

УДК 37.02:519.85

DOI 10.52928/2070-1640-2023-40-2-12-18

**РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ ИНТЕГРАЦИИ
МАТЕМАТИКИ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН В ОБУЧЕНИИ
СТУДЕНТОВ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ**

*канд. пед. наук, доц. А.П. МАТЕЛЕНОК, канд. пед. наук И.В. БУРАЯ,
канд. хим. наук, доц. Е.В. МОЛОТОК, канд. пед. наук, доц. В.С. ВАКУЛЬЧИК
(Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой)
д-р хим. наук, доц. М.Г. ИВАНОВ*

(Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург)

Представлены содержательный и методологический аспекты реализации междисциплинарной интеграции математики и специальных дисциплин, входящих в модули «Моделирование и проектирование нефтеперерабатывающих производств (специальная подготовка)» и «Технология переработки нефти газа», учебного плана специальности «Химическая технология переработки природных энергоносителей и углеродных материалов». Приведенная методика направлена на формирование необходимых профессиональных компетенций будущего инженера-технолога. Выделена основная методическая форма реализации междисциплинарной интеграции: интегрированный модуль (ИМ), объединяющий наиболее близкие по содержанию и пересечению формируемых компетенций дисциплины. Названы педагогические требования для проектирования ИМ. Показано, что успешное осуществление каждого спроектированного ИМ возможно при решении организационно-управленческих задач: методологической; содержательной; организационной. Раскрыта сущность названных задач. Рассмотрены конкретные примеры методики включения ИМ в образовательный процесс.

Ключевые слова: *междисциплинарная интеграция, интегрированный модуль, формирование компетенций специалиста.*

Введение. Мировым трендом в настоящее время является трансформация производств промышленной переработки углеводородов на основе внедрения принципиально новых эффективных и экологичных технологий, глубокой модернизации действующих предприятий, применения современных средств промышленной автоматизации, повсеместного использования современных цифровых технологий, в т.ч. цифровых двойников, с целью рационального использования ресурсов и сокращения производственных издержек.

Очевидно, что современное производство не только заинтересовано в грамотных инженерах-технологах, оно нуждается в инженерных кадрах, способных к технологическим и техническим инновациям, готовых к работе в команде для создания проектов, аккумулирующих знания из различных отраслей науки и практики. Разработка, проектирование, внедрение новых технологических решений, оптимизация текущих производственных процессов требуют решения сложных технических задач, связанных с использованием математических методов, построением математических моделей процессов, выявлением закономерностей протекания химических реакций, обработкой результатов экспериментальных исследований, поиска оптимальных условий проведения технологических процессов.

Востребованность в подготовке таких инженеров-технологов диктует необходимость усиления инновационной составляющей инженерного образования. Эта составляющая должна содержать в себе условия и возможности для овладения студентами фундаментальными и техническими знаниями проблемно-ориентированного характера. Потенциально она должна быть направлена на формирование у них умений анализировать и оценивать инженерные задачи, составлять для их решения и исследования математические модели с использованием междисциплинарного подхода. Исходя из сказанного выше, в образовательном процессе следует сделать акцент на овладение студентами системой обобщенных знаний, умений и навыков, выступающих в качестве интегральной основы их профессионального развития [1; 2; 3].

В связи с этим учебный процесс для инженеров-технологов необходимо спроектировать и организовать на основе современных образовательных технологий и интерактивных форм обучения. При этом важно учесть междисциплинарные связи как внутри дисциплин естественнонаучного цикла, так и междисциплинарные связи между дисциплинами естественнонаучного, общепрофессионального и специального циклов. Важно обеспечить интегральное взаимодействие и функционирование дисциплин, наиболее тесно связанных между собой с учетом их содержательных и процессуальных компонентов. Такое их методическое объединение в обучении студентов-химиков является основательной предпосылкой для формирования необходимых компетенций будущего специалиста.

Ретроспективный анализ научно-методической литературы [4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11] и имеющийся многолетний педагогический опыт показывают, что междисциплинарный подход в обучении студентов технических специальностей (в т.ч. инженерно-технологического профиля) имеет свои особенности и требует научно-обоснованной методической основы реализации междисциплинарной интеграции в образовательном процессе.

