

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УДК 378.091.64:51(043.3)

**Мателенок  
Анастасия Петровна**

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ  
И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА  
ПО МАТЕМАТИКЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ  
ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ  
(на примере специальностей «Химическая технология природных  
энергоносителей и углеродных материалов»,  
«Системы водного хозяйства и теплогазоснабжения»)**

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук  
по специальности 13.00.02 – теория и методика  
обучения и воспитания (математика)

Минск, 2020

Научная работа выполнена в УО «Витебский государственный университет им. П. М. Машерова»

Научный руководитель

**Вакульчик Валентина Степановна,**  
кандидат педагогических наук, доцент,  
доцент кафедры высшей математики  
УО «Полоцкий государственный университет»

Официальные оппоненты:

**Аршанский Евгений Яковлевич,**  
доктор педагогических наук, профессор,  
профессор кафедры химии  
УО «Витебский государственный университет им. П. М. Машерова»

**Прохоров Дмитрий Игоревич,**  
кандидат педагогических наук,  
заместитель декана факультета повышения  
квалификации педагогических работников  
ГУО «Минский городской институт  
развития образования»

Оппонирующая организация

**УО «Мозырский государственный педагогический университет им. И. П. Шамякина»**

Защита состоится 21 сентября 2020 года в 14.00 на заседании совета по защите диссертаций Д 02.01.23 при Белорусском государственном университете по адресу: г. Минск, ул. Ленинградская, 8 (корпус юридического факультета), ауд. 407. Телефон ученого секретаря +375-17-209-57-09, e-mail: krotov@bsu.by.

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной библиотеке Белорусского государственного университета.

Автореферат разослан        мая 2020 года.

Ученый секретарь

совета по защите диссертаций

доктор физико-математических наук

профессор



В. Г. Кротов

## ВВЕДЕНИЕ

Проблема повышения эффективности подготовки выпускников, ее методического сопровождения согласуется с социальным заказом Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 г.<sup>1</sup>, требующим перехода к новой парадигме образования, в основе которой находится «развитие у обучающихся способностей, дающих возможность самостоятельно усваивать знания, творчески их перерабатывать, внедрять его в практику и нести ответственность за свои действия». Подчеркивается, что ведущей задачей «станет формирование личности с системным мировоззрением, критическим, социально и экологически ориентированным мышлением».

Вместе с тем в обучении математике студентов технических специальностей имеется ряд противоречий между:

- низким уровнем исходной математической подготовки у значительной части студентов, отсутствием у них сформированной на достаточном уровне познавательной самостоятельности и возрастающими требованиями современного производства к качеству их математического образования;

- необходимостью выделения на самостоятельное овладение студентами значительного объема математической информации, в условиях сокращения сроков обучения в учреждениях высшего образования, и отсутствием у большинства студентов мотивации, навыков и умений к такому ее изучению;

- возможностями математического аппарата как инструмента для решения технических задач, в том числе экологического содержания, и отсутствием многообразия учебно-методических комплексов (УМК) по математике, отражающих ее связь с естественнонаучными, общепрофессиональными и специальными дисциплинами конкретных специальностей.

Обозначенные тенденции могут привести к снижению уровня подготовки кадров. Поэтому возникает необходимость создания УМК, реализующего в обучении математике многообразие изданий деятельностно и профессионально ориентированных дидактических материалов.

Научные публикации ученых Беларуси (Н. В. Бровки, А. В. Макарова, И. А. Новик, Б. В. Пальчевского и др.), России (В. М. Монахова, А. Д. Рапопорт и др.) раскрывают общие теоретические основы создания современных электронных УМК (ЭУМК) и УМК, формулируют стержневые требования к этим комплексам.

Анализ статей, монографий, диссертаций по УМК показал, что среди них отсутствуют исследования, раскрывающие научно-методические основы разработки и использования УМК по математике с позиции

---

<sup>1</sup> Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 г. [Электронный ресурс] // протокол заседания Президиума Совета Министров Республики Беларусь от 2 мая 2017 г. № 10. – Режим доступа: <http://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf>. – Дата доступа: 24.11.2019.

полипарадигмального подхода; учета взаимосвязей содержания общепрофессиональных и специальных дисциплин с курсом математики для конкретных технических специальностей, в частности для специальностей «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», «Системы водного хозяйства и теплогазоснабжения».

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Связь работы с научными программами (проектами), темами**

Результаты диссертации получены при выполнении научно-исследовательских тем: «Научно-теоретические и методические основы проектирования УМК по курсу “Математика” для нематематических специальностей. Развитие математического аппарата» (№ ГР 20061604), «Формы, методы и методические средства совершенствования организации познавательной деятельности студентов в обучении математике на нематематических специальностях. Развитие математического аппарата» (№ ГР 20140437), «Научно-методические основы формирования познавательной самостоятельности студентов в обучении математике на нематематических специальностях. Развитие математического аппарата» (№ ГР 2016122). Тема исследования соответствует направлению, обозначенным в государственной программе «Образование и молодежная политика» на 2016–2020 годы, утвержденной постановлением Совета Министров № 250 от 28 марта 2016 года.

### **Цель и задачи исследования**

*Цель исследования* – выявление и раскрытие научно-методических основ разработки и использования учебно-методического комплекса, направленного на повышение эффективности обучения математике студентов технических специальностей «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», «Системы водного хозяйства и теплогазоснабжения».

*Задачи исследования:*

1. Выявить теоретические основания разработки УМК для повышения эффективности обучения математике студентов исследуемых технических специальностей.
2. Обосновать введение в структуру УМК специальных средств обучения математике, создать фонд профессионально ориентированных заданий, проект интегрированного модуля «Моделирование».
3. Разработать методику обучения математике студентов исследуемых технических специальностей посредством УМК, определить этапы ее реализации.
4. Создать учебно-методическое обеспечение обучения математике студентов исследуемых технических специальностей на основе УМК и экспериментально оценить его эффективность.

Общая методология исследования опиралась на научно-педагогические работы С. И. Архангельского, Ю. К. Бабанского, В. И. Загвязинского и др. Конкретно-научный уровень методологии составили исследования в области теоретических основ УМК и учебника (В. П. Беспалько, А. В. Макаров, В. М. Монахов и др.); дидактические подходы: системно-деятельностный (А. А. Вербицкий, А. Д. Король, А. П. Сманцер, А. А. Столяр и др.); когнитивно-визуальный, дифференцированный (Н. В. Бровка, И. Э. Унт и др.); модульный, компетентностный (О. Л. Жук, П. А. Юцявичене, Л. И. Майсеня и др.); полипарадигмальный (Л. С. Лихачева, Д. Г. Медведев и др.), инновационные концепции подготовки студентов вузов (Е. Я. Аршанский, В. А. Гайсенюк, В. М. Котов, В. Г. Кротов и др.). Частно-научная методология базировалась на работах по методике обучения математике и эффективности методических систем (И. А. Новик, Г. М. Булдык, С. А. Гуцанович, В. В. Казаченок, С. А. Мазаник, О. И. Мельников, В. Г. Скатецкий и др.).

### **Научная новизна**

Определены теоретические основания разработки УМК для обучения математике студентов с позиции полипарадигмального подхода; выявленных условий установления взаимосвязей содержания общепрофессиональных и специальных дисциплин с курсом математики для специальностей «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», «Системы водного хозяйства и теплогазоснабжения». В структуру УМК включены специальные средства обучения, повышающие эффективность обучения математике студентов технических специальностей.

Впервые создан фонд профессионально ориентированных заданий экологического, химико-технологического характера, выделены требования по подбору и составлению задач с указанным содержанием. Разработана методика обучения математике посредством использования УМК для студентов исследуемых технических специальностей в условиях сокращения числа аудиторных часов, основанная на информационной насыщенности математическими моделями, иллюстрирующими востребованность и универсальность математического аппарата, реализующая возможность индивидуальных траекторий его изучения и обеспечиваемая принципами пролонгации, профессиональной направленности, развивающего обучения в сочетании с традиционными дидактическими принципами, необходимыми для разработки содержания компонентов УМК. Проведена конкретизация указанной методики обучения в авторском проекте реализации интегрированного модуля (ИМ) «Моделирование» для специальности «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

### Положения, выносимые на защиту

1. *Теоретические основания разработки УМК по математике для студентов технических специальностей «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», «Системы водного хозяйства и теплогазоснабжения»*, включающие:

– *пути совершенствования существующих УМК* в условиях сокращения числа аудиторных часов: изменение содержательного наполнения компонентов УМК по математике; усиление междисциплинарных связей математики с общепрофессиональными и специальными дисциплинами; разработка специальных средств для обучения студентов систематизации и логической организации математической информации;

– *полипарадигмальный подход* как регулятивную основу обеспечения эффективности обучения математике студентов технических специальностей посредством созданного УМК (закрывающегося в комплексном соотношении системно-деятельностного, модульного, дифференцированного, когнитивно-визуального и компетентностного подходов);

– *обогащенные и конкретизированные принципы* отбора содержания и конструирования УМК по математике для студентов технических специальностей: *продолжения* (предполагает установление взаимосвязей математики с физикой, химией, информатикой и их учет в процессе составления и использования задач междисциплинарного содержания); *профессиональной направленности* (ориентирует на формирование у студентов опыта использования математического аппарата в будущей профессиональной деятельности); *развивающего обучения* (требует поэтапного усиления уровня самостоятельности студентов в процессе решения математических задач) в сочетании с общедидактическими принципами.

