DOI: 10.24888/2500-1957-2026-1-58-74

УДК 378.147

ПОСТРОЕНИЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ПО МЕТОДИКЕ УДЕ ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТАМ С НАРУШЕНИЕМ СЛУХА

Семакин Артем Николаевич
к.ф.-м.н., доцент
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Емгушева Галина Петровна
к.ф.-м.н., доцент
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана;
Московский государственный университет геодезии и картографии

Аннотация. В статье рассматривается проблема обучения слабослышащих и глухих студентов дифференциальному и интегральному исчислениям в вузе. Нарушение слуховой функции обычно приводит к ряду заметных отклонений от учебной нормы, существенно затрудняющих студентам успешное освоение учебного материала. Для компенсации таких отклонений предлагается использовать методику укрупнения дидактических единиц. На примере наиболее важного для учебного процесса отклонения – слабая развитость долговременной памяти – показываются компенсирующие возможности основных положений данной методики, в частности, принципа пространственного и временного совмещения взаимосвязанных элементов знания, принципа дополнительности методов обучения, а также многокомпонентных задач. Далее предлагается универсальная теоретическая схема организации обучения студентов с нарушением слуха дифференциальному и интегральному исчислениям по методике укрупнения дидактических единиц и приводятся две практические реализации этой схемы в виде междисциплинарных интегрированных комплексов, предполагающих как последовательное, так и параллельное изучение обоих исчислений. В первом случае интегрированный комплекс содержит три учебные дисциплины, во втором – две. Структура интегрированных комплексов выстраивается таким образом, чтобы в полной мере активировать компенсирующие возможности используемой методики как при последовательном, так и при параллельном изучении обоих исчислений.

Ключевые слова: методика укрупнения дидактических единиц, междисциплинарный интегрированный комплекс, дифференциальное исчисление, интегральное исчисление, слабослышащие и глухие студенты

Для цитирования: Семакин А.Н., Емгушева Г.П. Построение междисциплинарных интегрированных комплексов по методике УДЕ для преподавания математики студентам с нарушением слуха // Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2026. № 1 (41). С. 58–74. doi.org/10.24888/2500-1957-2026-1-58-74

Введение

Дифференциальное и интегральное исчисления являются важнейшими в прикладном отношении разделами математики, формируя вычислительную основу естественных, технических и экономических наук (Пильтяй, 2012; Макушев, 2013). Дифференциальное исчисление позволяет анализировать поведение функций в сколь угодно малых окрестностях отдельно взятых точек. Интегральное исчисление, наоборот, позволяет находить средние по некоторому промежутку характеристики функций. Можно сказать, что дифференциальное и интегральное исчисления рассматривают одни и те же функции в частности и в целом соответственно. Сами создатели данных разделов математики (И. Ньютон и Г. Лейбниц) подчеркивали их неразрывную связь (Юшкевич, 1970).

Классический подход к преподаванию математики в вузах предполагает последовательное изучение сначала дифференциального, потом интегрального исчислений в течение чаще всего двух семестров со значительным временным перерывом на сессию и каникулы. Здоровые студенты, не имеющие каких-либо отклонений от учебной нормы, обычно способны при таком подходе своевременно формировать логические связи между элементами дифференциального и интегрального исчислений и выстраивать на этих связях единую устойчивую систему знаний о функциях и их свойствах.

У слабослышащих и глухих студентов ситуация иная (Станевский, 2017). Нарушение слуховой функции приводит к нарушению психической функции (воля, восприятие, внимание, память, мышление, интеллект, эмоции, сознание) и речевой функции (устная и письменная речь, вербальная и невербальная речь, голосообразование). В совокупности эти нарушения проявляются во время обучения в виде таких отклонений от учебной нормы, как недостаточная развитость понимания причинно-следственных связей, медленное образование разветвленной системы понятий, слабая развитость долговременной памяти, запаздывание и фрагментарность восприятия, уменьшенная продуктивность умственного труда и т.д. (Станевский, 2017).