Основная часть. Одной из методических форм решения названной проблемы может выступать интегрированный модуль [12; 13]. «Под интегрированным модулем (ИМ) будем понимать комплекс учебных дисциплин (имеющих предшествующие и сопутствующие междисциплинарные связи, не теряющих при объединении собственного

методолого-эпистемологического статуса и самостоятельности), служащий эффективному решению ряда целей учреждения высшего образования, обеспечивающий посредством УМК нового поколения целостность обучения, ориентированный на организацию разноплановой деятельности студентов и педагогов, позволяющий студентам с его помощью овладеть содержанием дисциплин, сформировать необходимые компетенции» [13, с. 171].

Успешное создание ИМ становится возможным при определенном подходе выпускающих и непрофильных кафедр, специальном акцентировании на поставленной задаче. Выделим педагогические требования для проектирования ИМ:

1. Необходимо вычлнить из содержания общепрофессиональных и специальных дисциплин курсов дидактические единицы, базовые понятия и соответствующие модели, которые позволят установить междисциплинарные связи с естественнонаучными дисциплинами.

2. Проанализировать, какие есть общие дидактические единицы, базовые понятия и соответствующие модели между дисциплинами (естественнонаучного, общепрофессионального, специального циклов), выявить дисциплины со значительными пересечениями содержательных взаимосвязей.

3. На основе интеграционных элементов содержания двух (не менее) и более учебных курсов спроектировать ИМ.

Следует понимать, что описанная выше работа достаточно сложна и трудоемка. Так, необходимо:

– четко понимать профессиональные цели и задачи специальности, для которой разрабатывается учебный план специальности и для которой дисциплины объединяются в ИМ;

– уметь выявлять междисциплинарные связи различных учебных дисциплин не формально, а вникая в суть этих связей;

– иметь понимание, каким образом каждая дисциплина, заявленная в учебном плане, влияет на становление будущего специалиста.

Успешное осуществление каждого спроектированного ИМ возможно при условии, что преподаватели выбранных дисциплин смогут договориться об одновременном решении трех видов задач: методологической, содержательной, организационной. Методологическая задача требует определения единых методических подходов, принципов, реализация которых будет способствовать достижению заданных целей при овладении студентами каждой из входящих в ИМ дисциплин. Решение содержательной задачи предполагает выбор преподавателями общих базовых понятий и соответствующих моделей для их изучения как объекта исследования средствами всех участвующих дисциплин. При этом целесообразно выбирать объект не только общий для всех дисциплин, но и играющий существенную роль в приложениях, чтобы полученные результаты могли уточнять и дополнять исходную модель составления задач междисциплинарного цикла.

В процессе решения организационной задачи необходимо создать возможности для коммуникации между преподавателями, задействованными в реализации междисциплинарных связей как внутри каждого ИМ, так и между отдельными взаимосвязанными модулями. При этом управленческая деятельность преподавателей каждой из дисциплин модуля должна целенаправленно формировать интерес к применению получаемых знаний в будущей профессиональной деятельности и быть тесно переплетена с будущей специализацией студентов.

Рассмотрим один из способов создания и реализации ИМ дисциплин в рамках полипарадигмального подхода и междисциплинарной интеграции [3; 13; 14] на примере специальности «Химическая технология переработки природных энергоносителей и углеродных материалов» Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой. В [12] указана востребованность глубокой интеграции учебного материала в рамках отдельных дисциплин, между дисциплинами для выделенной специальности. Поэтому было принято решение объединить несколько взаимосвязанных дисциплин в интегрированные модули, обеспечивающие посредством междисциплинарной интеграции входящих в него дисциплин формирование определенных компетенций выпускника. Каждый ИМ рассматривается как часть образовательной программы, которая имеет определенную логическую завершенность по отношению к установленным целям и результатам обучения.

