

УДК 378.147

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_5

## КОМПЛЕКСНЫЕ ЗАДАНИЯ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ СПЕЦИАЛЬНЫМ РАЗДЕЛАМ МАТЕМАТИКИ

**Петрова Лилия Сергеевна,**

кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры высшей математики,  
petrov.306@mail.ru

Омский государственный университет путей сообщения,  
Россия, 644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Развитие метапредметных компетенций при освоении образовательных программ высшего образования в рамках компетентностного подхода в соответствии с различными теоретическими и практическими аспектами актуализирует проблему разработки методического обеспечения метапредметного обучения студентов высших учебных заведений, в том числе студентов технических направлений и специальностей. Отражается необходимость интегрированного обучения в контексте междисциплинарной интеграции, способствующей освоению студентами универсальных учебных действий и способов деятельности посредством формирования целостных, гармонических, комплексных представлений, активизации познавательной деятельности, развития системного и критического мышления, коммуникативных способностей. Рассматривается применение комплексных заданий как средства достижения обучающимися метапредметных и предметных результатов освоения образовательной программы на основе установления метапредметных связей при обучении различным дисциплинам. Представлены критерии отбора и конструирования комплексных заданий, способствующих реализации внутрипредметных связей при обучении специальным разделам математики и межпредметных связей с другими учебными дисциплинами. Определены основные направления применения математических пакетов и сред программирования при обучении специальным разделам математики студентов технических направлений и специальностей на уровнях бакалавриата (специалитета) и магистратуры. Приведенные примеры комплексных заданий по тематике специальных разделов математики, предусматривающие при выполнении задания использование системы MathCAD или сред программирования, позволяют за счет раскрытия межпредметных связей реализовывать межсистемный и смешанный уровень комплексности. Использование комплексных заданий при освоении специальных разделов математики студентами технических направлений способствует развитию у обучающихся универсальных учебных действий и способов деятельности, стимулируя творческую активность и исследовательскую деятельность.

**Ключевые слова:** компетентностный подход, метапредметные компетенции, интегрированное обучение, комплексные задания, универсальные учебные действия.

### Введение

Современные тенденции обновления требований к планируемым результатам освоения образовательных программ высшего образования, обеспечиваемых отдельными дисциплинами и практиками, связаны с компетентностным подходом и интегративным характером развиваемых компетенций. При этом наряду с личностными и предметными результатами рассматриваются метапредметные результаты, предполагающие освоение студентами универсальных учебных действий и способов деятельности.

В контексте компетентностного подхода метакомпетенции являются «надпрофессиональными» компетенциями, способствующими развитию навыков аналитического, критического, творческого мышления, межличностной коммуникации, приобретению новых знаний [1. С. 450].

Теория и методология метапредметного подхода рассматриваются исследователями для разных уровней образования (общего, среднего профессионального, высшего, послевузовского) и в различных теоретических направлениях в зависимости от интерпретации основных понятий.

Отсутствует единый подход к выделению и описанию структурных компонентов метапредметных компетенций: содержательный, операционный и мотивационный компоненты (А.А. Быков, Д.Ю. Коноплев, О.М. Киселева [2. С. 185]), ценностно-личностный, регулятивный, коммуникативный и познавательный компоненты (Н.А. Тимошук [3. С. 192]), мотивационно-личностный, когнитивно-рефлексивный и эмпатийный (А.Г. Бермус, Е.В. Сизова [1. С. 456]) и др.

Рассматривая вопрос классификации метапредметных компетенций, исследователями

акцентируется внимание на следующих видах компетенций: учебно-познавательные, проблемно-поисковые, информационные, контрольно-оценочные, коммуникативные (Е.А. Яровая [4]), социально-коммуникативные, регулятивные, когнитивные, общепрофессиональные (А.Г. Бермус, Е.В. Сизова [1. С. 454]) и др.

В контексте категориального аппарата ФГОС ВО 3++ в качестве метапредметных компетенций рассматривают универсальные компетенции, включающие самоорганизацию и саморазвитие, разработку и реализацию проектов, системное и критическое мышление, командную работу, межкультурное взаимодействие, лидерство и коммуникативность (М.С. Мотышина [5. С. 279]).

Зарубежными исследователями метапредметные компетенции обозначаются термином «метакомпетенции», при этом особое внимание уделяется развитию метакомпетенций в рамках карьерных [6], бизнес-компетенций [7, 8], предпринимательских [9], лидерских [10] компетенций в образовательных программах различных уровней и в профессиональных бизнес-программах.

Реализация комплексного подхода к оценке результатов обучения способствует установлению целесообразности формирования ключевых компетенций посредством специальных заданий. В исследовании А.М. Ниязовой [11] в качестве таких заданий рассматриваются компетентностно-ориентированные задания, предполагающие самостоятельные действия учащегося в поиске и нахождении нужной информации для его выполнения.

В современных исследованиях актуализируется проблема формирования метапредметных компетенций у обучающихся средствами различных учебных дисциплин, в том числе на основе их интеграции.