– *условия установления взаимосвязей содержания общепрофессиональных и специальных дисциплин с курсом математики* в процессе подготовки студентов специальностей «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», «Системы водного хозяйства и теплогазоснабжения» (учет экологической и химико-технологической составляющих общепрофессиональных и специальных дисциплин в обучении математике; обеспечение формирования опыта переноса свойств и зависимостей, выраженных в математических формулах, на их использование в содержании указанных дисциплин; усиление профессионально ориентированной направленности математической подготовки специалиста);

– *методические требования* к обучению студентов математике на основе УМК, обеспечивающие его эффективность (опоры на дидактические принципы и подходы к обучению математике в соответствии со спецификой подготовки

студентов конкретных специальностей; учета уровня школьной математической подготовки студентов, ее преемственных связей с высшей математикой; реализации в УМК предшествующих, сопутствующих и перспективных междисциплинарных связей математики с естественнонаучными, общепрофессиональными и специальными дисциплинами; обоснованного сочетания посредством УМК многообразия форм, методов, средств обучения математике при определяющей роли самостоятельной работы студентов).

2. *Специальные средства обучения математике, введенные в структуру УМК для исследуемых технических специальностей*: графические схемы и информационные таблицы, алгоритмические и эвристические предписания, частные алгоритмы решения задач, приложения, разработанные в системах компьютерной алгебры, фонд профессионально ориентированных заданий.

*Интегрированный модуль «Моделирование»*, обеспечивающий взаимосвязанное обучение дисциплинам «Высшая математика», «Информатика», «Численные методы» студентов специальности «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», включает:

– *лабораторные работы междисциплинарного содержания*, целью которых является усиление связей математики с общепрофессиональными и специальными дисциплинами, обеспечивающие возможность решения задач по математике экологического и химико-технологического характера (разработка и исследование математической модели высаливания нефти, потерь тепла приемника для выдержки химических продуктов, определение количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и природные бассейны, расчет скорости охлаждения смесей в приемниках-баках, определение химического потенциала газов и другие);

– *задания для внеаудиторной работы студентов*, содержащие профессионально ориентированные задачи;

– *фонд профессионально ориентированных заданий и требования к их разработке* (профессионально ориентированный характер содержания задачи, учет принципа преемственности и другие).

3. *Методика обучения математике студентов исследуемых технических специальностей на основе разработанного УМК, позволяющая выстроить дидактический цикл обучения* и включающая:

– *активные и интерактивные методы обучения* (творческих заданий, эвристического диалога, элементы проектного метода); *методические приемы обучения*, обогащающие и дополняющие традиционные методы, в частности *алгоритмизации* (при решении задач по аналитической геометрии, профессионально ориентированных задач, задач с несколькими решениями, задач по векторной алгебре, дифференциальным уравнениям и др.);

– *формы организации обучения*: «работа в командах», «работа в парах», «студент стационара – студент-заочник», on-line и off-line консультации Google Classroom, лабораторные работы междисциплинарного содержания для специальностей химического профиля, обеспечивающие интерактивную направленность обучения математике;

– *этапы реализации обучения математике* студентов на основе УМК: входной, корректирующий, развивающий, результативный.

4. *Учебно-методическое обеспечение познавательной деятельности студентов исследуемых технических специальностей в обучении математике на основе разработанного УМК*, включающее:

– учебные программы по дисциплинам «Высшая математика», «Информатика» и «Численные методы»;

– 6 учебных пособий (5 из них изданы в соавторстве);

– электронные дидактические материалы (1 ЭУМК);

– материалы для лекционных занятий, разноуровневые материалы для практических занятий, образцы решения заданий, глоссарий, рекомендации преподавателям;

– методическое обеспечение системы диагностики и контроля.

#### **Личный вклад соискателя ученой степени**

Результаты, выносимые на защиту, получены соискателем лично. В публикациях в соавторстве с И. Е. Андрушкевичем, И. В. Бурой, В. С. Вакульчик, А. А. Ермаком, В. А. Жак, Т. И. Завистовской, А. В. Капусто, Ф. Ф. Яско личный вклад соискателя определяется рамками представленных в диссертации результатов. Совместно с научным руководителем осуществлялись постановка задач исследования, выбор методов их решения и обсуждение результатов.

#### **Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов**

Результаты исследования и основные положения диссертации обсуждались на *международных научно-методических и научно-практических конференциях и семинарах*: «Проблемы и перспективы инновационного развития университетского образования и науки» (Гродно, 2015), «Современные тенденции развития науки и технологий» (Белгород, 2015), «Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации» (Переяслав-Хмельницкий, 2015), «Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам» (Мозырь, 2016), «Высшее техническое образование: проблемы и пути развития» (Минск, 2016), «Управление инновациями: теория, методология, практика» (Новосибирск, 2016), «Теоретические и методологические проблемы современной педагогики и психологии» (Магнитогорск, 2017), «Современные проблемы физико-

математических наук» (Орел, 2017), Junior researchers' conference: European and national dimension in research (Novopolotsk, 2017), МЦНС «Наука и просвещение» (Пенза, 2018), International symposium: Humanities and Social Sciences in Europe: Achievements and Perspectives (Berlin, 2018) и других.

Результаты диссертационного исследования обсуждены на научно-методических семинарах кафедры теории функций Белорусского государственного университета, кафедры физико-математических дисциплин Института информационных технологий; внедрены в образовательный процесс учреждений образования «Полоцкий государственный университет», «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», «Белорусский национальный технический университет», «Витебский государственный технологический университет», «Минский городской институт развития образования» и «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» (имеется 11 актов о внедрении).

### **Опубликование результатов диссертации**

Основные результаты диссертации представлены в 35 научных работах, из которых 13 статей, опубликованных в научных изданиях в соответствии с п. 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь (общим объемом 8,8 авторского листа), 22 статьи в научных журналах, сборниках научных работ и материалов научных конференций.

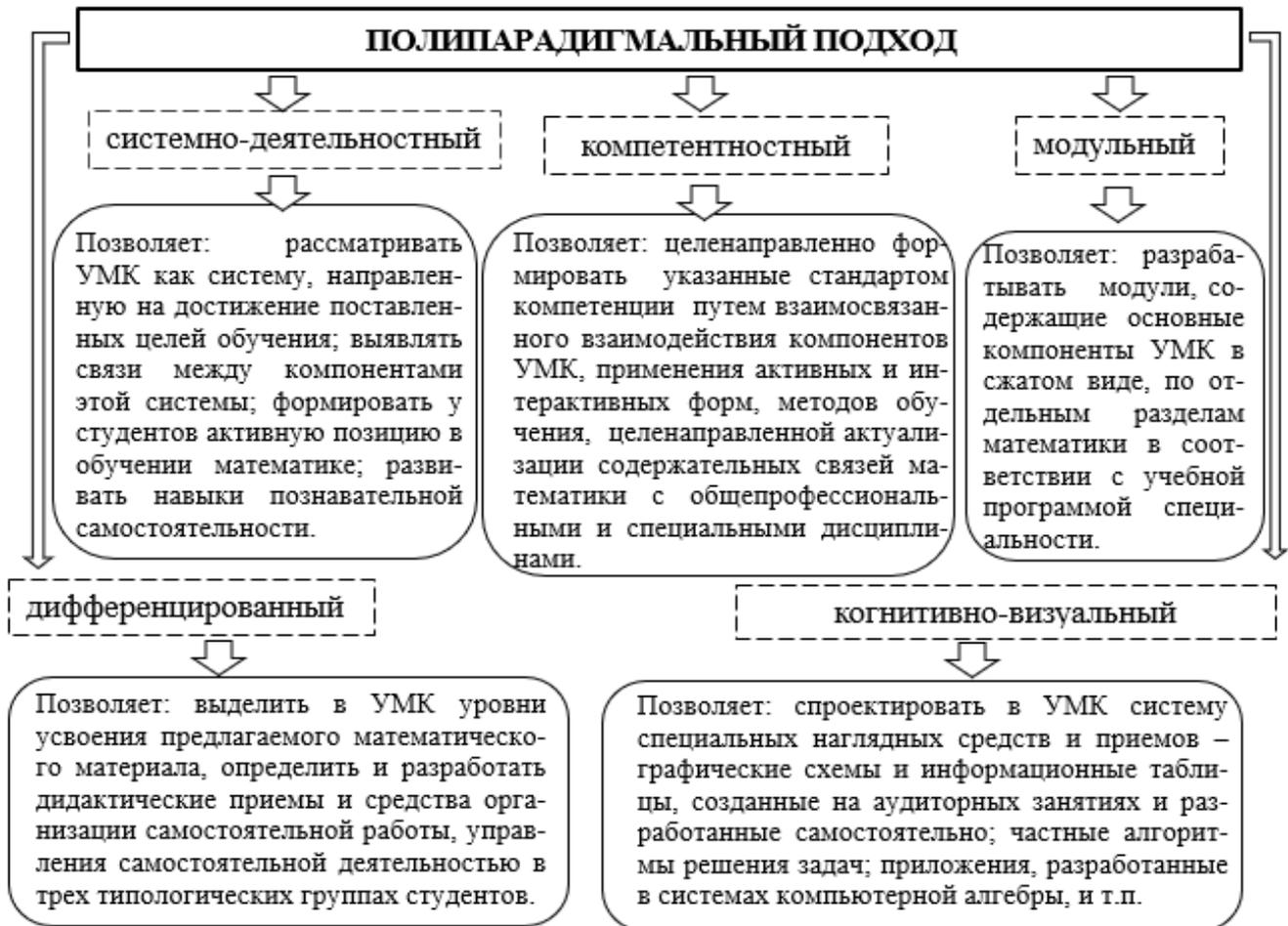
### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, двух глав, заключения, библиографического списка и приложений. Полный объем диссертации составляет 299 страниц, в том числе 21 рисунок, занимающих 8 страниц, 15 таблиц на 8 страницах, 23 приложения на 138 страницах. Библиографический список содержит 225 наименований (на 21 страницах).