Одним из таких интегрированных модулей является ИМ «Моделирование химико-технологических процессов (базовая подготовка)» (сокращенно: «Моделирование»). В него включены три дисциплины: «Информатика», «Высшая математика», «Физика». Методически выстроенное овладение студентами ИМ с учетом методов, форм и средств междисциплинарного подхода на основе пересечения содержания учебных программ ведет к формированию устойчивых знаний по каждой дисциплине, умений их применять в стандартных и нестандартных ситуациях. В конечном итоге функционированием интегрированного модуля, взаимодействием его дисциплин с дисциплинами других интегрированных модулей, близких по содержанию, либо имеющих предшествующие и сопутствующие связи, создаются благоприятные условия для овладения студентами заданными компетенциями. Проиллюстрируем данное утверждение графической схемой, представленной на рисунке 1.

Отдельная важная роль для создания ИМ и решения выделенных задач принадлежит разработке методики обучения студентов математическому моделированию. Согласно научно-педагогическим исследованиям, значимость проектирования и исследования математических моделей для химико-технологических процессов состоит в следующем: математическое моделирование обеспечивает изучение таких сложных объектов, над которыми невозможно провести прямой эксперимент или его проведение экономически невыгодно.



Рисунок 1. – Внешнее и внутреннее междисциплинарное взаимодействие ИМ «Моделирование»

К таким задачам, например, относятся задачи о наводнении (возможно затопление значимых частей предприятия), гидрологическом барьере (локализация вредных примесей, проникающих в часть пласта), процессах нелинейной теплопроводности и горения, прогнозировании загрязнения воздуха нефтеперерабатывающими заводами и др. Исследование указанных задач осуществляется, главным образом, при изучении дисциплины «Численные методы». Студенты выполняют 8 лабораторных работ междисциплинарного характера и 4 практических задания. В процессе их реализации интегрируются научные знания математики, информатики, физики, разделов химии, экологии.

Рассмотрим методику организации выполнения студентами лабораторной работы «Аппроксимация функции. Метод наименьших квадратов. Обратное интерполирование» по дисциплине «Численные методы». Выбранная дисциплина является наиболее важной в реализации посредством ИМ «Моделирование» обучения студентов математическому моделированию химико-технологических процессов. Она позволяет создать междисциплинарную интегрированную среду, опирающуюся на знания дисциплин ИМ.

Успешное выполнение названной лабораторной работы предполагает основательную подготовку студентов через изучение лекционного материала по данной теме, а также повторение определенной информации из курсов высшей математики и информатики. При этом для овладения методикой аппроксимации функции с помощью метода наименьших квадратов от обучающихся требуется достаточно уверенное оперирование следующим математическим аппаратом: теоретическая функция, сглаживание экспериментальных точек, функция нескольких переменных, экстремум двух переменных, матрица, способы решения систем линейных уравнений, коэффициент корреляции. По курсу информатики от них требуется свободное применение программ Excel, Mathcad, Maple. Поэтому при разработке учебных программ для дисциплин «Высшая математика», «Информатика» учитываются названные методические требования от дисциплины «Численные методы». Необходимые темы из дисциплин ИМ «Моделирование» изучаются уже в первом семестре.

В процессе чтения лекции «Метод наименьших квадратов» («Численные методы») преподаватель в ходе эвристической беседы со студенческой аудиторией задает вопросы по уже изученному материалу. Например, для реализации принципа пролонгации целесообразно задать вопросы: что такое функция двух переменных? каким образом мы можем оценить точность данного приближения? как найти минимум функции двух переменных? каким образом коэффициент корреляции укажет, какой вид регрессии наиболее близок к экспериментальным данным? Повторяя основные определения и понятия, изученные в одной из дисциплин, студенты

учатся применять их в новых ситуациях, вывода на их основе закономерности и методы, которые будут способствовать усилению их профессиональных компетенций: УК-2 – Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий; БПК-1 – Применять знания естественнонаучных учебных дисциплин для экспериментального и теоретического изучения, анализа и решения прикладных задач переработки природных энергоносителей; БПК-2 – Применять основные методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения профессиональных задач.