#### **Методология развития метапредметных компетенций на основе интегрированного обучения**

Интегративный характер метапредметных компетенций, выявленный исследователями В.В. Осиповым, Т.П. Бугаевой [12], Ю.Н. Егоровой, Ю.А. Генваревой [13], Н.В. Науменко, Э.В. Какарека [14], О.А. Бакиевой, О.А. Поповой [15], А.Г. Бермус, Е.В. Сизовой [1], F.J. Pozuelos Estrada, F.J. Garcia Prieto, S. Conde Vélez [16] и др. устанавливает необходимость междисциплинарной интеграции,

предполагающей высокий уровень развития межпредметных связей и осуществление перехода от интеграции на уровне понятий к установлению единых концепций, формирующих системные, целостные, гармонические и комплексные представления.

Создание условий продуктивного освоения студентами межпредметных понятий и универсальных учебных действий на основе системного использования знаний из различных дисциплин рассматривается Л.В. Шкервиной и М.А. Кейв посредством специальных образовательных модулей с междисциплинарным и профессионально направленным содержанием [17], О.А. Бакиевой и О.А. Поповой в контексте реализации интегрированных программ в рамках образовательных моделей майноров и элективов [15].

Многие исследования отечественных и зарубежных авторов посвящены реализации метапредметного подхода на основе интегрированного предметно-языкового обучения на разных уровнях образования [1, 18, 19].

В исследовании J. Fernández-Sanjurjo, A. Fernández-Costales, J.M. Arias Blanco [18] акцентируется внимание на повышении уровня развития не только иноязычной коммуникативности у испанских учащихся при освоении естественно-научных дисциплин на английском языке, но и компетенций в области естествознания.

Развитие информационных метапредметных компетенций, отраженных в стандарте ФГОС ВО 3++ при обучении студентов, рассматривается на основе интеграции различных предметных областей с информационными технологиями посредством использования разнообразных программных средств (специализированных программ, пакетов имитационного моделирования, расчетных систем и др.) [5, 12]. Возможность применять программное обеспечение для моделирования объектов (процессов, явлений) стимулирует развитие творческой активности, способствует реализации проектной деятельности и совершенствованию навыков исследовательской деятельности [20].

Направленность проектной и исследовательской деятельности студентов на систематизацию и расширение знаний, применяемых при моделировании процессов и явлений, способствует развитию метапредметных компетенций. В работе М.С. Мотышиной [5] определяются системный и проектный подхо-

ды как основные методологические подходы к формированию у магистрантов метапредметных, универсальных компетенций с выделением в качестве инструментария разнообразных методов и средств моделирования объектов (процессов, явлений).

В исследовании Ю.Н. Егоровой, Ю.А. Генваревой [13] рассматриваются методы формирования метапредметных компетенций у студентов железнодорожного вуза посредством активизации самостоятельной работы и привлечения студентов к научно-исследовательской деятельности.

Исследователями F.J. Pozuelos Estrada, F.J. Garcia Prieto, S. Conde Vélez [16] выделяются в обучении студентов вуза помимо традиционных подходов, основанных на запоминании и следовании инструкциям, направленных на передачу информации для сдачи тестов на память и экзаменов, альтернативные подходы, ориентированные на развитие когнитивных навыков более высокого уровня, на получение актуального знания, которое может использоваться в различных контекстах. Предлагается опыт обучения студентов, осуществляемого через инновационные предложения в рамках выполняемых работ и исследовательских проектов с рассмотрением актуальных вопросов, требующих сочетания теоретического содержания предметной области, а также практической реализации, предполагающей значительное преобразование знаний обучающихся для создания оригинальных выводов [21].

Современными исследователями рассматриваются возможности формирования предметных и метапредметных результатов обучения на основе внутрипредметной и межпредметной интеграции посредством выполнения комплексных заданий и решения комбинированных задач. В работе И.А. Завершинской и И.А. Морозова [22] обосновывается взаимосвязь между решением комбинированных (имеющих содержательные связи между различными разделами физики) физических задач и формированием планируемых результатов обучения в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта общего образования.

Реализация интегрированного обучения, предполагающего установление концептуальных связей с установлением общих идей и формирование комплексного видения при ре-

шении проблем, требует определения новых направлений в организации учебного процесса в практике обучения различным учебным дисциплинам.

### **Потенциал использования комплексных заданий как средства достижения метапредметных и предметных результатов обучения**

Рассматривая комплексные задания (задачи) как средство достижения обучающимися метапредметных и предметных результатов освоения образовательной программы, исследователи акцентируют внимание на развитии у обучающихся умений комплексного анализа, систематизации, обобщения, творческих способностей, личностных и профессиональных качеств, стремления к саморазвитию и самореализации.

В работе А.В. Прохорова, С.В. Омельченко [23] отмечается межпредметный характер комплексных заданий с необходимостью отражения профессионально направленного содержания, стимулирующих познавательный интерес и творческую активность студентов. В комплексном задании для самостоятельной работы выделяются две части (теоретическая и практическая) и акцентируется внимание на разработке методов решения поставленной задачи на основе поиска и анализа необходимых источников при выполнении теоретической части, а также на сопоставлении теоретического знания с практическим применением при освоении логики и методики выполнения определенных действий.