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

В первой главе «**Теоретическое обоснование разработки и использования учебно-методического комплекса в обучении математике студентов технических специальностей**» раскрыты теоретические основания разработки УМК в обучении математике студентов исследуемых технических специальностей, установлены структура и функции УМК, обоснована специфика реализации посредством УМК систематического контроля. Проведен историко-логический анализ теории и практики создания УМК, выявлено шесть направлений в диссертационных исследованиях по УМК, уточнено определение УМК. Установлено отсутствие работ по созданию теоретически обоснованных УМК по математике с учетом специфики указанных технических специальностей.

Разработка УМК для обучения математике студентов исследуемых технических специальностей осуществлялась нами с позиции полипарадигмального подхода (рисунок 1). Впервые выявленный подход в Республике Беларусь применен Д. Г. Медведевым относительно процесса обучения теоретической механике. Исходя из положений данного исследования, нами под полипарадигмальным подходом относительно обучения математике студентов исследуемых специальностей понимается комплексное соотнесение системно-деятельностного, модульного, дифференцированного, когнитивно-визуального и компетентностного подходов.



**Рисунок 1. – Реализация полипарадигмального подхода при разработке УМК**

Сравнительный анализ образовательных стандартов специальностей «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» и «Системы водного хозяйства и теплогазоснабжения» показал, что у них имеются значительные пересечения в циклах общепрофессиональных и специальных дисциплин (ОСД), и выявил особенности содержательных взаимосвязей этих дисциплин с курсом математики. В содержании названных дисциплин имеются темы, использующие общие базовые математические понятия и соответствующие математические модели для их изучения (таблица 1).

Таблица 1. – Взаимосвязь содержания ОСД с курсом математики

Экологическая составляющая в ОСД	Энергетическая составляющая в ОСД	Химико-технологическая составляющая в ОСД	Темы в математике
<p>Вычисление мощности источника загрязнения:</p> $S = Q \cdot C + kCV + \frac{d(CV)}{dt}$	<p>Касательное напряжение в турбулентном потоке:</p> $\tau = \mu \cdot \frac{d\bar{u}_x}{dz} + \rho \cdot l^2 \cdot \left( \frac{d\bar{u}_x}{dz} \right)^2$	<p>Скорость реакции в данный момент <math>\tau</math>:</p> $W = -\frac{dm}{Vd\tau}$	<p>Дифференцирование функции одной переменной</p>
<p>Расход жидкости через сечение:</p> $Q = 2\pi \int_0^{r_0} ur dr$	<p>Время истечения при переменном напоре из цилиндрического резервуара:</p> $t = \frac{2L}{\mu\omega\sqrt{2g}} \int_0^{r_0} \sqrt{2r_0 - Hd} (2r_0 - H)$	<p>Высота сепарирующей центрифуги:</p> $h = \int \frac{\omega^2 r}{g} dr$	<p>Интегрирование функции одной переменной</p>
<p>Изменение концентрации отходов описывается уравнением:</p> $\frac{dL}{dt} = -k_1 L$	<p>Уравнение теплового баланса для участка при прямоточном движении реакционной смеси и теплоносителя:</p> $K_T dL(t - t_c) = G_c c_c dt_c$	<p>Изменение температуры в массе материала теплопередающей стенки реактора:</p> $dt_{cm,\tau} = \frac{t'_{cm} - t_{cm}}{t'_m - t_m} dt_\tau$	<p>Теория дифференциальных уравнений</p>

Тесная связь специальностей проявляется в необходимости учета экологической и химико-технологической составляющих ОСД. Поэтому имеет место потребность и возможность переноса свойств и зависимостей, выраженных в математических формулах, на их использование в содержании указанных дисциплин. Отсюда возникает необходимость выделения базовых тем и формирования у студентов опыта поиска путей решения на основе математического моделирования проблем разработки процессов переработки природных энергоносителей, режимов работы систем теплогазоснабжения, водоотведения, вентиляции, охраны воздушного и водного бассейнов и других.

Исходя из выявленных особенностей, можно сделать вывод: для повышения эффективности обучения математике на основе УМК студентов исследуемых технических специальностей при определении его структуры, содержания его структурных элементов особо востребованы принципы пролонгации, профессиональной направленности, развивающего обучения. Принцип пролонгации требует выявления и учета на основе УМК

междисциплинарных связей математики с физикой, химией и информатикой, проектирования задач междисциплинарного содержания. Принцип профессиональной направленности отражает единство двух аспектов: *содержательного*, предусматривающего будущую профессиональную деятельность студентов, и *процессуального*, требующего совокупности методических средств, систематическое применение которых формирует у студентов опыт использования математического аппарата при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин и в будущей профессиональной деятельности. Принцип развивающего обучения подразумевает разработку поэтапной методики, осуществляющей постепенный переход от методической помощи в решении задач базового к задачам прикладного, творческого уровней.

В контексте определения учебно-методического комплекса, предложенного И. А. Новик, под УМК по математике для исследуемых технических специальностей нами понимается система учебных пособий, дидактических средств и методик, органически связанных между собой, спроектированных в соответствии с особенностями взаимосвязи содержания общепрофессиональных и специальных дисциплин с курсом математики в подготовке студентов выбранной специальности, ориентированных на организацию разноплановой деятельности студентов и педагогов, позволяющих студентам с помощью современных форм и методов обучения овладеть содержанием дисциплины и служащих для эффективного решения целей учреждения высшего образования.

В созданном УМК имеется ядро – совокупность учебных пособий, в каждом из которых спроектированы структурные элементы УМК в сжатой статичной форме. В учебных пособиях, спроектированных аудиторных занятиях содержание дисциплины «Математика», необходимое для овладения математикой на базовом, прикладном, творческом уровнях, согласовано со специалистами других кафедр, разработана методика проектирования аудиторных занятий, самостоятельной работы студентов (СРС).

В структуру УМК введены специальные средства: графические схемы и информационные таблицы (способствуют развитию у студентов умений осмысленно овладевать математической информацией: структурировать, систематизировать, логически ее организовывать); алгоритмические и эвристические предписания, частные алгоритмы решения задач (обеспечивают осознанное понимание цели задания, поиск путей его решения, включают в познавательный процесс элементы эвристического обучения); приложения, разработанные в системах компьютерной алгебры (на пропедевтическом уровне знакомят студентов с возможностями систем компьютерной алгебры (СКА), повышают наглядность построения фигур и поверхностей, уменьшают объем

вычислительных преобразований, формируют опыт использования СКА для решения заданий, а в дальнейшем – профессионально значимых задач), фонд профессионально ориентированных заданий (стимулирует студентов к расширению знаний и навыков на прикладном и творческом уровнях, позволяет им получить опыт поисковой деятельности при моделировании химических, экологических и других процессов).

Специальные средства, часть из которых включена в учебные пособия, представленные еще и отдельно от УМК в развернутой, постоянно совершенствующейся форме, придают ему динамичный характер, создают условия для повышения эффекта от его использования. Они важны для более гибкого применения УМК, сопровождения обучения математике с учетом конкретных условий, особенностей потока и данной специальности.

Средства педагогического контроля, находясь во взаимосвязи со всеми структурными элементами УМК, позволяют сконструировать обучающую среду, обеспечивающую студентам овладение навыками регулярной работы, обязательное формирование у них базовых знаний по математике, навыков самоконтроля и познавательной самостоятельности.

Активные и интерактивные методы обучения (творческих заданий, эвристического диалога, элементы проектного метода), реализуемые посредством УМК, помогают студентам в логической организации и систематизации математической информации, решении профессионально значимых задач. Предлагаемый подход к применению УМК создает предпосылки для того, чтобы студент не только мог воспользоваться специально разработанными преподавателем средствами обучения, но и мог научиться их создавать сам.

Изучение исследований (Н. В. Бровки, В. А. Далингера и др.), обосновывающих особую познавательную роль наглядности и ее влияние на качество усвоения информации, явилось базой для разработки, с учетом принципа развивающего обучения, методики реализации образно-знаковой, знаково-текстовой и образной групп когнитивно-визуального подхода в обучении математике. Созданные при этом специальные средства увеличивают наглядность иллюстративного материала, визуализируют, позволяют «охватить единым взглядом» в компактном, систематизированном виде взаимосвязь важных разделов математики и общепрофессиональных и специальных дисциплин (ОСД).

В диссертации раскрыты структурные элементы контролирующего компонента УМК: организационно-планирующий, рефлексивно-регулирующий, мотивационно-целевой, содержательно-информационный, учебно-операционный.

Таким образом, теоретическое обоснование разработки УМК явилось фундаментом для создания методики обучения математике на его основе студентов исследуемых технических специальностей.

Во второй главе «Содержание и организация обучения математике на основе учебно-методического комплекса студентов исследуемых технических специальностей» представлена методика использования УМК во время аудиторных занятий, СРС, описаны алгоритм и модели деятельности преподавателя и студентов; раскрыты содержание, формы, средства обучения математике студентов выделенных специальностей с учетом принципов пролонгации и профессиональной направленности. Приведены результаты статистической обработки данных эксперимента.

В исследовании предложена процессуальная модель деятельности студентов и преподавателя на основе УМК в модуле «Элементы векторной алгебры». Показано, что обеспечение эффективности аудиторных занятий и СРС в обучении математике студентов достигается за счет применения специальных средств обучения. Установлено, что использование форм, методов интерактивного обучения способствует переходу студентов на более высокие его уровни.

Формы, методы и средства, разработанные с применением УМК, обеспечивают формирование у студентов таких академических компетенций, как стремление генерировать новые идеи; овладевать навыками коммуникации; уметь применять базовые теоретические знания для решения практических задач и др.