Из-за наличия указанных отклонений при классическом подходе к преподаванию, когда изучение производных и интегралов разделено во времени и пространстве, студенты с нарушением слуха воспринимают дифференциальное и интегральное исчисления как два изолированных, никак не связанных между собой раздела математики. У них не вырабатывается понимание производной и интеграла как взаимообратных понятий, не формируются связи между различными элементами этих исчислений. В результате, студенты с нарушением слуха тратят заметно больше интеллектуальных и временных ресурсов на освоение данных разделов математики по сравнению со здоровыми студентами, а полученные знания быстрее и легче забываются. Поэтому при работе со слабослышащими и глухими студентами желательно отойти от классического подхода, организовав подачу учебного материала с учетом их психофизиологических особенностей.

Поиск более эффективных и результативных подходов к преподаванию дифференциального и интегрального исчислений в вузах идет постоянно. Например, в (Калинин, 2010) предлагается дополнить пассивное освоение знаний на занятиях систематической научно-исследовательской работой с активными размышлениями над открытыми вопросами и нерешенными задачами. В (Зубова, 2021) высказывается идея преподавания новых знаний через историческую перспективу, когда знания не просто преподносятся сами по себе как голые факты, а погружаются в исторический контекст своего возникновения, что усиливает прочность запоминания за счет формирования в памяти дополнительных ассоциативных рядов и связей. В (Белова, 2006) рассматривается вопрос применения различных информационных технологий на занятиях.

Несмотря на многообразие существующих предложений по повышению эффективности преподавания дифференциального и интегрального исчислений, в основном они ориентированы на работу со здоровыми студентами и, соответственно, не предполагают решения проблем, характерных для студентов с нарушением слуха.

В данной статье мы описываем теоретическую схему организации обучения студентов с нарушением слуха дифференциальному и интегральному исчислениям на основе методики укрупнения дидактических единиц (методики УДЕ) (Эрдниев, 1986) и предлагаем две практические реализации теоретической схемы в виде междисциплинарных интегрированных комплексов, рассчитанных на последовательное и параллельное изучение обоих исчислений.

Согласно методике УДЕ, учебный материал дисциплин подается студентам в виде последовательности укрупненных дидактических единиц. Каждая укрупненная дидактическая единица (УДЕ) есть объединение логически различимых элементов знания, обладающих информационной общностью и формирующихся вокруг какого-либо центрального понятия или логического ядра. УДЕ строится по принципам дополнительности методов обучения и пространственного и временного совмещения взаимосвязанных элементов знания, а также включает в себя разнообразные многокомпонентные задания, предназначенные для формирования устойчивой самоподдерживающейся системы связей между элементами знания, входящими в УДЕ.

Первоначально П.М. Эрдниев разрабатывал свою методику применительно к математике средней школы. Со временем ее начали адаптировать и к математическим дисциплинам вузов – аналитической геометрии (Харитонова, 2007; Дорофеев, 2013), математическому анализу (Ястребов, 2017) и др., но каждый раз ограничивались рамками лишь одной учебной дисциплины. Отличительная черта нашей работы состоит в том, что мы выходим за границы отдельно взятой учебной дисциплины. Каждая наша УДЕ в равной мере распределена между несколькими учебными дисциплинами, что связывает их в единый интегрированный комплекс.

Идея междисциплинарной интеграции существует уже продолжительное время (Шестакова, 2013), но в основном применяется для интеграции дисциплин, относящихся к разным областям знаний, например, к математике, физике и информатике (Мателенок, 2022). Все наши дисциплины относятся к одной области знаний – математике. Одни дисциплины рассматривают дифференциальные свойства функций и посвящены дифференциальному исчислению, а другие занимаются интегральными характеристиками тех же самых функций и посвящены интегральному исчислению. Вместе они как единый интегрированный комплекс дают общее представление о функциях, одновременно рассматривая их свойства, характерные как для отдельных точек, так и для целых промежутков.