Основной особенностью комплексных заданий, рассматриваемых исследователями в качестве инструментария контроля формирования компетенций, определяется возможность выполнения данных заданий с привлечением знаний из различных научных областей [24]. В работе Т.А. Снигиревой, И.А. Гришановой, Е.В. Ворсиной, Т.Г. Станкевич, М.С. Рябчиковой [24] приведены определение и примеры практико-ориентированных комплексных заданий с выделением теоретической основы задания, математической и профессиональной составляющих при обучении физике в медицинском вузе.

В рамках анализа задач, требующих комплексного применения знаний из различных разделов одной или нескольких учебных дисциплин, способствующих формированию универсальных учебных действий, в исследовании

О.Р. Шеффер выделены критерии отбора и конструирования комплексных физических задач с определением уровней сложности (подсистемный, внутрисистемный, межсистемный, смешанный) в зависимости от числа задействованных связей. Подсистемный уровень включает задачи, при решении которых используются знания описания (понятия, законы, теории) и знания предписания (методы познания) из одного раздела или темы. Внутрисистемному уровню соответствуют задачи с применением знания-описания и знания-предписания различных разделов одной учебной дисциплины. Для решения задач межсистемного уровня требуется реализация межпредметных связей двух и более дисциплин. Решение задач смешанного уровня предусматривает применение знаний-описаний и знаний-предписаний из различных разделов изучаемой дисциплины и других естественнонаучных и математических дисциплин [25].

Решение задач и выполнение заданий при освоении уравнений математической физики, теории функций комплексного переменного, операционного исчисления (специальных разделов математики) сопряжено с комплексным использованием математического аппарата различных разделов математики, с реализацией достаточно сложных расчетов и интерпретацией результатов, что уже соответствует внутрисистемному уровню сложности. Использование математических пакетов (в частности, MathCAD), созданных в качестве инструмента работы расчетчиков-инженеров, характеризующихся доступностью и наглядностью в применении, позволяет рассматривать решение задач при освоении специальных разделов математики студентами технических направлений и специальностей на разных уровнях сложности с использованием символьных преобразований, встроенных функций и программированием алгоритмов, переводя рассматриваемые задания на более высокие уровни сложности (межсистемный и смешанный).

Анализ основных типов задач (заданий), способствующих реализации внутрисистемных связей при обучении специальным разделам математики и межпредметных связей с другими учебными дисциплинами, позволил выделить следующие критерии отбора и конструирования комплексных заданий:

- присутствие в фабуле задания терминологии и тематики смежных разделов (дис-

циплин) с определением содержательных связей и установлением отношений между понятиями, в том числе прикладной или профессиональной направленности;

- возможность реализации решения прикладной или профессионально-ориентированной задачи (задания) на основе методологии специальных разделов математики;
- возможность использовать методы смежных разделов (дисциплин) при решении задачи или выполнении задания по специальным разделам математики;
- используемость при выполнении задания автоматизированных математических систем с применением символьных вычислений, встроенных функций и программированием алгоритмов;
- вариативность содержания задания для выделения базового уровня с применением стандартных методов и повышенного уровня с определением задач проблемного и исследовательского характера.

Разнообразие математических методов, применяемых для выполнения комплексных заданий по специальным разделам математики, позволяет определить следующие основные направления использования математических пакетов и сред программирования при освоении данных разделов в рамках обучения дисциплине «Математика» на уровне бакалавриата (специалитета) и дисциплине «Дополнительные главы математического моделирования» на уровне магистратуры студентов технических направлений и специальностей:

- 1) реализация аналитических методов решения математических и прикладных (профессионально-ориентированных) задач с использованием символьных преобразований;
- 2) реализация аналитических методов решения математических и прикладных (профессионально-ориентированных) задач с использованием символьных преобразований и численного расчета;
- 3) реализация численных методов решения математических и прикладных (профессионально-ориентированных) задач с использованием встроенных функций;
- 4) реализация численных методов решения математических и прикладных (профессионально-ориентированных) задач с программированием алгоритмов.

Использование комплексных заданий при обучении специальным разделам математики

студентов технических направлений и специальностей за счет раскрытия задействованных внутрипредметных и межпредметных связей способствует формированию универсальных учебных действий и развитию метапредметных компетенций (активизация познавательной деятельности, развитие творческого потенциала, системного и логического мышления, сравнительного анализа, обобщения).

В качестве примера комплексного задания смешанного уровня сложности с применением операторов аналитических преобразований палитры символьных операций приводится задание по тематике операционного исчисления при обучении специальным разделам математики на уровне бакалавриата (специалитета).

**Задание 1.** По изображению

$$\frac{-p^3 + 10p^2 + 21p + 126}{(p^2 + 2p + 10)(p^2 - 5p + 4)}$$

найти оригинал функции. Задание необходимо выполнить непосредственно (без использования систем автоматизации математических вычислений) и с применением системы MathCAD.

Нахождение оригинала в случае, если изображение является правильной рациональной дробью, основывается на представлении изображения в виде суммы простейших рациональных дробей и нахождении оригиналов для каждой простейшей дроби с использованием таблицы оригиналов и изображений. При выполнении задания с применением системы MathCAD используется команда `parfrac`, позволяющая произвести разложение правильной рациональной дроби на простейшие дроби. Последовательное использование команд `parfrac` и `invlaplace` палитры символьных преобразований позволяет найти оригинал для рациональной дроби и сопоставить результаты реализации непосредственного решения без использования математического пакета и с его применением.