Представлены особенности методики реализации в обучении математике студентов технических специальностей интерактивной формы «работа в командах». Команда получает для аудиторной и внеаудиторной СРС свой вариант проектного задания в модуле, которое содержит как задания для формирования знаний, умений, навыков, так и разноуровневые задания профессионально ориентированного характера. Эффективность организации СРС в команде повышается применением алгоритмических и эвристических предписаний, которые преподаватель выкладывает в Google Classroom и Moodle. Допускаются on-line и off-line консультации. Представитель каждой команды одну из задач докладывает на практическом занятии. Преподаватель выбирает наиболее важные задания и одного из студентов. Оценка выставляется всей команде. Таким образом, команда заинтересована в понимании решения каждого задания любым ее членом.

Форма «работа в парах» на основе УМК является достаточно эффективной в условиях дефицита аудиторных часов в процессе организации выполнения студентами индивидуального практикума в модулях «Неопределенный интеграл», «Дифференциальные уравнения». Она позволяет студентам овладевать математическим моделированием для изучения других дисциплин, выполнения курсового и дипломного проектирования.

С учетом принципа пролонгации спроектирован методический прием координированного обучения математике и начертательной геометрии. Ниже приведены примеры реализации междисциплинарных связей с использованием систем компьютерной алгебры (СКА) и образцы их выполнения (рисунки 2, 3).

Задание по математике: «Выполнить построение изображения тела, ограниченного указанными поверхностями, в системах компьютерной алгебры (Maple):  $x^2 + y^2 - z^2 = 0$ ,  $(z + 3)^2 + y^2 = 1$ ».

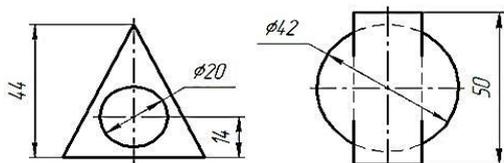
Решение:



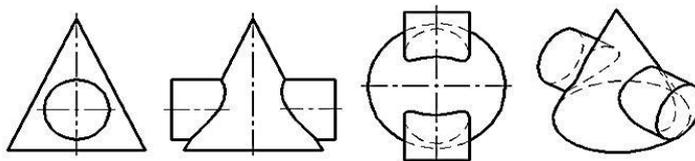
**Рисунок 2. – Образец решения задания по математике**

Задание внеаудиторной контрольной работы по начертательной геометрии: «Даны пересекающиеся тела (конус и цилиндр). Требуется: в AutoCAD построить трехмерную модель пересекающихся тел по указанным в задании размерам; сравнить полученный результат с результатом выполнения задания без программы и проанализировать допущенные ошибки в построении линии пересечения».

Условие задачи:



Результат выполнения:



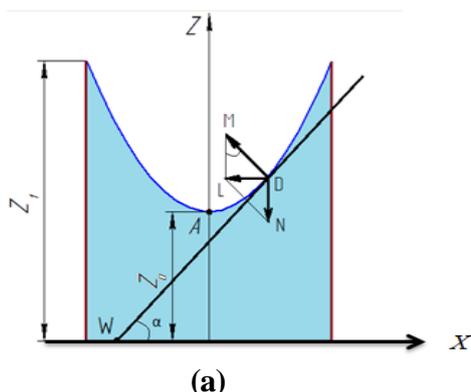
**Рисунок 3. – Образец решения задания по начертательной геометрии**

Выделены требования к подбору и составлению задач по математике с профессионально ориентированным содержанием для студентов исследуемых специальностей: 1) профессионально ориентированное содержание задачи должно иметь узкоспециальный характер; 2) не следует выбирать задачи, перегруженные трудными для понимания техническими и производственными сведениями и расчетами; 3) задачу с производственным содержанием необходимо рассматривать лишь тогда, когда студенты имеют достаточную математическую подготовку.

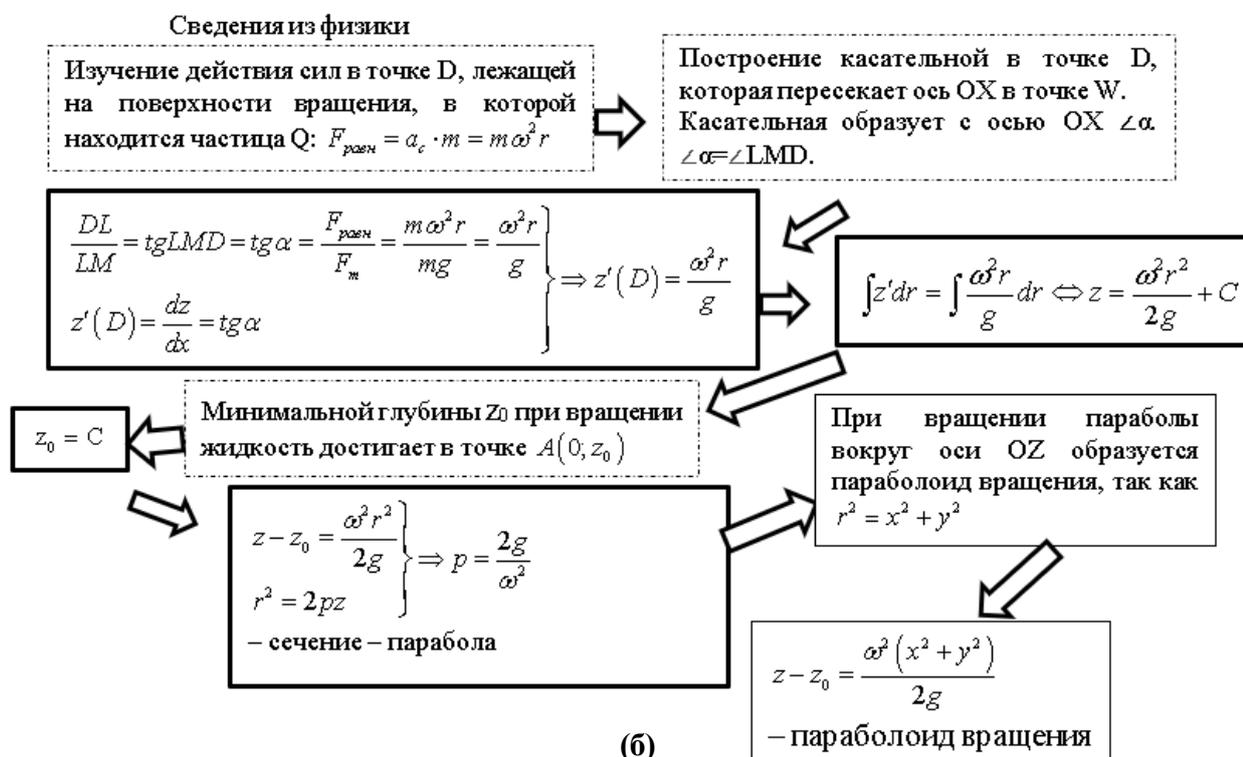
Проведена конкретизация разработанной методики реализации УМК в обучении математике и представлен авторский проект интегрированного модуля «Моделирование», в условиях сжатых сроков получения высшего образования, для специальности «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов». В каждом модуле проектируется система заданий, которые имеют профессиональную направленность, требуют знаний из ОСД: расчет сложного состава смеси; определение максимума скорости окисления оксида азота(II); исследование процесса многоступенчатой экстракции и др.

Согласно А. В. Хуторскому, А. Д. Королю в технологии эвристического обучения присутствует стадия, на которой выявляются индивидуальные продукты обучающихся, фиксируются усвоенные ими способы деятельности. Поэтому составление студентами собственного частного алгоритма рассматривается нами в качестве такого продукта, при составлении которого они учатся логике

рассуждения, осознают и оценивают степень достижения цели задачи, демонстрируют умения и навыки владения математическим аппаратом.



Приведем пример задачи химико-технологического содержания. Студенты решают ее самостоятельно с составлением частного алгоритма (рисунок 4): «Определите форму поверхности жидкости в сепарирующей центрифуге во время ее работы с позиции требований к энергосбережению. Рассчитайте угловую скорость, с которой должна вращаться жидкость, чтобы достичь заданной высоты  $z_1$ ».



**Рисунок 4. – Алгоритм нахождения формы поверхности жидкости в сепарирующей центрифуге (а, б)**

Опыт составления частных алгоритмов при решении математических задач используется затем студентами в процессе изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, при курсовом и дипломном проектировании.

Приведем пример задачи с экологическим содержанием: «Бак цилиндрической формы радиусом 0,75 м и высотой 3,65 м покрыт асбестовой изоляцией толщиной 0,051 м, расположен вертикально на эстакаде и применяется для выдержки продуктов жидких отходов. Раствор поступает в бак при температуре 93°C. Температура окружающей среды 21°C. Рассчитать температуру продуктов выдержки через 5 суток. Справочные данные:  $\gamma = 1018 \text{ кг/м}^3$  – плотность раствора,  $c = 0,6 \text{ ккал/кг} \cdot \text{град}$  – теплоемкость раствора».

На рисунке 5 представлен слайд одного из этапов ее решения, созданный студентом в PowerPoint.