Взаимная связь дифференцирования и интегрирования

Курс дифференциального исчисления для инженерных специальностей и направлений подготовки обычно включает в себя понятия производной и дифференциала, теоремы о среднем, формулу Тейлора, методы исследования функций на возрастание-убывание и экстремум. Интегральное исчисление рассматривает первообразную и неопределенный интеграл, формулу Ньютона-Лейбница для определенного интеграла, методы вычисления площадей и объемов, а также несобственные интегралы первого и второго родов.

Несмотря на, казалось бы, совершенно различающиеся по содержанию темы, многие понятия в дифференциальном и интегральном исчислениях являются парными, причем связанными взаимообратным образом. Приведем несколько примеров.

1. Производная и первообразная. Две функции $f(x)$ и $g(x)$ могут быть связаны равенством

$$f'(x) = g(x). \tag{1}$$

Это равенство можно интерпретировать двояко: (а) $g(x)$ является производной функции $f(x)$, (б) $f(x)$ является первообразной функции $g(x)$. Первая интерпретация используется в дифференциальном исчислении – читая равенство слева направо, мы переходим от функции $f(x)$ к функции $g(x)$. Этот переход определяет операцию дифференцирования. Вторая интерпретация рассматривается в интегральном исчислении – читая равенство справа налево, мы переходим от функции $g(x)$ к функции $f(x)$. Этот переход задает операцию интегрирования. Получаем, что производная и первообразная – это парные понятия, связанные двумя взаимообратными операциями дифференцирования и интегрирования.

2. Вычисление дифференциала сложной функции и интегрирование подведением под знак дифференциала. Рассмотрим сложную функцию $f(\varphi(x))$. Для нее справедлива формула:

$$df(\varphi(x)) = f'(\varphi(x)) \cdot d\varphi(x) = f'(\varphi(x)) \cdot \varphi'(x) \cdot dx. \quad (2)$$

Переход по цепочке равенств, задаваемых данной формулой, слева направо определяет правило вычисления дифференциала сложной функции. Движение в обратную сторону задает один из методов интегрирования – метод подведения под знак дифференциала. Получается, что одна и та же цепочка равенств описывает одновременно как один из методов дифференцирования, так и один из методов интегрирования. Они отличаются друг от друга лишь направлением движения по цепочке, что еще раз показывает взаимообратный характер дифференцирования и интегрирования.

3. Физические и геометрические приложения производных и интегралов. В физике по зависимости длины пройденного пути от затраченного времени с помощью производной можно найти скорость движения тела в любой момент времени. И, наоборот, по известным скоростям движения можно с помощью интеграла найти длину пути, пройденного телом за определенное время. В геометрии посредством производной можно найти касательную к графику известной функции в любой точке, а по известным касательным посредством интеграла можно восстановить график функции на заданном промежутке. Из приведенных примеров видно, что приложения дифференциального и интегрального исчислений также имеют взаимообратный характер.

Основные принципы методики УДЕ

Непосредственная связь между элементами дифференциального и интегрального исчислений, основанная на двойственных интерпретациях одних и тех же математических выражений, позволяет естественным образом выстраивать подачу учебного материала по этим исчислениям в соответствии с двумя основными принципами методики УДЕ – принципом пространственного и временного совмещения взаимосвязанных элементов знания и принципом дополнительности методов обучения.

Первый принцип утверждает, что одновременное и совместное изучение взаимосвязанных элементов знания требует приложения заметно меньших интеллектуальных усилий и заметно меньших затрат времени, чем изучение этих же элементов по отдельности. Второй принцип говорит, что сочетание нескольких дополняющих друг друга методов обучения усиливает прочность усвоения знаний за счет представления одних и тех же элементов этого знания с разных сторон и в разном контексте.