Пример комплексного задания смешанного уровня сложности, выполняемого при освоении теории функций комплексного переменного на уровне бакалавриата (специалитета), предусматривает использование операторов аналитических преобразований и численного расчета.

**Задание 2.** Найти разложение функции

$$f(z) = \frac{\sin z}{z-2}$$

в ряд Лорана в окрестности точки  $z=2$ . Задание необходимо выполнить непосредственно (без использования систем автоматизации математических вычислений) и с применением системы MathCAD.

Использование при выполнении задания команды `series` палитры символьных преобразований или пункта символьных операций главного меню системы MathCAD обеспечивает возможность сравнения полученного разложения с представлением функции в виде ряда, реализуемым на основе применения стандартных разложений в ряд Тейлора элементарных функций. Приближенное вычисление коэффициентов разложения с применением команды `float` из палитры символьных преобразований способствует сокращению вычислительных затрат и наглядному представлению полученного результата.

Более высокий уровень развития метапредметных компетенций и формирования универсальных учебных действий реализуется за счет увеличения числа задействованных межпредметных связей при решении профессионально-ориентированных (прикладных) задач с использованием программного обеспечения. В примере комплексного задания с реализацией аналитического и численного методов решения дифференциальных уравнений с частными производными для уровней бакалавриата (специалитета) и магистратуры на основе использования встроенных функций, операторов аналитических преобразований и численного расчета, палитры «Программирование» рассматривается математическая модель расчета температурного поля в процессе охлаждения бесконечно длинного цилиндра.

**Задание 3.** Цилиндр радиусом  $R=0,04$  м с начальной температурой  $t_{\text{н}}=45$  °С охлаждается в среде с температурой  $t_{\text{ж}}=10$  °С. Определите температуру поверхности  $t_{\text{с}}$  и температуру центра  $t_{\text{ц}}$  через время  $\tau=1$  ч после начала охлаждения при условии, что коэффициент температуропроводности  $a=0,0005$  м<sup>2</sup>/ч, коэффициент теплоотдачи теплообмена  $\alpha=9,304$  Вт/(м<sup>2</sup>·К), коэффициент теплопроводности  $\lambda=0,4652$  Вт/(м·К). Составляя математическую модель задачи, получите аналитическое решение задачи с использованием системы MathCAD. Напишите программу для численного решения поставленной задачи в системе MathCAD, применяя метод сеток с использованием конечно-разностных аппроксимаций.

Составление математической модели в условиях, когда на поверхности цилиндра происходит конвективный теплообмен, приводит к смешанной задаче для нестационарного уравнения теплопроводности с граничными условиями третьего рода с учетом перехода к цилиндрической системе координат и зависимости функции температуры от  $r$  (расстояние от точки до оси цилиндра) и времени  $t$ . Реализация аналитического решения задачи методом разделения переменных с использованием системы MathCAD включает блок определения собственных чисел задачи с вычислением корней функций Бесселя и определение температуры в центре и на поверхности цилиндра через формирование суммы членов ряда с уточнением числа удерживаемых членов ряда. Необходимо отметить, что получить численное решение поставленной задачи в системе MathCAD с применением встроенной функции `pdsolve` невозможно в силу особенности записи разностного уравнения в точке  $r=0$ . Для численного решения поставленной задачи в системе MathCAD реализуется метод сеток с использованием явной разностной схемы (для уровня бакалавриата и специалитета) и неявной разностной схемы с программированием алгоритма прогонки (для уровня магистратуры).

Пример комплексного задания для магистрантов при освоении методов математического моделирования процессов и явлений на основе дифференциальных уравнений с частными производными для многослойных структур и многомерных задач предусматривает программирование алгоритма для реализации неявной разностной схемы в математическом пакете или в среде программирования.

**Задание 4.** Рассчитать пространственное распределение безразмерного потенциала электрического поля в поперечном сечении двухпроводной системы полосковых линий с лицевой связью с неоднородным трехслойным диэлектрическим заполнением. Конструкция линии предусматривает два металлических проводника, находящихся друг под другом, шириной  $w_1=2$  мм и нулевой толщиной, расположенных на стыке диэлектрических слоев толщиной  $h_1=1,5$  мм,  $h_2=2$  мм,  $h_3=4,5$  мм и с соответствующей диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon_1=2,3$ ,  $\varepsilon_2=9,6$ ,  $\varepsilon_3=1,6$ , поперечное сечение расчетной области  $a=b=8$  мм. Написать программу для численного решения поставленной задачи в системе MathCAD или в

среде программирования Dev-C++ с использованием трехслойной неявной разностной схемы и применением формул для метода последовательной верхней релаксации. Результаты расчетов вывести в виде графиков распределения потенциала системы полосковых линий с лицевой связью при  $x=2$  мм,  $x=4$  мм,  $x=5,5$  мм и в виде графика распределения потенциала на границах раздела диэлектрических слоев.