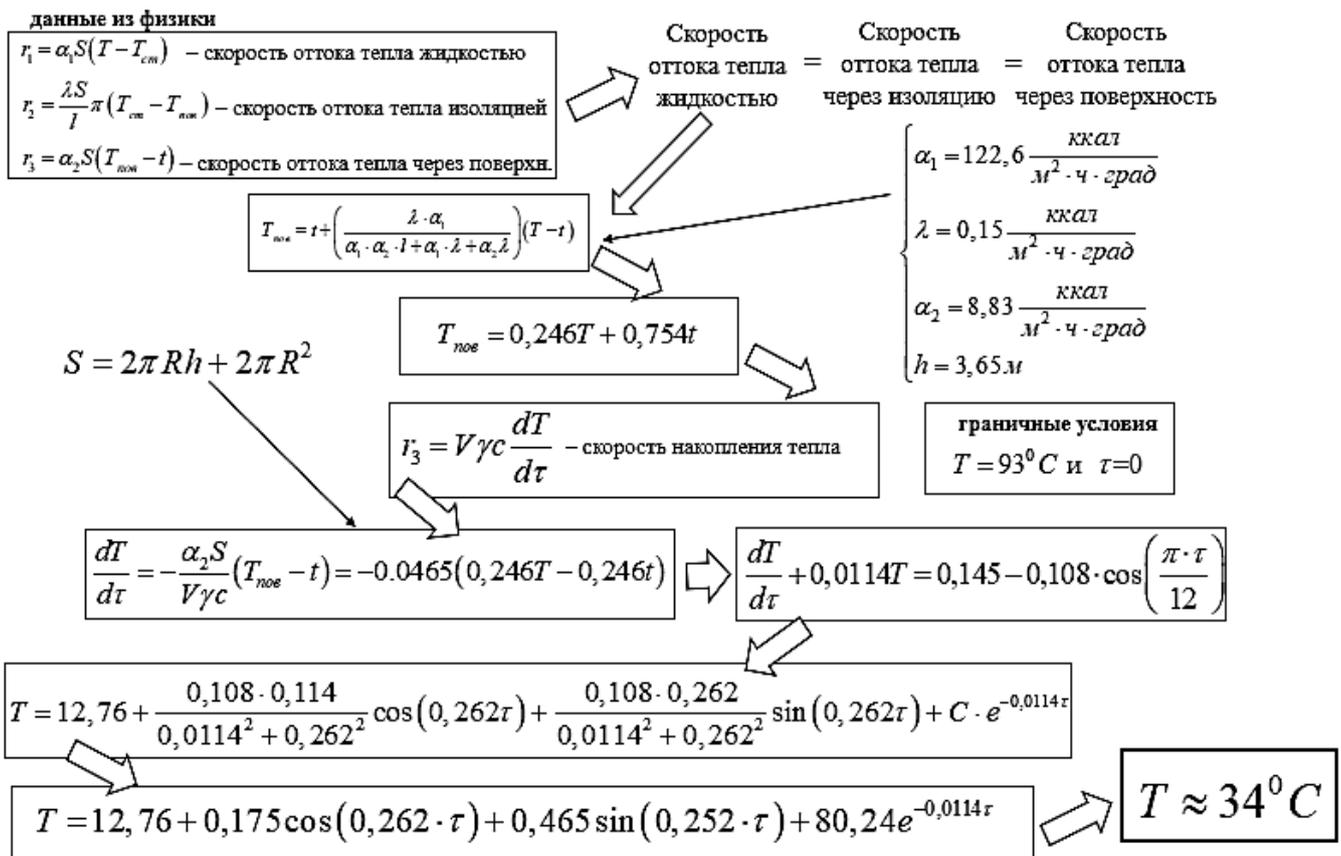


Рисунок 5. – Слайд одного из этапов решения задачи

В диссертации обоснована методика обучения студентов математике посредством реализации УМК на входном, корректирующем, развивающем, результативном этапах. На входном этапе: оценка исходного уровня подготовленности студентов. На корректирующем этапе: постепенное включение специальных средств обучения УМК, наличие «жесткой», многообразной системы контроля, целенаправленно управляющей процессом самостоятельной деятельности студентов, процессом их адаптации к вузовскому учению, постепенное введение различных форм и видов СРС. Спроектированная на основе УМК разноплановая деятельность педагога к середине первого семестра обучения математике позволяет оказать помощь в овладении студентами методикой изучения математической информации. На развивающем этапе: последовательное увеличение числа применяемых специальных средств обучения, доли и разнообразия СРС, но ослабление ее управления под руководством преподавателя. На результативном этапе: диагностика и мониторинг качества, развивающего эффекта обучения математике на основе УМК в процессе овладения студентами другими дисциплинами, курсовым, дипломным проектированием и применения при этом математического аппарата.

На корректирующем этапе выделена единая последовательность разделов математики для изучения студентами, обучающимися на исследуемых специальностях. Во внимание принималась инвариантность модулей относительно их изучения на всех технических специальностях, учитывались уровень трудности овладения, сложность изложения, уровень абстракции математической информации, степень ее преемственности по отношению к школьному курсу, возможность и целесообразность применения при этом структурных элементов УМК и другое.

В эксперименте приняли участие 352 студента Полоцкого государственного университета. Экспериментальная проверка эффективности разработанной методики применения УМК в обучении математике и ее статистическая обработка проводились по алгоритму: 1) проверялась нормальность распределения (либо по критерию  $\chi^2$ -квадрат, либо с помощью размаха выборки) при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ ; 2) с помощью двухвыборочного  $t$ -критерия контрольные и экспериментальные группы (КГ и ЭГ) проверялись на однородность; 3) для контроля полученных результатов КГ и ЭГ сравнивались с помощью критерия Манна–Уитни–Вилкоксона (непараметрические методы); 4) приводился анализ результатов на наличие статистически значимых изменений; 5) осуществлялась дополнительная проверка с помощью программы SPSS.

На *констатирующем этапе* (2008–2009 гг.) посредством анкетирования, интервью, изучения уровня математических знаний первокурсников была выявлена необходимость создания УМК, реализующих в обучении математике деятельностно и профессионально ориентированные дидактические материалы.

*Формирующий этап* (2010–2013 гг.) эксперимента (приняли участие 107 человек: 2 КГ и 2 ЭГ) и статистический анализ полученных данных подтвердили преимущества разработанного УМК и позволили внести коррективы в методику: усовершенствованы и дополнены имеющиеся интерактивные формы и методы, определены и введены новые специальные средства обучения, разработан проект реализации интегративного модуля «Моделирование»; подтверждена необходимость применения визуализированных способов представления содержания математической информации, иллюстративного материала.

На *контрольном этапе* (2014–2017 гг.) проходили апробация, корректировка и проверка эффективности структурных элементов УМК, его методического арсенала в обучении математике; диагностировалась динамика полученных результатов на выделенных четырех этапах. Входной этап выявил критичное состояние мотивационно-ценностной и когнитивно-деятельностной составляющих познавательной самостоятельности студентов КГ и ЭГ. Корректирующий этап установил у ЭГ новое состояние, свидетельствующее о продуктивности разработанной методики обучения математике на основе УМК. Развивающий этап показал, что полученные математические знания, опыт научной организации учебного труда получают дальнейшее свое развитие не только за счет

сформированного на предыдущем этапе потенциала, но и благодаря разноплановой деятельности педагога, в полной мере применяющего дидактические возможности методических механизмов разработанного УМК (рисунки 6, 7).

Приведем отдельные статистические данные 2016–2017 гг. На входном этапе КГ и ЭГ удовлетворяли условию нормальности. Двухвыборочный  $t$ -критерий показал:  $T_{emp} < t_{48; 0,05} = 2,009$ . Поэтому обе группы можно считать однородными. На развивающем этапе результаты применения критерия Вилкоксона свидетельствуют о наличии статистически значимых изменений в ЭГ ( $u = 184,5 < U' (30; 20; 0,05) = 216$ ). Полученный вывод подтвержден с помощью программы SPSS.

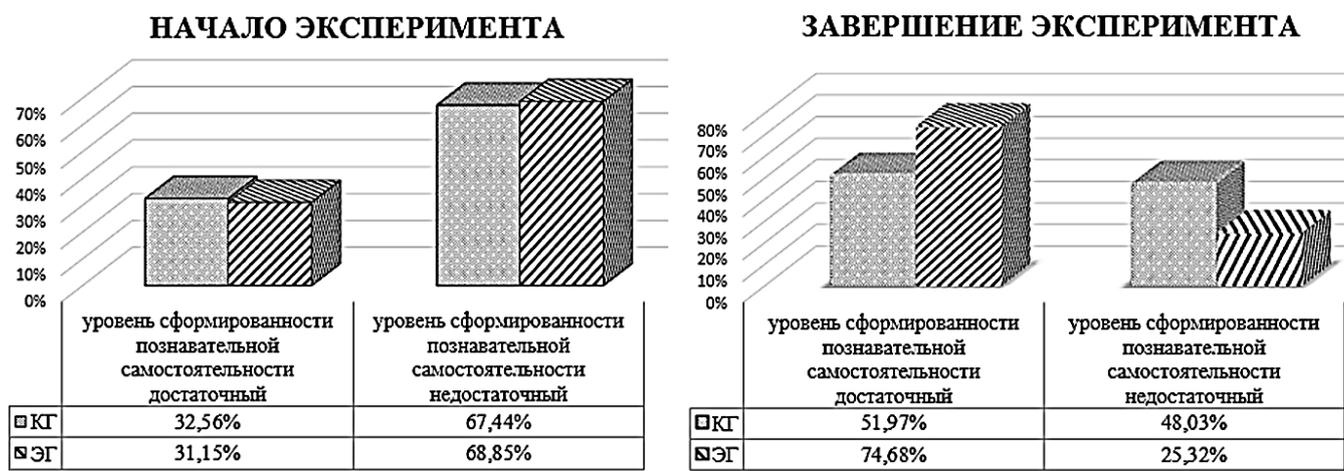


Рисунок 6. – Динамика уровня сформированности познавательной самостоятельности в КГ и ЭГ на начало эксперимента и по его завершении

Данные педагогического эксперимента свидетельствуют о том, что в ЭГ на 15,5 % увеличилась доля студентов творческого уровня обучения. Целенаправленное внедрение УМК обеспечивает достижение практически всеми студентами ЭГ базовых результатов обучения математике и выше, формирование у них познавательной самостоятельности.