В конце лекции преподавателю необходимо ознакомить студентов с заданием лабораторной работы: «Зависимость выхода отдельных фракций на нефть (%) от температуры (°C) выкипания, при давлении 101,3кПа, характеризуется следующими данными (Аганская нефть).

(Аганская нефть)

$t, ^\circ\text{C}$	45	75,5	100	119,5	137	156	174,5	191	211,5	252	268	281	304	...
$z, \%$	2,00	2,24	2,46	2,48	2,56	2,65	2,68	2,77	2,83	2,77	2,86	2,94	2,88	...

Аппроксимировать эти данные многочленом первой и второй степени, показательной и гиперболической функциями, оценить погрешность аппроксимации». Задания взяты из справочника С.И. Хорошко «Нефти северных регионов», каждый студент получает разгонку (кривую истинных температур кипения (ИТК)) нефти согласно номеру в журнале.

Для активизации мыслительной деятельности студентов, формирования у них навыков исследовательской деятельности, работы в команде целесообразно поставить вопрос: «Можно ли каким-то образом облегчить выполнение поставленной задачи?». Обучаемые обычно проявляют инициативу и предлагают выполнение всего задания в Excel. Однако для совершенствования навыков работы в системах компьютерной алгебры следует получить решение задания в Matchcad или Maple: на выбор студента. Отметим, что с целью формирования у студентов познавательной самостоятельности методические указания к выполнению лабораторной работы необходимо выложить после того, как несколько студентов (2-3) уже сдадут решенное задание. Их следует поощрить (например, принять работы без обязательной защиты).

Отличившиеся студенты вынуждены будут опираться на уже изученные знания дисциплин «Высшая математика» и «Информатика», написанные лекции и самостоятельно добытую информацию. Данное требование позволит им продемонстрировать не только полученные знания и умения, но и сформированные посредством ИМ «Моделирование» компетенции. В дальнейшем (когда часть студентов выполняют лабораторную работу и защитят) следует выложить указания к выполнению лабораторной работы, чтобы и остальные студенты могли справиться с поставленной задачей и защитить полученные результаты.

В процессе освоения дисциплин ИМ «Моделирование и проектирование нефтеперерабатывающих производств (специальная подготовка)» и «Технология переработки нефти газа» возрастает уровень сложности решаемых технических задач – они носят прикладной характер, основываются на данных реальных технологических процессов.

Моделирование в специальных дисциплинах используют для исследования новых процессов, проектирования производств, оптимизации отдельных аппаратов и технологических схем, выявления резервов мощности и поиск наиболее эффективных путей модернизации действующих производств, разработки автоматизированных систем управления проектируемыми производствами, построения автоматизированных систем научных исследований. На этом этапе обучения студенты решают комплексную проблему в процессе выполнения курсовой работы по дисциплине «Информационные технологии в процессах нефтепереработки», формируя общетехнический уровень инженерной математической подготовки (выявление закономерностей, функциональных зависимостей, выстраивание логической последовательности и обоснованности суждений). Целью курсовой работы является приобретение студентами навыков подготовки и анализа исходных данных к моделированию; проведения моделирования процесса простой, азеотропной и экстрактивной ректификации с использованием специальных моделирующих программ, в частности, программы «ChemSep», универсального моделирующего программного комплекса CoCo и др.; планирования и проведения компьютерного эксперимента; проведения корреляционно-регрессионного анализа результатов эксперимента и разработки расчетно-статистических моделей; постановки и решения задач оптимизации технологического режима работы ректификационных колонн по заданному критерию [15].

При выполнении работы студентам необходимо обязательно описать сущность и закономерности выбранных для проведения моделирования термодинамических систем расчета фазового равновесия и свойств моделируемой системы; привести пошаговый алгоритм планирования и проведения компьютерного эксперимента; осуществить корреляционно-регрессионный анализ результатов эксперимента и привести пошаговый алгоритм его проведения; привести краткий алгоритм постановки и решения задачи оптимизации технологического режима работы моделируемой ректификационной колонны по заданному критерию, рекомендуется рассмотреть сущность (математическое описание) выбранного метода решения задачи оптимизации, привести результаты оценки относительной погрешности расчетно-статистической модели анализируемого факторного пространства, сделать соответствующие выводы и привести обобщенные результаты расчета по программе [15].