При решении поставленной задачи на базовом уровне реализуется метод верхней релаксации на основе применения конечно-разностных аппроксимаций в случае равномерной сетки. При реализации повышенного уровня проводится сравнение результатов расчетов пространственного распределения безразмерного потенциала электрического поля на равномерной и неравномерной сетках с выводом соответствующих расчетных формул.

Примеры решения комплексных заданий по тематике специальных разделов математики с реализацией аналитических и численных методов решения математических и прикладных задач с использованием символьных преобразований, встроенных функций и программированием алгоритмов в системе MathCAD приведены в учебных и учебно-методических пособиях разработанных автором: «Дифференциальные уравнения математической физики», «Элементы теории функций комплексного переменного с применением системы MathCAD», «Элементы операционного исчисления с применением системы MathCAD», «Численные методы решения задач теплопроводности» (часть 1, 2), «Численные методы решения задач нестационарной теплопроводности для многослойных тел».

Использование комплексных заданий при освоении специальных разделов математики, предусматривающих применение систем автоматизации математических вычислений или сред программирования, предоставляет за счет раскрытия межпредметных связей возможность непосредственного практического применения теоретического аппарата и методологии различных разделов (тем) двух и более учебных дисциплин.

### Заключение

Количество комплексных заданий относительно общего числа заданий, выполняемых студентами бакалавриата (специалитета) при освоении специальных разделов математики

ки в рамках разработанной программы дисциплины «Математика», по традиционным для инженерно-технических направлений и специальностей темам теории функций комплексного переменного и операционного исчисления составляет 100 %, по тематике математического моделирования на основе дифференциальных уравнений с частными производными – 71 %. При обучении магистрантов дисциплине «Дополнительные главы математического моделирования» 90 % всех выполняемых заданий составляют комплексные задания. Реализация внутривидовых и межпредметных связей посредством комплексных заданий при обучении специальным разделам математики студентов технических направлений (специальностей) на уровнях бакалавриата (специалитета) и магистратуры на основе использования различных программных средств способствует развитию у обучающихся системного мышления, комплексного подхода к решению проблем, творческой активности, навыков исследовательской и проектной деятельности.

Усиление исследовательского аспекта проявляется в активном участии студентов в студенческих научных конференциях, в меж-

дународных научно-практических конференциях «Наука XXI века: опыт прошлого – взгляд в будущее» (Омск, 2016), «Актуальные проблемы математики и информатики: теория, методика, практика» (Елец, 2019), в работе над публикацией статей в научных журналах Вестник Евразийской науки (Москва, 2019), «Continuum. Математика. Информатика. Образование» (Елец, 2019, 2020), в рецензируемых научных журналах перечня ВАК «Известия Транссиба» (Омск, 2017, 2018), «Вестник СибГУТИ» (Новосибирск, 2019), Транспортные сооружения (Москва, 2020).

Реализация компетентного подхода при освоении специальных разделов математики студентами технических направлений и специальностей в контексте интегрированное обучения, направленного на развитие метапредметных компетенций, обеспечивается внутривидовой и межпредметной интеграцией различных предметных областей на основе использования разнообразных программных средств. В этом случае у студентов развиваются системные когнитивные навыки, аналитические и творческие способности, стимулирующие познавательный интерес и творческую активность.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сизова Е.В., Бермус А.Г. Метапредметный потенциал иноязычной подготовки в системе высшего лингвистического образования // Научный диалог. – 2017. – № 12. – С. 448–461.
2. Быков А.А., Коноплев Д.Ю., Киселева О.М. Формирование метапредметных компетенций у студентов технических специальностей // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 12-1. – С. 184–187.
3. Тимошук Н.А. К вопросу формирования метапредметных компетенций у будущих бакалавров и специалистов // Самарский научный вестник. – 2016. – № 2 (15). – С. 189–194.
4. Яровая Е.А. О метапредметных компетенциях и их видах // Научные труды SWorld. – 2015. – Т. 6. – № 3 (40). – С. 66–71.
5. Мотышина М.С. Метапредметное обучение и цифровые технологии в подготовке магистрантов // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: материалы IV Международной научной конференции. В 2 ч. Ч. 1. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2020. – С. 278–282.
6. Ramdhani R.N., Budiaman A., Budiman N. Career meta-competencies and counseling career intervention 4.0 era using life design career counseling to develop career adaptability // 1st International conference on information technology and education (ICITE 2020). Advances in social science, education and humanities research. – 2020. – V. 508. – P. 708–713. DOI: <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201214.324>. URL: <https://www.atlantispress.com/proceedings/icite-20/125948703> (дата обращения: 21.02.2022).
7. Morpurgo M.T., Azevedo A. Investigating the role of professional accounting education in enhancing meta-competency development: aligning with industry perceptions // Integration and application of business graduate and business leader competency-models. – 2020. – P. 1–26. DOI: 10.4018/978-1-7998-6537-7.ch001. URL: [https://www.researchgate.net/publication/348120165\\_Investigating\\_the\\_Role\\_of\\_Professional\\_Accounting\\_Education\\_in\\_Enhancing\\_Meta-Competency\\_Development\\_Aligning\\_With\\_Industry\\_Perceptions](https://www.researchgate.net/publication/348120165_Investigating_the_Role_of_Professional_Accounting_Education_in_Enhancing_Meta-Competency_Development_Aligning_With_Industry_Perceptions) (дата обращения: 21.02.2022).
8. Ariso A., Giroto M., Fernandez J.L. The evaluation of students meta-competencies and management skills in the context of the final year project // European Conference on Innovation and Entrepreneurship. – Academic, Conferences International Limited, 2016. – P. 50–56.