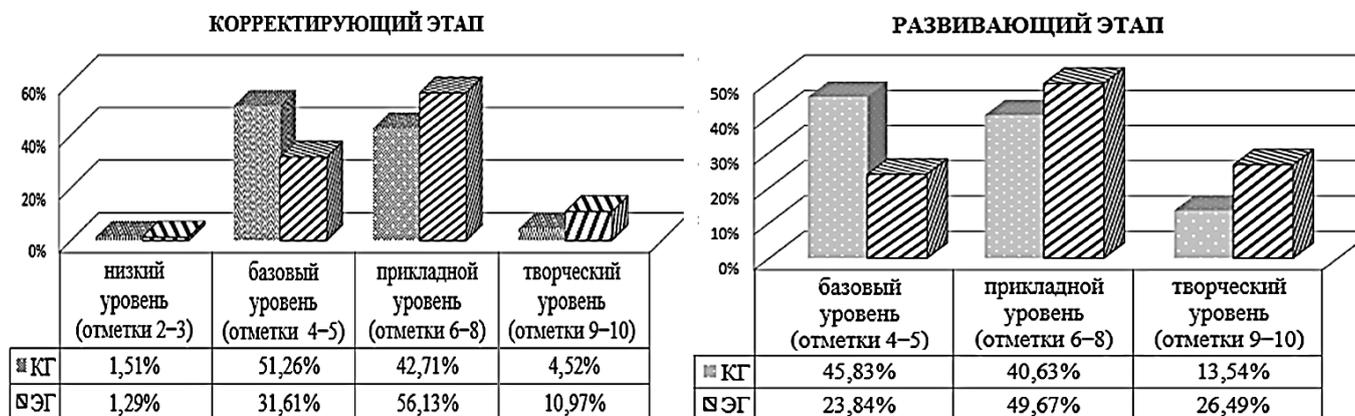


Рисунок 7. – Динамика уровня сформированности математических знаний в КГ и ЭГ

На результативном этапе обучения студентов исследуемых специальностей эффективность использования УМК по математике подтверждается анализом применения математического аппарата в дипломных работах студентов ЭГ; их успешным участием в конкурсах на уровне республики и за ее пределами; результатами обучения в магистратуре.

Таким образом, во второй главе доказан дидактический потенциал разработанного УМК, обоснованы наполненные новым содержанием методические механизмы его реализации, обеспечивающие актуализацию эвристической и профессионально направленной деятельности студентов в обучении математике, представлены результаты педагогического эксперимента.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. *Раскрыты теоретические основания разработки учебно-методического комплекса по математике в обучении студентов технических специальностей «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», «Системы водного хозяйства и теплогазоснабжения».* Определены пути совершенствования существующих УМК по математике в обучении студентов технических специальностей. Разработка представленного в исследовании УМК обоснована и реализована с позиции полипарадигмального подхода, который впервые в Республике Беларусь используется в исследованиях по теории и методике обучения математике. Полипарадигмальный подход, выраженный в комплексном соотнесении системно-деятельностного, модульного, дифференцированного, когнитивно-визуального и компетентностного подходов, обуславливает содержание, формы, методы, средства обучения математике, служит основанием при разработке УМК.

Выявлены условия установления взаимосвязей содержания общепрофессиональных и специальных дисциплин с курсом математики для специальностей «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», «Системы водного хозяйства и теплогазоснабжения». В связи с этим установлено, что при разработке УМК для обучения математике студентов исследуемых технических специальностей необходимо кроме общедидактических принципов принять во внимание принципы *продлонгации, профессиональной направленности, а также развивающего обучения, которые детерминируют* проектирование в содержании структурных элементов УМК общих базовых математических понятий, системы задач междисциплинарного, профессионально ориентированного характера, логический анализ формул, применяемых в естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплинах, выявление взаимосвязи входящих в них параметров, иллюстрирующих востребованность и универсальность математического языка. Выделены требования по подбору и составлению задач по математике

с профессионально ориентированным содержанием. Установлены *методические требования* к обучению математике на основе УМК студентов исследуемых специальностей [2; 3; 6; 9; 11; 18; 27; 29; 30].

2. *Обосновано введение в структуру УМК специальных средств обучения:* графических схем и информационных таблиц, алгоритмических и эвристических предписаний, частных алгоритмов решения задач, приложений, разработанных в системах компьютерной алгебры, фонда профессионально ориентированных заданий. Специальные средства способствуют развитию у студентов умений осмысленно овладевать изучаемой математической информацией (структурировать, систематизировать, логически ее организовывать), применять математический аппарат в процессе решения профессионально ориентированных задач. Отличительная особенность разработанного УМК состоит в том, что он представлен в статичной и динамичной формах. Его структурные элементы ориентированы на сопровождение обучения математике с учетом конкретных условий, особенностей потока и специальности. Преимуществом созданного УМК является то, что он унифицирует требования лектора и ассистента, позволяет достигать всем студентам базовых результатов в обучении математике.

Представлен авторский проект реализации *интегрированного модуля «Моделирование»* для специальности «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», подготовка по которой осуществляется в Беларуси только в Полоцком государственном университете. Проект включает учебные программы по дисциплинам «Высшая математика», «Информатика» и «Численные методы», учитывающие критерии взаимосвязей содержания общепрофессиональных и специальных дисциплин с курсом математики; методику функционирования структурных элементов УМК в контексте специальности, обеспечивающую усиление связей математики с указанными дисциплинами, возможность решения задач по математике экологического и химико-технологического характера [1; 4; 5; 15; 20; 23; 25; 26; 34].

3. *Разработана методика обучения математике студентов исследуемых технических специальностей посредством УМК*, позволяющая выстроить дидактический цикл обучения и включающая: *формы и методы* организации на основе УМК аудиторных занятий, СРС, контрольных мероприятий, которые обеспечивают разноплановую деятельность преподавателя и студентов с применением структурных элементов УМК, способы достижения поставленных целей обучения; *этапы реализации* обучения математике студентов на основе УМК (входной, корректирующий, развивающий, результативный); *содержание*, дополненное задачами, обеспечивающими связь с начертательной геометрией; профессионально ориентированными задачами моделирования процессов экологического, химико-технологического характера; *активные и интерактивные методы обучения* (творческих заданий, эвристического

диалога, элементы проектного метода); *методические приемы обучения*, обогащающие и дополняющие традиционные методы, в частности алгоритмизации (при решении задач по аналитической геометрии, задач с несколькими решениями, задач по векторной алгебре, дифференциальным уравнениям и др.); *формы обучения* («работа в командах», «работа в парах», «студент стационара – студент-заочник», on-line и off-line консультации Google Classroom и Moodle, лабораторные работы междисциплинарного содержания для специальности «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»), которые обеспечивают интерактивную, компетентностную направленность обучения математике [7; 8; 12; 13; 14; 16; 17; 19; 21; 22; 24; 28; 31; 32; 33; 35].

4. *Создано учебно-методическое обеспечение, которое является средством сопровождения познавательного процесса на основе УМК* для повышения эффективности обучения математике студентов исследуемых технических специальностей *на практическом уровне*. Оно включает разработанное профессионально ориентированное содержание лекций, практических и лабораторных занятий, *специальные средства обучения*: 6 печатных учебных пособий; 1 ЭУМК междисциплинарного содержания; методическое обеспечение системы диагностики и контроля.

Доказано, что эффективность разработанного УМК в обучении математике студентов исследуемых технических специальностей достигается благодаря взаимодействию и взаимовлиянию всех его структурных элементов, обеспечению интеграционных связей содержания математики с физикой, химией, инженерной экологией и другими дисциплинами, что повышает интенсивность познавательного процесса, способствуя переходу от репродуктивного обучения к обучению частично-поискового и творческого характера [10; 36; 37; 38; 39; 40; 41].

#### **Рекомендации по практическому использованию результатов исследования**

Научно-методические основы разработки и использования УМК по математике для студентов технических специальностей конкретизированы в учебно-методических пособиях, учебных программах по математике, информатике, численным методам, спроектированных лекционных, практических занятиях и фонде контрольных заданий, предназначенных для преподавателей, студентов, магистрантов. Они могут быть применены в обучении студентов технических специальностей при организации аудиторных занятий, СРС, контрольных мероприятий по математике, в научно-исследовательской работе со студентами, при корректировке содержания структурных элементов УМК в соответствии с особенностями содержания общепрофессиональных и специальных дисциплин конкретных специальностей.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

### Статьи в научных изданиях в соответствии с п. 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь

1. Мателенок, А. П. Информационные технологии в обучении математике студентов технических специальностей / А. П. Мателенок // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2013. – № 1(73). – С. 116–122.

2. Вакульчик, В. С. Принцип прикладной направленности математики в процессе обучения на технических специальностях: методические аспекты реализации с привлечением информационных технологий / В. С. Вакульчик, А. В. Капусто, А. П. Мателенок // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Е, Пед. науки. – 2013. – № 7. – С. 49–56.

3. Вакульчик, В. С. Методические средства и приемы реализации когнитивно-визуального подхода в обучении математике на технических специальностях / В. С. Вакульчик, А. П. Мателенок // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Е, Пед. науки. – 2013. – № 11. – С. 40–47.

4. Вакульчик, В. С. Метод построения частных алгоритмов как методический прием реализации когнитивно-визуального подхода в обучении математике студентов технических специальностей / В. С. Вакульчик, А. П. Мателенок // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – 2015. – № III(22). – С. 18–23.

5. Мателенок, А. П. Содержательно-методический и оргуправленческий аспекты проектирования и функционирования систематического контроля как важной компоненты УМК в процессе обучения математике студентов технических специальностей / А. П. Мателенок, В. С. Вакульчик // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2015. – № 2–3(86–87). – С. 108–117.

6. Мателенок, А. П. Проектирование практических занятий в процессе обучения математике студентов технических специальностей как компонента учебно-методического комплекса (в широком смысле) / А. П. Мателенок // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Е, Пед. науки. – 2016. – № 7. – С. 32–39.