Реализуя данные принципы на практике, преподаватели могут за счет правильного подбора и подачи учебного материала частично компенсировать имеющиеся у слабослышащих и глухих студентов отклонения от учебной нормы и, как результат, подвести их к такому же уровню усвоения знаний, какой наблюдается у здоровых студентов. Полный список встречающихся у слабослышащих и глухих студентов отклонений от учебной нормы и их описание можно найти в (Станевский, 2017). Далее мы рассмотрим подробно одно отклонение – слабую развитость долговременной памяти – и покажем, как оно компенсируется с помощью принципов методики УДЕ при одновременном изучении парных понятий дифференциального и интегрального исчислений.

Аналогичные рассуждения о компенсирующем действии принципов методики УДЕ можно привести и для других отклонений от учебной нормы, перечисленных в (Станевский, 2017).

Слабая развитость долговременной памяти на занятиях проявляется в виде проблемы вспоминания и проблемы запоминания. Осваивая какие-либо новые знания, студенты должны вспоминать изученные ранее опорные знания, без которых успешное освоение новых знаний невозможно. В этот момент возникает проблема вспоминания. Завершая изучение новых знаний, студенты должны их запоминать, оставляя в рабочей и далее в долговременной памяти на как можно более длительный срок для дальнейшего использования. Здесь появляется проблема запоминания.

Первый принцип решает проблему вспоминания за счет того, что все взаимосвязанные элементы знания изучаются вместе. Это избавляет студентов от необходимости восстанавливать знания, востребованные в данных момент, но утраченные за давностью изучения, поскольку все востребованные в данные момент знания изучаются в данный же момент времени.

Второй принцип решает проблему запоминания путем увеличения в памяти количества логических цепочек, представляющих изученное знание и образующихся за счет наличия разных точек зрения на него. Поскольку логические цепочки в памяти распадаются постепенно, то знание удерживается в памяти тем дольше, чем больше имеется связанных с ним логических цепочек.

Конкретизируем действие обоих принципов на примере формулы (2). В курсе дифференциального исчисления студенты приходят к ней во время обсуждения свойства инвариантности формы дифференциала и вытекающей из этого свойства логической последовательности раскрытия дифференциала сложной функции – от компактной формы по φ к развернутой форме по x. При изучении интегрального исчисления эта формула встречается во время рассмотрения метода подведения под знак дифференциала – развернутая форма дифференциала по x сворачивается в компактную форму по φ, из которой далее восстанавливается искомая сложная функция.

При классическом подходе к преподаванию математики метод подведения под знак дифференциала обычно рассматривается спустя 3-4 месяца после изучения производной и дифференциала сложной функции. За это время полученные ранее знания о производных и дифференциалах сложных функций вытесняются из рабочей и далее долговременной памяти студентов. В результате, студенты рассматривают метод подведения под знак дифференциала как нечто новое, никак не связанное с освоенным ранее. Им приходится прилагать значительные умственные усилия для изучения сути математических преобразований, составляющих метод, а преподавателям – тратить дополнительное время на актуализацию знаний по дифференцированию сложной функции.

Если же метод подведения под знак дифференциала рассматривать сразу после дифференцирования сложной функции, то ситуация существенно улучшается. Во-первых, преподавателям не потребуется проводить актуализацию знаний. Во-вторых, выработать умение восстанавливать сложную функцию по ее дифференциалу, когда в рабочей памяти хранится знание того, как этот дифференциал получается, будет существенно легче и быстрее. В этом случае студентам не нужно тратить время и умственные усилия на восстановление навыков работы с формулой (2) как при классическом подходе.

Рассмотренный пример показывает, что совместное изучение парных понятий дифференциального и интегрального исчислений действительно проходит легче и быстрее, чем их изучение по отдельности, что в значительной степени обусловлено наличием общей для них математической основы. Студенты изучают общую основу лишь один раз, а не два, что и дает экономию во времени и усилиях. В рассматриваемом примере общей математической основой служит формула (2). Согласно П.М. Эрдниеву именно наличие общих компонентов у изучаемых элементов знания делает принцип пространственного и временного совмещения действительным.