Выполнение курсовой работы способствует формированию у студентов специализированных компетенций: моделировать физические и химические процессы и явления, лежащие в основе технологии переработки

нефти и газа, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения; применять пакеты прикладных программ для технологических расчетов оборудования, блоков промышленных установок, использовать современные информационные технологии в моделировании технологических процессов переработки нефти и газа.

В дальнейшем полученные знания и навыки совершенствуются при изучении специальных дисциплин и выполнении курсовых проектов более сложного технического уровня: происходит развитие аналитических умений, необходимых для проектирования процессов, технологических установок и комплексов в соответствии с поставленными задачами.

Важно отметить, что на этом этапе студенты должны уметь видеть за математическими моделями реальные объекты, «чувствовать» полученный результат в числовых значениях, не автоматически использовать математические инструменты, а осмысленно ими пользоваться, варьировать и сочетать для достоверного решения сложной конкретной проблемы. К выполнению итоговой дипломной работы или дипломного проекта студенты приступают, владея необходимыми цифровыми инструментами. Исходные данные и возможные варианты решения конкретной производственной проблемы студенты обсуждают со специалистами во время преддипломной практики. Это позволяет студентам достаточно успешно решать в дипломных проектах реальные сложные технические задачи.

Апробация и аналитико-экспериментальные исследования результатов внедрения созданного проекта проводилась в процессе обучения математике студентов Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой механико-технологического факультета специальности 1-48 01 03 «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»; в исследовании участвовали 380 человек. Эксперимент включал в себя входной, корректирующий, развивающий и результативный этапы. 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, реализация междисциплинарных связей внутри интегрированного модуля. На развивающем – последовательное увеличение числа применяемых специальных средств обучения, доли и разнообразия СРС, но ослабление ее управления под руководством преподавателя, реализация междисциплинарной интеграции внутри интегрированного модуля, усиление междисциплинарных связей между ИМ. На результативном этапе: диагностика и мониторинг качества, развивающего эффекта обучения математике, информатике на основе междисциплинарной интеграции между интегрированными модулями в процессе овладения студентами специальными дисциплинами, курсовым, дипломным проектированием и применения при этом математического аппарата.

Входной этап выявил критичное состояние мотивационно-ценностной и когнитивно-деятельностной составляющих познавательной самостоятельности студентов контрольной (КГ) и экспериментальной (ЭГ) групп. Корректирующий этап установил у ЭГ новое состояние, свидетельствующее о продуктивности разработанной методики обучения на основе междисциплинарной интеграции математики с дисциплинами, входящими в интегрированный модуль «Моделирование». Развивающий этап показал, что полученные математические знания, знания информационных технологий, систем компьютерной алгебры и др., 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 ИМ (рисунок 2).



Рисунок 2. – 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 (рисунок 3) увеличилась доля студентов творческого уровня обучения. Целенаправленное внедрение междисциплинарной интеграции математики и специальных дисциплин обеспечивает достижение практически всеми студентами ЭГ базовых результатов обучения математике и выше, повышает мотивацию, способствует формированию у них познавательной самостоятельности.