7. Вакульчик, В. С. Научно-методические основы проектирования лекционных занятий как компонента учебно-методического комплекса (в широком смысле) для процесса обучения математике студентов технических специальностей / В. С. Вакульчик, А. П. Мателенок // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Е, Пед. науки. – 2017. – № 7. – С. 39–49.

8. Вакульчик, В. С. Научно-методические основы проектирования учебно-методического комплекса для процесса обучения математике студентов технических специальностей на технологическом уровне / В. С. Вакульчик,

А. П. Мателенок // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Е, Пед. науки. – 2018. – № 15. – С. 26–33.

9. Вакульчик, В. С. УМК как средство формирования познавательной самостоятельности в контексте компетентностной модели подготовки выпускника вуза / В. С. Вакульчик, А. П. Мателенок // Вестн. СПГУТД. – 2018. – № 2. – С. 90–98.

10. Мателенок, А. П. Статистическая проверка эффективности учебно-методического комплекса по математике как средства оптимизации самостоятельной деятельности студентов технических специальностей / А. П. Мателенок // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2019. – № 1(102). – С. 99–106.

11. Мателенок, А. П. Проектирование учебно-методического комплекса в обучении математике студентов технических специальностей на методологическом уровне // А. П. Мателенок, В. С. Вакульчик // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Е, Пед. науки. – 2019. – № 7. – С. 40–49.

12. Мателенок, А. П. Методические аспекты интерактивного взаимодействия студентов и преподавателя на основе УМК нового поколения / А. П. Мателенок // Вестн. МГИРО. – 2019. – № 3(39). – С. 16–20.

13. Мателенок, А. П. Элементы эвристического обучения математике в компонентах УМК нового поколения // А. П. Мателенок // Матэматыка. – 2019. – № 6. – С. 45–52.

### **Статьи в научных журналах и сборниках научных работ**

14. Вакульчик, В. С. Графические схемы как средство реализации когнитивно-визуального подхода в обучении математике студентов технических специальностей / В. С. Вакульчик, А. П. Мателенок // Академический журнал Западной Сибири (Academic Journal of West Siberia). – 2014. – Т. 10, № 6(55). – С. 84–85.

15. Мателенок, А. П. Спроектированные лекционные занятия как компонент УМК (в широком смысле) и мультимедийные технологии / А. П. Мателенок // Современное образование: традиции и инновации. – 2017. – № 1. – С. 200–202.

16. Вакульчик, В. С. Методические аспекты формирования познавательной самостоятельности на практических занятиях по высшей математике у студентов технических специальностей / В. С. Вакульчик, А. П. Мателенок // Теоретические и методологические проблемы современной педагогики и психологии : сб. ст. по итогам междунар. науч.-практ. конф., Магнитогорск, 4 дек. 2017 г. : в 3 ч. – Стерлитамак : АМИ, 2017. – Ч. 1. – С. 70–74.

17. Вакульчик, В. С. Методические аспекты проектирования лекционных занятий по математике для студентов технических специальностей вузов в современных условиях с применением учебно-методических комплексов /

В. С. Вакульчик, А. П. Мателенок // Инновационное развитие: потенциал науки и современного образования : монография / под общ. ред. Г. Ю. Гуляева. – Пенза : МЦНС «Наука и просвещение», 2018. – С. 13–27.

18. Вакульчик, В. С. Разработка и реализация УМК в обучении математике студентов технических специальностей с позиций полипарадигмального подхода / В. С. Вакульчик, А. П. Мателенок // Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе. – 2019. – № 7. – С. 64–68.

### **Публикации в сборниках материалов научных конференций**

19. Мателенок, А. П. Методические средства активизации самостоятельной работы студентов / А. П. Мателенок // Проблемы математического образования : материалы междунар. науч.-метод. конф., Черкассы, 24–26 нояб. 2010 г. – Черкассы : Изд. отд. ЧНУ им. Б. Хмельницкого, 2010. – С. 356–357.

20. Мателенок, А. П. Применение систем компьютерной алгебры для развития познавательной самостоятельности студентов технических специальностей / А. П. Мателенок // Инновационные технологии обучения физико-математическим дисциплинам : материалы междунар. науч.-практ. интернет-конф., посвященной 60-летию доктора физико-математических наук Н. Т. Воробьева, Витебск, 21–22 июня 2011 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: Л. А. Шеметков (гл. ред.) и [др.]. – Витебск : УО «ВГУ им. П. М. Машерова», 2011. – С. 133–135.

21. Мателенок, А. П. Применение дидактических возможностей информационных технологий с целью повышения математической подготовки студентов технических специальностей / А. П. Мателенок // Сучасні тенденції розвитку математики та її прикладні аспекти – 2012 : матеріали I Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., Донецк, 17 апр. 2012 г. – Донецк : Донецкий НУЭТ, 2012. – С. 269–271.

22. Мателенок, А. П. Применение графических схем с целью логической организации математической информации / А. П. Мателенок // Инновационные технологии обучения физико-математическим дисциплинам : материалы V Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 26–29 марта 2013 г. / Мозыр. гос. пед. ун-т им. И. П. Шамякина ; редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2013. – С. 45–47.

23. Мателенок, А. П. Методика применения систем компьютерной алгебры при решении прикладных задач высшей математики / А. П. Мателенок // Проблемы и перспективы инновационного развития университетского образования и науки : материалы междунар. науч. конф., Гродно, 26–27 февр.

2015 г. / Гродн. гос. ун-т им. Я. Купалы ; редкол.: А. Д. Король (гл. ред.) [и др.]. – Гродно, 2015. – С. 138–139.

24. Мателенок, А. П. Применение систем компьютерной алгебры в качестве методического обеспечения в процессе обучения математике студентов инженерно-технологических специальностей / А. П. Мателенок // Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации : материалы VIII Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Переяслав-Хмельницкий, 21–22 сент. 2015 г. / Переяслав-Хмельницкий гос. пед. ун-т им. Григория Сковороды ; ред.: В. П. Коцур [и др.]. – Переяслав-Хмельницкий, 2015. – Вып. 8. – С. 185–188.

25. Бурая, И. В. Опыт и реализация модульного подхода в подготовке инженеров-химиков-технологов для нефтеперерабатывающей промышленности / И. В. Бурая, А. А. Ермак, А. П. Мателенок // Высшая школа: проблемы и перспективы : 12-я Междунар. науч.-метод. конф., Минск, 22–23 окт. 2015 г. : в 2 ч. – Минск : РИВШ, 2015. – Ч. 1. – С. 67–71.

26. Мателенок, А. П. Проектирование лекционных занятий как компонентов учебно-методического комплекса (в широком смысле) / А. П. Мателенок // Современные тенденции развития науки и технологий : сб. науч. тр. по материалам VII Междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 31 окт. 2015 г. : в 10 ч. / под общ. ред. Е. П. Ткачевой. – Белгород : ИП Ткачева Е. П., 2015. – № 7, ч. X. – С. 74–78.

27. Мателенок, А. П. Методические приемы и формы реализации межпредметных связей математики и численных методов в процессе обучения студентов инженерно-технологических специальностей / А. П. Мателенок // Шестые Богдановские чтения по обыкновенным дифференциальным уравнениям : материалы междунар. матем. конф., Минск, 7–10 дек. 2015 г. : в 2 ч. / Ин-т математики НАН Беларуси. – Минск, 2015. – Ч. 2. – С. 123–125.

28. Мателенок, А. П. Реализация межпредметных связей математики и информатики с целью оптимизации учебной деятельности студентов инженерно-технологических специальностей / А. П. Мателенок // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам : материалы VIII Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 22–25 марта 2016 г. / Мозыр. гос. пед. ун-т им. И. П. Шамякина ; редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2016. – С. 283–287.

29. Мателенок, А. П. Качественные признаки, дидактические и технологические свойства компонентов УМК (в широком смысле) / А. П. Мателенок // Управление инновациями: теория, методология, практика : сб. материалов XVIII Междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск, 29 сент.,

25 окт., 18 нояб. 2016 г. / под общ. ред. С. С. Чернова. – Новосибирск : Издательство ЦРНС, 2016. – С. 116–122.

30. Vaculchyk, V. S. Teaching methods and techniques for improving the quality of training of engineering students / V. S. Vaculchyk, A. P. Matelenok // Electronic collected materials of IX junior researchers' conference, Novopolotsk, April 26–27. – Novopolotsk, 2017. – S. 136–138.

31. Мателенок, А. П. Системы компьютерной алгебры как информационно-обучающая среда для студентов технических специальностей / А. П. Мателенок // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 15-й Междунар. науч.-техн. конф. / Белорус. нац. техн. ун-т ; отв. за вып. В. В. Ляшенко. – Минск, 2017. – С. 441.

32. Мателенок, А. П. Формирование познавательной самостоятельности в процессе изучения раздела «Векторная алгебра» у студентов технических специальностей / А. П. Мателенок // Современные проблемы физико-математических наук : материалы междунар. науч.-практ. конф., Орел, 23–26 нояб. 2017 г. / Орловск. гос. ун-т ; под общ. ред. Т. Н. Можаровой. – Орел, 2017. – С. 499–504.

33. Matelenok, A. P. The illustration of the implementation of cognitive-visual approche to teaching mathematics to engineering students / A. P. Matelenok // Humanities and Social Sciences in Europe: Achievements and Perspectives. The 1st International symposium proceedings (January 25, 2018), Premier Publishing s.r.o. Berlin. – 2018. – Pp. 48–54.