В представленном примере также можно видеть действие принципа дополнительности методов обучения. Формула (2) рассматривается одновременно в двух связанных контекстах – производных и интегралов. Соответственно, в отношении данной формулы у студентов в памяти формируются две связанные логические цепочки, отражающие две ее взаимно обратимые интерпретации – правило вычисления дифференциала сложной функции и интегрирование методом подведения под знак дифференциала. Взаимная обратимость означает, что одну интерпретацию можно восстановить по другой, изменив направление рассуждений в обратную сторону.

Взаимная обратимость усиливает устойчивость обеих логических цепочек. Если какие-либо логические переходы в одной цепочке с течением времени вытесняются из рабочей и далее долговременной памяти, то они могут быть своевременно восстановлены за счет парных им переходов во второй цепочке. Другими словами, две связанные логические цепочки взаимно поддерживают целостность друг друга. Практически это значит, что совместное изучение метода вычисления дифференциала сложной функции и обратного ему метода интегрирования подведением под знак дифференциала усиливает прочность их усвоения и увеличивает продолжительность нахождения этих методов в рабочей и долговременной памяти. При этом, чтобы обе логические цепочки смогли образовать самоподдерживающуюся связанную систему, студенты на занятиях должны самостоятельно или с помощью преподавателя выявить и усвоить имеющуюся связь между рассматриваемыми методами. Для решения этой задачи лучше всего подходят многокомпонентные задания, разрабатываемые в рамках методики укрупнения дидактических единиц.

Многокомпонентные задания методики УДЕ

Многокомпонентное задание в общем случае делится на три уровня сложности и включает следующие компоненты: решить данную прямую задачу (1-ый уровень сложности), составить и решить обратную и аналогичную задачи (2-ой уровень сложности), составить и решить задачу, полученную из данной тем или иным обобщением (3-ий уровень сложности).

Прямая задача представляет собой обычное готовое математическое упражнение и используется для формирования у студентов базовых умений и навыков работы с изучаемыми математическими объектами. Обратная задача получается, когда в условие прямой задачи вводится ее ответ, а одно из условий переводится в разряд неизвестных. Аналогичная задача составляется из прямой путем внесения изменений в начальные условия при обязательном сохранении основной концепции и методики решения. Обобщенная задача должна в том или ином отношении усложнять прямую.

Рассмотрим подробнее аналогичные и обратные задачи. Самостоятельно варьируя начальные условия при составлении аналогичных задач, студенты находят, каким образом и в каких пределах одни математические величины определяются другими, что достигается, с одной стороны, путем выделения из множества получаемых решений общих эмпирических закономерностей, привязывающих изменения в решениях к изменениям в начальных условиях (эмпирический уровень познания), а с другой стороны, за счет детального анализа принципов работы каждого звена в цепочке преобразований, составляющих алгоритм решения (теоретический уровень познания). Потребность в последнем возникает у студентов вследствие того, что изменение начальных условий не может быть произвольным – аналогичная задача должна сохранять основную концепцию прямой, использовать ту же методику решения и, разумеется, быть решаемой.

Составление и решение последовательности аналогичных задач подводит студентов к пониманию, хотя бы на подсознательном уровне, именно связи между двумя математическими величинами, а не просто к запоминанию механического алгоритма перехода от одной величины к другой. Отметим, что ключевым этапом работы с аналогичными задачами является их составление. Только работа по самостоятельному составлению задач может подвести студентов к вопросам «Как изменится результат, если изменить условие? Почему именно так? От чего это зависит?», что далее вызовет потребность во внимательном рассмотрении сути и смысла тех действий, которые они обычно выполняют чисто механически по ходу решения прямых задач. Простое же решение уже кем-то составленных аналогичных задач приведет лишь к наработке техники решения, потребности разобраться в сути тех зависимостей, которые за ней стоят, у студентов не возникнет.