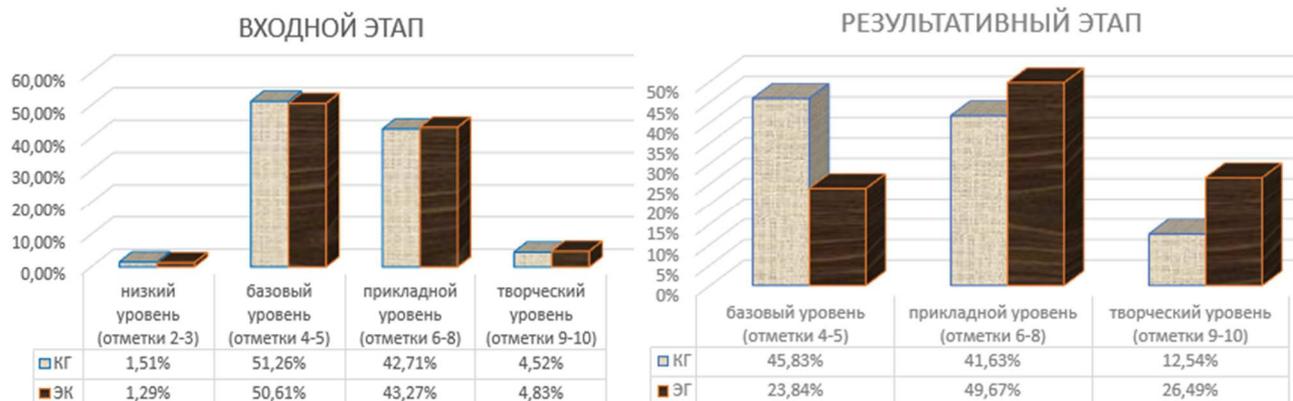


Рисунок 3. – Динамика уровня сформированности математических знаний в КГ и ЭГ

На результативном этапе обучения студентов исследуемых специальностей эффективность использования междисциплинарной интеграции математики и специальных дисциплин 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.

Заключение. Таким образом, дисциплина «Численные методы» в рамках интегрированного модуля «Моделирование химико-технологических процессов (базовая подготовка)» обеспечивает междисциплинарную интеграцию дисциплин, входящих в ИМ. Она позволяет создать такие педагогические условия, при которых каждый студент получает базовые навыки по проектированию и исследованию простых математических моделей: выдвижению гипотезы, построению математической модели, исследованию ее адекватности моделируемому объекту, интерпретации полученных математических результатов и прогнозированию на основании построенной модели. Представленная методика позволяет осуществлять обучение студентов основным этапам научного исследования и реализует формирование методологической компоненты содержания образования будущего химика-технолога. Поэтапное усложнение содержания формулируемых задач и необходимость применения студентами комплекса математических методов и цифровых инструментов, применение в образовательном процессе проектных методов обучения создают условия для эффективного формирования специализированных компетенций выпускника в области проектирования, моделирования и оптимизации технологических процессов и производств. В этом одна из важнейших особенностей подготовки современных инженеров-химиков-технологов в Полоцком государственном университете имени Евфросинии Полоцкой, заключающаяся в глубокой интеграции фундаментальной математической и специальной профессиональной подготовки, что в итоге обеспечивает неоспоримое конкурентное преимущество выпускников в профессиональной сфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мателенок А.П. Элементы эвристического обучения математике в компонентах УМК нового поколения // Матэматыка. – 2019. – № 6. – С. 45–52.
2. Вакульчик В.С., Мателенок А.П. Метод построения частных алгоритмов как методический прием реализации когнитивно-визуального подхода в обучении математике студентов технических специальностей // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – 2015. – № III(22), Iss. 45. – С. 18–23.
3. Мателенок А.П. 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»): автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Бел. гос. ун-т. – М., 2020. – 29 с.
4. Арутюнян Р.В. Установка междисциплинарных и межпредметных связей профессиональной дисциплины как составляющая междисциплинарная интеграция (на примере подготовки бакалавров-связистов) [Электронный ресурс] // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2015. – № 2. – С. 229–232 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustanovka-mezhdistsiplinarnyh-i-mezhpredmetnyh-svyazey-professionalnoy-distsipliny-kak-sostavlyayuschaya-mezhdistsiplinarnaya-mezhdistsiplinarnaya> (дата обращения: 21.08.2023).
5. Brovka N., Medvedev D. Factors and Didactic Characteristics that Determ in e the Information and Educational Environmen to the University [Электронный ресурс] // Proceedings of the 4th International Conference on Informatization of Education and E-learning Methodology: Digital Technologies in Education (IEELM-DTE 2020), Krasnoyarsk, Russia, October 6–9,