9. Reis D.A., Fleury A.L., Carvalho M.M. Consolidating core entrepreneurial competences: toward a meta-competence framework // *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*. – 2020. – V. 27. – № 1. – P. 179–204.
10. Bach C., Sulikov R. Competence development in theory and practice: competence, meta-competence, transfer competence and competence development in their systematic context // *Management*. – 2019. – V. 14 (4). – P. 289–304.
11. Ниязова А.М. Компетентностно-ориентированные задания как средство достижения планируемых результатов обучения // *Известия Кыргызской академии образования*. – 2015. – № 3 (35). – С. 263–266.
12. Осипов В.В., Бугаева Т.П. Интегративный подход в формировании компетенций в образовательном процессе // *Современные наукоемкие технологии*. – 2017. – № 1. – С. 140–144.
13. Егорова Ю.Н., Генварева Ю.А. Формирование метапредметных компетенций у студентов железнодорожного вуза // *Мир науки, культуры, образования*. – 2018. – № 3 (70). – С. 31–32.
14. Науменко Н.В., Какарека Э.В. Развитие метапредметных компетенций студентов как основа организации предметной подготовки специалистов на факультете естествознания по специальности «Биология и география» // *ВЕСЦІ БДПУ. Серія 1. Педагогіка. Психологія. Філологія*. – 2019. – № 3 (101). – С. 16–21.
15. Бакиева О.А., Попова О.А. Формирование метапредметных компетенций студентов в контексте педагогических инноваций // *Вестник педагогических инноваций*. – 2018. – № 1 (49). – С. 87–98.
16. Pozuelos Estrada F.J., Garcia Prieto F.J., Conde Vélez S. Learning styles in university students: types of strategies, materials, supports, evaluation and performance. Case study // *European journal of contemporary education*. – 2020. – V. 9. – № 2. – P. 394–416.
17. Шкерина Л.В., Кейв М.А. Поликонтекстные образовательные модули в формате требований ФГОС ВО и особенности их реализации // *Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева*. – 2016. – № 2. – С. 94–101.
18. Fernández-Sanjurjo J., Fernández-Costales A., Arias Blanco J.M. Analysing students' content-learning in science in CLIL vs. non CLIL programmes: empirical evidence from Spain // *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*. – 2019. – № 22 (6). – P. 661–674.
19. Vanegas D.L., Paige M.P., Corrales K.A. Content and language integrated learning in Latin America 2008–2018: ten years of research and practice // *Studies in Second Language Learning and Teaching*. – 2020. – V. 10. – № 2. – P. 283–305.
20. Петрова Л.С. Реализация принципа интеграции при структурировании содержания обучения специальным разделам математики студентов технических направлений // *Continuum. Математика. Информатика. Образование*. – 2020. – № 2 (18). – С. 23–29.
21. Pozuelos Estrada F.J., García Prieto F.J., Conde Vélez S. Evaluating innovative practices in university education. Validation of instrument // *Educación XX1*. – 2021. – V. 24 (1). – P. 69–91.
22. Завершинская И.А., Морозов И.А. Влияние решения физических задач на формирование планируемых образовательных результатов // *Актуальные проблемы естественнонаучного и математического образования: материалы Международной научно-практической конференции*. – Самара: Самарский государственный социально-педагогический университет, 2016. – С. 40–44.
23. Прохоров А.В., Омельченко С.В. Комплексные задания для самостоятельной работы как средство активизации творческих способностей студентов // *Инновации в науке*. – 2013. – № 26. – С. 88–92.
24. Практико-ориентированные комплексные задания как средство контроля сформированности компетенций студентов / Т.А. Снигирева, И.А. Гришанова, Е.В. Ворсина, Т.Г. Станкевич, М.С. Рябчикова // *Современные проблемы науки и образования*. – 2020. – № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29732> (дата обращения: 06.07.2022).
25. Шефер О.Р. Критерии отбора комплексных задач, способствующих достижению метапредметных и предметных результатов обучения физике // *Актуальные проблемы развития вертикальной интеграции системы образования, науки и бизнеса: экономические, правовые и социальные аспекты: материалы II Международной научно-практической конференции*. – Воронеж: Воронежский центр научно-технической информации, 2014. – С. 77–82.

Дата поступления: 10.07.2022 г.

Дата принятия: 20.11.2022 г.



UDC 378.147

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_5

## COMPLEX TASKS AS A MEANS OF DEVELOPING METAASUBJECT COMPETENCIES IN TEACHING SPECIAL SECTIONS OF MATHEMATICS

Liliya S. Petrova,

Cand. Sc., associate professor,  
petrov.306@mail.ru

Omsk State Transport University,  
35, Marx street, Omsk, 644046, Russia.