Связь, выявляемая аналогичными задачами, носит односторонний характер – от исходных величин к результирующим. Чтобы сделать ее двусторонней и выявить именно взаимное влияние исходных и результирующих величин друг на друга, аналогичные задачи дополняются обратными. Обращение уже отработанной на прямых и аналогичных задачах цепочки действий позволяет студентам посмотреть на каждое совершаемое преобразование свежим взглядом и выявить не замеченные ранее особенности и ограничения этих преобразований.

Двусторонняя связь между математическими величинами, выявленная и осознанная студентами в результате работы с обратными и аналогичными задачами, сохраняется в их памяти в виде самоподдерживающейся связанной системы из двух логических цепочек, каждая из которых отвечает своему направлению движения – прямому или обратному. Это приводит к более прочному закреплению в памяти опирающихся на эту связь элементов знания, их лучшему пониманию и, что важно, более свободному оперированию ими.

К побочным результатам работы по составлению и решению аналогичных и обратных задач можно отнести развитие у студентов невербальной речи, с чем согласно (Станевский, 2017) слабослышащие и глухие студенты обычно испытывают сложности. Само по себе составление аналогичных и обратных задач осуществляется в виде цепочки рассуждений, проводя которые слабослышащие и глухие студенты невольно и незаметно для себя совершенствуют свои речевые навыки (по крайней мере на невербальном уровне), каждый раз включая в оборот новые слова и фразы.

Приведем примеры на формулу (2) с точки зрения дифференциального исчисления. Прямая задача – вычислить дифференциал сложной функции $3\sin(2x+1)$. Получаем

$$\begin{gathered} \mathrm{d}(3\sin(2x+1)) = 3\cos(2x+1)\cdot \mathrm{d}(2x+1) = \\ = 3\cos(2x+1)\cdot 2dx = 6\cos(2x+1)\,dx. \end{gathered} \tag{3}$$

При составлении аналогичных задач можно пойти двумя путями – изменять внутреннюю функцию

$$3\sin(3x+2)\,,\ \ 3\sin(4x-1),\ \ \ldots\ ,$$

или изменять внешнюю функцию

$$3\cos(2x+1)\,,\ \ 3\arcsin(2x+1),\ \ \ldots\ .$$

Формируя обе последовательности, студенты постепенно вырабатывают понимание, какие именно элементы дифференциала задаются теми или иными компонентами сложной функции и каким образом. В результате, задачи по вычислению дифференциалов функций, имеющих однотипную структуру, перестают рассматриваться изолировано, студенты переносят накопленный опыт на новые вычисления. Это выражается в том, что с какого-то момента времени они только по виду функции начинают сразу же представлять, как будет выглядеть ее дифференциал еще до самих расчетов.

Преподаватель, поручив студентам составление аналогичных задач, должен отслеживать их работу. Если он видит, что действия студентов носят хаотичный, беспорядочный характер, ему необходимо советами подтолкнуть их в желаемом направлении. Эта рекомендация носит общий характер. Преподаватель, поручая студентам составление последовательности аналогичных задач, всегда должен заранее понимать, к какому результату желательно привести студентов, и соответственно выстраивать свою работу – своевременно подсказать, посоветовать, направить.

Обратная задача – по дифференциалу $6\cos(2x+1)\,\mathrm{d}x$ восстановить сложную функцию. Мы берем решение прямой задачи и выполняем его в обратном порядке:

$$6\cos(2x+1)\,\mathrm{d}x = 3\cos(2x+1)\cdot 2\mathrm{d}x = \\ = 3\cos(2x+1)\cdot d(2x+1) = d(3\sin(2x+1)). \qquad (4)$$

Сама цепочка равенств не изменилась, поменялось направление движения по ней. Однако, это уже усложняет рассуждения, стоящие за переходами по цепочке. На первом шаге обратной цепочки (4) студентам необходимо выполнить одновременно три связанных действия – в теле дифференциала определить внутреннюю функцию, найти производную внутренней функции и выделить эту производную в дифференциале. Последний шаг прямой цепочки (3), соответствующий первому шагу обратной цепочки (4), требует выполнения лишь одного действия – вычисления производной внутренней функции.