2020. – P. 103–110. – URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85097898033&origin=inward&txGid=17089241e5639fe3fac9df4ac5612e>.
6. Бушмакина Ю.В. Междисциплинарный подход в современном историческом знании [Электронный ресурс] // Вестн. ПГГПУ. Серия № 3. Гуманитарные и общественные науки. – 2017. – № 2. – С. 7–20. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdistsiplinarnyy-podhod-v-sovremennom-istoricheskom-znanii> (дата обращения: 21.08.2023).
 7. Жук О.Л. Междисциплинарная интеграция на основе принципов устойчивого развития как условие повышения качества профессиональной подготовки студентов // Весн. БДУ. Сер. 4: Філалогія. Журналістыка. Педагогіка. – 2014. – № 3. – С. 64–70.
 8. Кондратьев В.В., Иванов В.Г. Подготовка преподавателей к обучению будущих инженеров на основе междисциплинарного подхода // Инженерное образование: журнал АИОР. – 2016. – № 20. – С. 199–206.
 9. Поршнева О.С. Становление междисциплинарной парадигмы исторического знания, ее возможности и ограничения // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер. История, филология. – 2013. – Т. 12. № 1. – С. 84–91.
 10. Савина А.К. Междисциплинарные научно-педагогические исследования в современной Польше: реальность и риски [Электронный ресурс] // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2018. – № 1(46). – С. 44–59. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdistsiplinarnye-nauchno-pedagogicheskie-issledovaniya-v-sovremennoy-polshe-realnost-i-riski> (дата обращения: 21.08.2023).
 11. Шестакова Л.А. Междисциплинарная интеграция как методологическая основа современного образовательного процесса [Электронный ресурс] // Образовательные ресурсы и технологии. – 2013. – № 1(2) – С. 47–52. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdistsiplinarnaya-integratsiya-kak-metodologicheskaya-osnova-sovremennogo-obrazovatel'nogo-protsessa> (дата обращения: 21.08.2023).
 12. Буряя И.В. Опыт реализации компетентностно-модульного подхода в подготовке инженеров-химиков-технологов для нефтеперерабатывающей промышленности / И.В. Буряя // Выш. шк. – 2015. – № 6. – С. 8–12.
 13. Мателенок А.П., Вакульчик В.С. Междисциплинарная интеграция как основа обучения математике студентов технических специальностей // Изв. РГПУ им. А.И. Герцена. – 2022. – № 206. – С. 167–180. DOI: 10.33910/1992-6464-2022-206-167-183.
 14. Вакульчик В.С., Мателенок А.П. Разработка и реализация УМК в обучении математике студентов технических специальностей с позиций полипарадигмального подхода // Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе. – 2019. – № 7. – С. 64–68.
 15. Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Информационные технологии в отрасли» для студентов очной и заочной форм обучения специальности 1-48 01 03 «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» / сост. и общ. ред. А.А. Ермака. – Новополюк: ПГУ, 2015. – 84 с.

Поступила 28.09.2023

REALISATION OF INTERDISCIPLINARY INTEGRATION OF MATHEMATICS AND SPECIAL DISCIPLINES IN TEACHING STUDENTS OF CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL PROFILE

A. MATELENOK, I. BURAYA, E. MOLOTOK, V. VAKUL'CHIK

(*Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk*)

M. IVANOV

(*Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg*)

This article presents the content and methodological aspects of the implementation of interdisciplinary integration of mathematics and special disciplines which are included in the modules “Modelling and design of oil refining industries (special training)” and “Technology of oil and gas processing” of the curriculum of the speciality “Chemical technology of processing of natural energy carriers and carbonic materials”. The presented methodology is aimed at the formation of the necessary professional competences of the future process engineers. The main methodological form of interdisciplinary integration implementation is shown: an integrated module (IM), which combines the disciplines closest in content and intersection of competences to be formed. Pedagogical requirements for the design of IM are highlighted. It is shown that successful implementation of each designed IM is possible when solving organisational and managerial tasks: methodological; content; organisational. The essence of these tasks is revealed. Specific examples of methods of IM inclusion in the educational process are given.

Keywords: *interdisciplinary integration, integrated module, formation of specialist competences.*