Development of meta-subject competencies in the formation of educational programs of higher education within the competence-based approach in accordance with various theoretical and practical aspects actualizes the problem of developing methodological support for meta-subject training of students of higher educational institutions, including students of technical areas and specialties. The necessity of integrated learning is reflected in the context of interdisciplinary integration that promotes the development of universal learning activities and ways of activity by students through the formation of holistic, harmonic, complex representations, activation of cognitive activity, development of systemic and critical thinking, communicative abilities. The application of complex tasks as a means for students to achieve metasubject and subject results of assimilation the educational program is considered based on the establishment of interdisciplinary connections in teaching various disciplines. The criteria for the selection and design of complex tasks that promote to the realizing of intrasubject connections when teaching special sections of mathematics and intersubject connections with other educational disciplines are presented. The main directions of application of mathematical packages and programming environments in teaching special sections of mathematics to students of technical areas and specialties at the bachelor's (specialty) and master's levels are determined. The presented examples of complex tasks on the subject of special sections of mathematics, which provide for the use of MathCAD system or programming environments when performing the task, they enable, through the disclosure of intersubject connections, to implement an intersystem and mixed level of complexity. The use of complex tasks in the mastering of special sections of mathematics by students of technical areas promotes the development of universal learning activities and ways of activity among students, stimulating creative activity and research actions.

**Key words:** competence-based approach, metasubject competence, integrated teaching, complex tasks, universal educational actions.

### REFERENCES

1. Sizova E.V., Bermus A.G. Metapredmetny potencial inoyazychnoy podgotovki v sisteme vysshego nelingvisticheskogo obrazovaniya [Meta-subject potential of foreign language training in the system of higher non-linguistic education]. *Nauchnyy dialog*, 2017, no. 12, pp. 448–461.
2. Bykov A.A., Konoplev D.Yu. Formirovanie metapredmetnykh kompetentsiy u studentov tekhnicheskikh spetsialnostey [Formation of meta-subject competencies among students of technical specialties]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*, 2018, no. 12-1, pp. 184–187.
3. Timoshchuk N.A. K voprosu formirovaniya metapredmetnykh koipetentsiy u budushchikh bakalavrov i spetsialistov [To the question of the formation of meta-subject competencies of future bachelors and specialists]. *Samarskiy nauchnyy vestnik*, 2016, no. 2 (15), pp. 189–194.
4. Yarovaya E.A. O metapredmetnykh kompetentsiyakh i ikh vidakh [About meta-subject competencies and their types]. *Nauchnye trudy SWorld*, 2015, vol. 6, no. 3 (40), pp. 66–71.
5. Motyshina M.S. Metapredmetnoe obuchenie i tsifrovye tekhnologii v podgotovke magistrantov [Meta-subject training and digital technologies in the preparation of undergraduates]. *Informatizatsiya obrazovaniya i metodika elektronnoy obucheniya: tsifrovye tekhnologii v obrazovanii. Materialy IV Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [Informatization of education and e-learning methods: digital technologies in education. Materials of the IV International Scientific Conference]. Krasnoyarsk, Sibirskiy federalnyy universitet, 2020. P. 1, pp. 278–282.
6. Ramdhani R.N., Budiamin A., Budiman N. Career meta-competencies and counseling career intervention 4.0 era using life design career counseling to develop career adaptability. *1st International conference on information technology and education (ICITE 2020). Advances in social science, education and humanities research*. 2020, vol. 508, pp. 708–713. DOI: <https://doi.org/10.2991/as-sehr.k.201214.324>. Available at: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/icite-20/125948703> (accessed: 21 February 2022).