На примере видно, что обращение цепочки математических преобразований изменяет и часто усложняет стоящую за ними логику, что как раз и позволяет формировать вторую логическую цепочку между изучаемыми элементами знания в дополнение к той, что сформировалась при работе с аналогичными задачами.

Поскольку к началу работы над обратной задачей студентам уже известно решение прямой задачи, то при обращении этого решения важно требовать от студентов явного строгого обоснования каждого совершаемого ими шага, иначе решение обратной задачи может выродиться в чисто механическое бездумное переписывание прямого решения в обратном порядке. Скажем, во время работы с обратной цепочкой (4) преподаватель может ставить следующие дискуссионные вопросы: «Почему бы в качестве производной внутренней функции не взять 6?», «Почему бы в качестве самой внутренней функции не взять $2x$?» и т.д.

Завершив работу с обратной задачей, преподавателю стоит предложить студентам составить и решить последовательность задач, аналогичных обратной, но с еще неизвестными решениями. Это позволит выработать у студентов умение выделять в теле дифференциала структурные элементы сложной функции, распознавать дифференциалы однотипной структуры и определять, к каким изменениям в структуре сложной функции приводят те или иные изменения в теле ее дифференциала.

Таким образом, работа с аналогичными и обратными задачами на формулу (2) приводит к установлению прочной двусторонней связи между сложной функцией и ее дифференциалом. Студенты начинают воспринимать их как единую связанную пару, в которой структура одной стороны отражает структуру другой и наоборот.

Перейдем к интегральному исчислению. Освоение интегрирования подведением под знак дифференциала на базе полученных навыков работы с дифференциалом сложной функции, пока эти навыки находятся в рабочей памяти, требует от студентов приложения довольно незначительных усилий в течение небольшого промежутка времени. Ключевая задача преподавателя здесь – это подать студентам данный метод не как что-то принципиально новое, а как уже известную им технику восстановления сложной функции по ее дифференциалу с поправкой на терминологию интегрального исчисления. Такой подход позволит студентам не создавать в памяти новую отдельную логическую цепочку, а привязать новую смысловую интерпретацию к уже существующей логической цепочке, выработанной ранее при решении обратных задач по восстановлению сложной функции. За счет последнего и происходит существенная экономия времени и усилий, затрачиваемых на освоение интегрирования подведением под знак дифференциала.

Теоретическая схема построения учебного процесса по методике УДЕ

Методика УДЕ предполагает подачу учебного материала в виде последовательности укрупненных дидактических единиц (УДЕ), включающих в себя как теоретические знания, так и практические задачи. В нашем случае каждая УДЕ тематически делится на две взаимосвязанные части, охватывающие дифференциальное и интегральное исчисления соответственно. Содержательные связи между отдельными компонентами типичной УДЕ показаны на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что типичная УДЕ начинается с изучения теоретических положений дифференциального исчисления (компонент «Теория 1»). Далее идет формирование практических навыков работы с изученной теорией (компонент «Многокомпонентное задание 1»), и параллельно с этим изучаются теоретические положения интегрального исчисления, связанные тем или иным образом с только что изученной теорией по дифференциальному исчислению (компонент «Теория 2»). Завершается УДЕ решением задач по интегральному исчислению (компонент «Многокомпонентное задание 2»), причем с опорой на только что полученные навыки решения парных им задач по дифференциальному исчислению, связанных с данными взаимообратным образом.

