знания; учить так, чтобы полученные знания не были бесполезным грузом, а постоянно использовались на практике» (1981, с. 63).

В результате анкетирования студентов 1-ых и 4-ых курсов Белорусского национального технического университета факультета информационных технологий и робототехники (82,4 % опрошенных составили первокурсники (80 человек) и 94,7 % – выпускники (90 человек)) было установлено, что в качестве ведущего мотива практико-ориентированного обучения признана возможность, во-первых, получить серьёзную, фундаментальную математическую подготовку, во-вторых, освоить методы современных компьютерных разработок. Таким образом, практико-ориентированная математическая подготовка становится всё более значимой по мере того, как выступает основанием для систематизации и решения практико-ориентированных, прикладных задач.

Принципы практико-ориентированного обучения математике студентов технического университета регулируют в образовательном процессе соотношение общего и специфического, определяют диалектику взаимодействия целостного развития личности и ее особенного, профессионального. Именно это обстоятельство предопределяет особую дидактическую значимость этих принципов в современном образовании будущих инженеров.

Литература

- Бровка, Н. В. (2014). О реализации компетентностного подхода в обучении студентов математике. *Веснік Брэскага ўніверсітэта. Серыя 3. Філалогія. Педагогіка. Псіхалогія*, 2, 98–104.
- Васильева, М. А. (2014). *Профессионально-прикладная направленность обучения математике как средство формирования математической компетентности: на примере аграрного вуза*. PhD Thesis, Саранск.
- Гнеденко, Б. В. (1981). *Математическое образование в вузах*. Москва.

- Дьяченко, М. И. & Кандыбович, Л. А. (1981). *Психология высшей школы*. Минск: Высш. школа.
- Евсеева, Е. Г. & Попова, С. С. (2018). Математическое моделирование в профессионально ориентированном обучении математике будущих химиков. *Международный сборник научных работ «Дидактика математики: проблемы и исследования»*, Вып. 48, 28–36.
- Кустов, Ю. А. (1990). *Творческие основы преемственности профессиональной подготовки молодёжи в профессионально-технических училищах и технических вузах*. PhD Thesis, Казань.
- Малыгина, О. А. (2008). *Обучение высшей математике на основе системно-деятельностного подхода: учеб. пособие*. Москва: Изд-во ЛКИ.
- Образовательный стандарт высшего образования (ОСВО 6-05-0611-01-2023) (2023). Минск: Министерство образования Республики Беларусь.
- Хозяинова, М. С. (2017). *Обучение содержательному анализу математического материала при изучении алгебры в техническом вузе*. PhD Thesis, Сыктывкар.
- Хохлова, М. В. (2004). *Методика конструирования системы задач и ее применение в обучении математике студентов технических ВУЗов*. PhD Thesis, Киров.
- Хуторской, А. В. (2017). Методологические основания применения компетентностного подхода к проектированию образования. *Высшее образование в России*, 12, 85–91.
- Чудина, Е. Ю. (2020). Реализация принципа внутренней дифференциации при обучении математике в условиях дистанционного обучения в инженерном вузе. *Вестник Донецкого национального университета. Серия Б. Гуманитарные науки*, 3, 235–239.
- Bergsten, C., Engelbrecht, J. & Kågesten O. (2015). Conceptual or procedural mathematics forengineering students – views of two qualified engineers from two countries. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 46 (7), 979–990. (In English)
- Dreher, R., Gornov, A., & Kondratyev, V. (2019). Concept of the Natural Structure of Engineering Training and the Code of Professional Ethics of an Engineer. *Higher Education in Russia*, 28 (1), 76–85. (In English)
- Magana A. J., & Coutinho, G. S. (2017). Modeling and simulation practices for a computational thinking-enabled engineering workforce. *Comput. Appl. Eng. Educ*, 25 (1), 62–78. (In English)
- Hankeln, C., Adamek, C. & Greefrath G. (2019). Assessing Sub-competencies of Mathematical Modelling Development of a New Test Instrument. *Lines of inquiry in mathematical modelling research in education*, 143–160. (In English)

References

- Brovka, N. V. (2014). On the implementation of the competency-based approach in teaching students mathematics. *Bulletin of the Bresk University. Gray 3. Philology. Pedagogy. Psychology*, 2, 98–104. (In Russian)
- Vasilyeva, M. A. (2014). *Professional and applied orientation of teaching mathematics as a means of developing mathematical competence: on the example of an agricultural university*. PhD Thesis, Saransk. (In Russian)
- Gnedenko, B. V. (1981). *Mathematics education in universities*. Moscow. (In Russian)
- Dyachenko, M. I., & Kandybovich, L. A. (1981). *Psychology of higher education*. Minsk: Higher. school. (In Russian)
- Evseeva, E. G. (2018). Mathematical modeling in professionally oriented teaching of mathematics to future chemists. *International. sat. scientific works “Didactics of mathematics: problems and research”*, 48, 28–36. (In Russian)
- Kustov, Yu. A. (1990). *Creative foundations for the continuity of professional training of young people in vocational schools and technical universities: Author's abstract. dis. ... Dr. ped. Sci.* – Kazan, 1990. (In Russian)

- Kustov, Yu. A. (1990). *Creative foundations for the continuity of professional training of young people in vocational schools and technical universities*. PhD Thesis, Kazan. (In Russian)
- Malygina, O. A. (2008). *Teaching higher mathematics based on the system-activity approach: textbook. allowance*. Moscow: Publishing house LKI. (In Russian)
- Educational standard of higher education (OSVO 6-05-0611-01-2023) (2023). Minsk: Ministry of Education of the Republic of Belarus. (In Russian)
- Khozyainova, M. S. (2017). *Teaching meaningful analysis of mathematical material when studying algebra at a technical university*. PhD Thesis, Syktyvkar. (In Russian)
- Khokhlova, M. V. (2004). *Methodology for constructing a system of problems and its application in teaching mathematics to students of technical universities*. PhD Thesis, Kirov. (In Russian)
- Khutorskoy, A. V. (2017). Methodological grounds for applying the competency-based approach to educational design. *Higher education in Russia*, 12, 85–91. (In Russian)
- Chudina, E. Yu. (2020). Implementation of the principle of internal differentiation in teaching mathematics in the conditions of distance learning at an engineering university. *Bulletin of Donetsk National University. Series B. Humanities*, 3, 235–239. (In Russian)
- Bergsten, C., Engelbrecht, J. & Kågesten O. (2015). Conceptual or procedural mathematics forengineering students – views of two qualified engineers from two countries. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 46 (7), 979–990.
- Dreher, R., Gornov, A., & Kondratyev, V. (2019). Concept of the Natural Structure of Engineering Training and the Code of Professional Ethics of an Engineer. *Higher Education in Russia*, 28 (1), 76–85.
- Magana A. J., & Coutinho, G. S. (2017). Modeling and simulation practices for a computational thinking-enabled engineering workforce. *Comput. Appl. Eng. Educ*, 25 (1), 62–78.
- Hankeln, C., Adamek, C. & Greefrath G. (2019). Assessing Sub-competencies of Mathematical Modelling Development of a New Test Instrument. *Lines of inquiry in mathematical modelling research in education*, 143–160.