7. Morpurgo M.T., Azevedo A. Investigating the role of professional accounting education in enhancing meta-competency development: aligning with industry perceptions. *Integration and application of business graduate and business leader competency-models*. 2020, pp. 1–26. DOI: 10.4018/978-1-7998-6537-7.ch001. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/348120165\\_Investigating\\_the\\_Role\\_of\\_Professional\\_Accounting\\_Education\\_in\\_Enhancing\\_Meta-Competency\\_Development\\_Aligning\\_With\\_Industry\\_Perceptions](https://www.researchgate.net/publication/348120165_Investigating_the_Role_of_Professional_Accounting_Education_in_Enhancing_Meta-Competency_Development_Aligning_With_Industry_Perceptions) (accessed: 21 February 2022).
8. Ariso A., Giroto M., Fernandez J.L. The evaluation of students meta-competencies and management skills in the context of the final year project. *European Conference on Innovation and Entrepreneurship*. Academic, Conferences International Limited, 2016. pp. 50–56.
9. Reis D.A., Fleury A.L., Carvalho M.M. Consolidating core entrepreneurial competences: toward a meta-competence framework. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 2020, vol. 27, no. 1, pp. 179–204.
10. Bach S., Sulikov R. Competence development in theory and practice: competence, meta-competence, transfer competence and competence development in their systematic context. *Management*, 2019, vol. 14 (4), pp. 289–304.
11. Niyazova A.M. Kompetentnostno-orientirovannye zadaniya kak sredstvo dostizheniya planiruemykh rezultatov obucheniya [Competence-oriented tasks as a means of achieving the planned learning results]. *Izvestiya Kyrgyzskoy akademii obrazovaniya*, 2015, no. 3 (35), pp. 263–266.
12. Osipov V.V., Bugaeva T.P. Integrativny podkhod v formirovanii kompetentsy v obrazovatelnom protsesse [Integrative approach in the formation of competencies in the educational process]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*, 2017, no. 1, pp. 140–144.
13. Egorova Yu.N., Genvareva Yu.A. Formirovanie metapredmetnykh kompetentsiy u studentov zheleznodorozhnogo vuza [Formation of metasubject competencies among students of a railway university]. *Mir nauki, kultury, obrazovaniya*, 2018, no. 3 (70), pp. 31–32.
14. Naumenko N.V. Kukareka E.V. Razvitie metapredmetnykh kompetentsiy studentov kak osnova organizatsii predmetnoy podgoovki spetsialistov na fakultete estestvoznaniya po spetsialnosti «Biologiya i geografiya» [Development of students meta-subject competencies as a basis for the organization of subject training of specialists at the faculty of natural sciences in the specialty «Biology and geography»]. *VESTI BDPU. Seriya 1. Pedagogika. Psikhologiya. Filologiya*, 2019, no. 3 (101), pp. 16–21.
15. Bakieva O.A., Popova O.A. Formirovanie metapredmetnykh kompetentsiy studentov v kontekste pedagogicheskikh innovatsiy [Formation of students meta-subject competencies in the context of pedagogical innovations]. *Vestnik pedagogicheskikh innovatsiy*, 2018, no. 1 (49), pp. 87–98.
16. Pozuelos Estrada F.J., Garcia-Prieto F.J., Conde-Vélez S. Learning styles in university students: types of strategies, materials, supports, evaluation and performance. Case study. *European journal of contemporary education*, 2020, vol. 9, no. 2, pp. 394–416.
17. Shkerina L.V., Keiv M.A. Polikontekstnye obrazovatelnye moduli v formate trebovaniy FGOS VO i osobennosti ikh realizatsii [Polycontext educational modules in the format of the requirements of the Federal State Educational Standard and the specifics of their implementation]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.P. Astafeva*, 2016, no. 2, pp. 94–101.
18. Fernández-Sanjurjo J., Fernández-Costales A., Arias Blanco J.M. Analysing students' content-learning in science in CLIL vs. non CLIL programmes: empirical evidence from Spain. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 2019, no. 22 (6), pp. 661–674.
19. Banegas D.L., Paige M.P., Corrales K.A. Content and language integrated learning in Latin America 2008–2018: Ten years of research and practice. *Studies in Second Language Learning and Teaching*, 2020, vol. 10, no. 2, pp. 283–305.
20. Petrova L.S. Realizatsiya printsipa integratsii pri strukturirovanii sodержaniya obucheniya spetsialnym razdelam matematiki studentov tekhnicheskikh napravleniy [Realization of the principle of integration in structuring the content of teaching special sections of mathematics to students of technical areas]. *Continuum. Matematika. Informatika. Obrazovanie*, 2020, no. 2 (18), pp. 23–29.
21. Pozuelos Estrada F.J., García Prieto F.J., Conde Vélez S. Evaluating innovative practices in university education. Validation of instrument. *Educación XXI*, 2021, vol. 24 (1), pp. 69–91.
22. Zavershinskaya I.A., Morozov I.A. Vliyaniye resheniya fizicheskikh zadach na formirovanie planiruemykh obrazovatelnykh rezultatov [The influence of solving physical tasks on the formation of planned educational results]. *Aktualnye problemy estestvennonauchnogo i matematicheskogo obrazovaniya. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Actual problems of natural science and mathematics education. Materials of the International scientific and practical conference]. Samara, Samara State Social and Pedagogical University Publ., 2016. pp. 40–44.
23. Prokhorov A.V., Omelchenko S.V. Kompleksnye zadaniya dlya samostoyatelnoy raboty kak sredstvo aktivizatsii tvorcheskikh sposobnostey studentov [Complex tasks for independent work as a means of activating students' creative abilities]. *Innovatsii v nauke*, 2013, no. 26, pp. 88–92.
24. Snigireva T.A., Grishanova I.A., Vorsina E.V., Stankevich T.G., Ryabchikova M.S. Praktiko-orientirovannye kompleksnye zadaniya kak sredstvo kontrolya sformirovannosti kompetentsiy studentov [Practice-oriented complex tasks as a means of controlling the formation of students competencies]. *Sovre-*

- mennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2020, no. 2. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29732> (accessed: 6 July 2022).
25. Shefer O.R. Kriterii otbora kompleksnykh zadach, sposobstvuyushchikh dostizheniyu metapredmetnykh i predmetnykh rezultatov obucheniya fizike [Criteria for the selection of complex tasks that promote to the achievement of metasubject and subject results of physics education]. *Aktualnye problemy razvitiya vertikalnoy integratsii sistemy obrazovaniya, nauki i biznesa: ekonomicheskie, pravovye i sotsialnye aspekty. Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Actual problems of the development of vertical integration of the system of education, science and business: economic, legal and social aspects. Materials of the II International scientific and practical conference]. Voronezh, Voronezh Centre of scientific and technical information Publ., 2014. pp. 77–82.

Received: 10 July 2022.  
Reviewed: 20 November 2022.