34. Мателенок, А. П. Интерактивные формы в обучении математике студентов химико-технологического профиля / А. П. Мателенок // Преподавание математики в высшей школе и работа с одаренными студентами в современных условиях : материалы междунар. науч.-практ. семинара / М-во образования Респ. Беларусь, М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Белорус.-Рос. ун-т ; редкол.: М. Е. Лустенков (гл. ред.) [и др.]. – Могилев, 2019. – С. 55–58.

35. Мателенок, А. П. Информационные технологии в обучении математике студентов химико-технологических специальностей / А. П. Мателенок // Математические методы в технике и технологиях : сб. тр. междунар. науч. конф. : в 12 т. Т. 12 : в 3 ч. / Санкт-Петерб. политехн. ун-т ; под общ. ред. А. А. Большакова. – СПб., 2019. – Ч. 3. – С. 80–83.

### **Учебно-методические и справочные пособия**

36. Элементы векторной алгебры. Элементы аналитической геометрии на плоскости и в пространстве : учеб.-метод. комплекс для студентов техн. спец. / В. С. Вакульчик, Т. И. Завистовская, В. А. Жак, А. П. Мателенок ; под общ. ред. В. С. Вакульчик. – Новополюцк : ПГУ, 2009. – 220 с.

37. Неопределенный интеграл : учеб.-метод. комплекс для студентов техн. спец. / В. С. Вакульчик, Ф. Ф. Яско, В. А. Жак, Т. И. Завистовская, А. П. Мателенок ; под общ. ред. В. С. Вакульчик. – Новополоцк : ПГУ, 2010. – 168 с.

38. Определенный интеграл. Функции нескольких переменных : учеб.-метод. комплекс для студентов техн. спец. / В. С. Вакульчик, Ф. Ф. Яско, В. А. Жак, Т. И. Завистовская, А. П. Мателенок ; под общ. ред. В. С. Вакульчик. – Новополоцк : ПГУ, 2011. – 244 с.

39. Специальные главы высшей математики : учеб.-метод. комплекс для студентов техн. спец. : в 2 ч. Ч. 1 / В. С. Вакульчик, Ф. Ф. Яско, В. А. Жак, Т. И. Завистовская, А. П. Мателенок ; под общ. ред. В. С. Вакульчик, Ф. Ф. Яско. – Новополоцк : ПГУ, 2013. – 136 с.

40. Специальные главы высшей математики : учеб.-метод. комплекс для студентов техн. спец. : в 2 ч. Ч. 2 / В. С. Вакульчик, Ф. Ф. Яско, В. А. Жак, И. Е. Андрушкевич, А. П. Мателенок ; под общ. ред. В. С. Вакульчик, Ф. Ф. Яско. – Новополоцк : ПГУ, 2017. – 168 с.

41. Мателенок, А. П. Высшая математика : практикум : в 4 ч. / А. П. Мателенок. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – Ч. 1 : Элементы линейной алгебры. Введение в математический анализ. Дифференциальное исчисление функции одной переменной. – 212 с.

## РЭЗІЮМЭ

Матэленак Настасся Пятроўна

**Навукова-метадычныя асновы распрацоўкі і выкарыстання  
вучэбна-метадычнага комплексу па матэматыцы  
для студэнтаў тэхнічных спецыяльнасцей  
(на прыкладзе спецыяльнасцей «Хімічная тэхналогія прыродных  
энерганосьбітаў і вугляродных матэрыялаў», «Сістэмы воднай гаспадаркі  
і цеплагазаабеспячэння»)**

**Ключавыя словы:** матэматыка, вучэбна-метадычны комплекс, поліпарадыгмальны падыход, міждысцыплінарныя сувязі, самастойная праца студэнтаў.

**Мэта даследавання:** распрацоўка і рэалізацыя навукова-метадычных асноў вучэбна-метадычнага комплексу для павышэння эфектыўнасці навучання матэматыцы студэнтаў тэхнічных спецыяльнасцей.

**Метады даследавання:** тэарэтычны аналіз псіхалага-педагагічнай і навукова-метадычнай літаратуры па праблеме даследавання; анкетаванне; тэсціраванне; педагагічны эксперымент і статыстычныя метады апрацоўкі эксперыментальных дадзеных, графічнае прадстаўленне вынікаў даследавання.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна** складаюцца з таго, што навукова-метадычныя асновы распрацоўкі і рэалізацыі вучэбна-метадычнага комплексу (ВМК) па матэматыцы ўпершыню выяўлены і раскрыты з пазіцый поліпарадыгмальнага падыходу, умоў устанаўлення ўзаемасувязі зместу ўтрымання агульнапрафесійных спецыяльных дысцыплін з курсам матэматыкі для доследных спецыяльнасцей. У структуру ВМК уключаны спецыяльныя сродкі навучання. Створаны фонд прафесійна арыентаваных задач для ўказаных спецыяльнасцей. Праведзена канкрэтызацыя распрацаванай метадыкі навучання з дапамогай ВМК па матэматыцы ў аўтарскім праекце рэалізацыі інтэграванага модуля «Мадэляванне» для спецыяльнасці «Хімічная тэхналогія прыродных энерганосьбітаў і вугляродных матэрыялаў».

**Рэкамендацыі па выкарыстанні:** распрацаваныя навукова-метадычныя асновы стварэння і выкарыстання вучэбна-метадычнага комплексу па матэматыцы для студэнтаў тэхнічных спецыяльнасцей укаранёны ў навучальны працэс Полацкага дзяржаўнага ўніверсітэта, Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы, Беларускага нацыянальнага тэхнічнага ўніверсітэта, Віцебскага дзяржаўнага тэхналагічнага ўніверсітэта, Мінскага гарадскога інстытута развіцця адукацыі і Віцебскага дзяржаўнага медыцынскага ўніверсітэта.

**Галіна ўжывання:** вынікі дысертацыйнага даследавання могуць быць выкарыстаны ў навучанні матэматыцы студэнтаў тэхнічных спецыяльнасцей, у навукова-даследчай працы са студэнтамі, пры карэкціроўцы зместу структурных элементаў ВМК па матэматыцы для абазначаных спецыяльнасцей.

**РЕЗЮМЕ**

Мателенок Анастасия Петровна

**Научно-методические основы разработки и использования  
учебно-методического комплекса по математике  
для студентов технических специальностей  
(на примере специальностей «Химическая технология природных  
энергоносителей и углеродных материалов», «Системы водного  
хозяйства и теплогазоснабжения»)**

**Ключевые слова:** математика, учебно-методический комплекс, полипарадигмальный подход, междисциплинарные связи, самостоятельная работа студентов.

**Цель исследования:** разработка и реализация научно-методических основ учебно-методического комплекса для повышения эффективности обучения математике студентов технических специальностей.

**Методы исследования:** теоретический анализ психолого-педагогической и научно-методической литературы по проблеме исследования; анкетирование; тестирование; педагогический эксперимент и статистические методы обработки экспериментальных данных, графическое представление результатов исследования.

**Полученные результаты и их новизна** состоят в том, что научно-методические основы разработки и реализации УМК по математике впервые выявлены и раскрыты с позиций полипарадигмального подхода, условий установления взаимосвязи содержания общепрофессиональных и специальных дисциплин с курсом математики для исследуемых специальностей. В структуру УМК включены специальные средства обучения. Создан фонд профессионально ориентированных задач для указанных специальностей. Проведена конкретизация разработанной методики обучения математике на базе УМК в авторском проекте реализации интегрированного модуля «Моделирование» для специальности «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

**Рекомендации по использованию:** разработанные научно-методические основы создания и использования учебно-методического комплекса по математике для студентов технических специальностей внедрены в учебный процесс Полоцкого государственного университета, Гродненского государственного университета имени Янки Купалы, Белорусского национального технического университета, Витебского государственного технологического университета, Минского городского института развития образования и Витебского государственного медицинского университета.

**Область применения:** результаты диссертационного исследования могут быть использованы в обучении математике студентов технических специальностей, в научно-исследовательской работе со студентами, при корректировке содержания структурных элементов УМК по математике для обозначенных специальностей.

**SUMMARY**

Nastassia P. Matelenak

**Scientific and methodological foundations for the development and use  
of the educational and methodological complex in mathematics  
for students of technical specialties  
(on the example of specialties «Chemical technology of natural energy carriers  
and carbon materials», «Systems of water management and heat  
and gas supply»)**

**Key words:** mathematics, educational-methodical complex, polyparadigm approach, interdisciplinary communications, independent work of students.

**The purpose of the study:** the development and implementation of the scientific and methodological foundations of the educational complex to increase the effectiveness of teaching maths to students of technical specialties.

**Research methods:** the theoretical analysis of psychological, pedagogical, scientific and methodical literature about the research problem; questionnaire; testing; pedagogical experiment and statistical methods of processing of experimental data, graphical presentation of research results.

**The results obtained and their novelty** consist in the fact that the scientific and methodological foundations for the development and implementation of the educational-methodological complex (EMC) in mathematics were first identified and disclosed from the perspective of a polyparadigm approach, the conditions for establishing the relationship between the content of general professional and special disciplines with a mathematics course for the studied specialties. The structure of the EMC includes special training aids. The fund of professionally oriented tasks for these specialties has been created. The elaboration of the developed methodology for teaching mathematics on the basis of the EMC was carried out in the author's project for the implementation of the integrated module «Modeling» for the specialty «Chemical technology of natural energy carriers and carbon materials».

**Recommendations for use:** the developed scientific and methodological foundations for the creation and use of the educational and methodological complex in mathematics for students of technical specialties have been introduced into the educational process of Polotsk State University, Yanka Kupala State University of Grodno, Belarusian National Technical University, Vitebsk State Technological University, Minsk City Institute for the Development of Education and Vitebsk State Medical University.

**Field of application:** the results of the dissertation research can be used in teaching mathematics to students of technical specialties, in research work with students, while adjusting the content of structural elements of the teaching materials in mathematics for the indicated specialties.