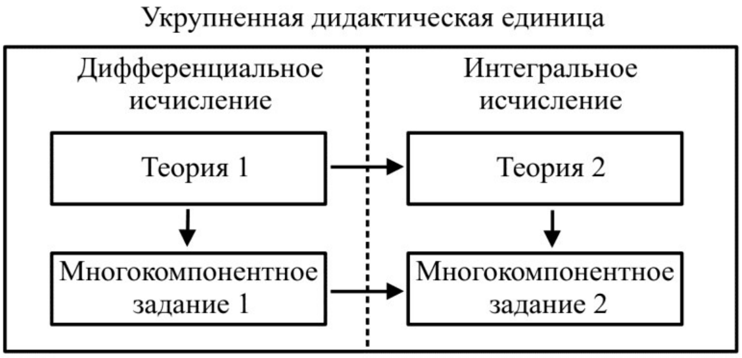


Рис. 1. Структура типичной УДЕ

Содержательно объединенный курс дифференциального и интегрального исчислений в целом делится с учетом внутренних связей и зависимостей на 5 крупных УДЕ, каждая из которых охватывает несколько теоретических и практических занятий по обоим исчислениям. Тематика этих УДЕ приведена в табл. 1, где первая колонка содержит номера соответствующих УДЕ, во второй и третьей колонках приводятся темы из дифференциального и интегрального исчислений, объединяемые данными УДЕ.

Таблица 1.
Тематика УДЕ с делением на дифференциальное и интегральное исчисления

УДЕ	Дифференциальное исчисление	Интегральное исчисление
1	Производная и дифференциал.	Первообразная и неопределенный интеграл.
	Укрупненная таблица производных и неопределенных интегралов (см. в табл. 3).	
2	Методы дифференцирования.	Методы интегрирования.
3	Теоремы о среднем.	Определенный интеграл. Формула Ньютона-Лейбница.
4	Геометрические приложения производной.	Геометрические приложения интеграла.
5	Асимптотика функций.	Несобственные интегралы 1-ого и 2-ого родов.

Приведём короткие поясняющие комментарии по содержательному наполнению УДЕ №1, УДЕ №3 и УДЕ №5.

УДЕ №1 формируется исходя из взаимообратного характера операций дифференцирования и интегрирования, вытекающей из этого парности понятий «производная – первообразная», «дифференциал – неопределенный интеграл» и общего для обеих операций свойства линейности (см. табл. 2).

Важным элементом УДЕ №1 является укрупненная таблица производных и неопределенных интегралов, полностью приведённая в табл. 3. Эта таблица сводит вместе производные и интегралы наиболее часто встречающихся элементарных функций. Выстраивая их в логические пары «производная – интеграл», она существенно упрощает запоминание табличных производных и интегралов и наглядно показывает существующую связь между дифференцированием и интегрированием. Это достигается за счет того, что один элемент каждой пары (производная или интеграл) очевидным образом получается из другого обращением контекста рассмотрения с дифференциального на интегральное или наоборот.

Таблица 2.
Основные понятия, формирующие УДЕ №1

№	Дифференциальное исчисление	Интегральное исчисление
1	Производная: $f(x)$ - производная функции $F(x)$, если $f(x) = F'(x)$.	Первообразная: $F(x)$ - первообразная функции $f(x)$, если $F'(x) = f(x)$.
2	Дифференциал: $dF(x) = F'(x)dx = f(x)dx$.	Неопределенный интеграл: $\int f(x)dx = \int F'(x)dx = \int dF(x) = F(x) + C$.
3	Линейные свойства производных: 1) $\big(u(x) \pm v(x)\big)' = u'(x) \pm v'(x)$, 2) $\big(\alpha \cdot u(x)\big)' = \alpha \cdot u'(x), \alpha \in R$.	Линейные свойства интегралов: 1) $\int\big(u(x) \pm v(x)\big)dx = \int u(x)dx \pm \int v(x)dx$, 2) $\int\big(\alpha \cdot u(x)\big)dx = \alpha \cdot \int u(x)dx, \alpha \in R$.

Таблица 3.
Укрупненная таблица производных и неопределенных интегралов

№	***Таблица производных***		***Таблица интегралов***
1	$(x^{\propto})' = \propto x^{\propto - 1}$ степенная функция		$\int x^{\propto} dx = \frac{x^{\propto+1}}{\propto + 1} + C, \propto \neq -1$
2	$(\ln x)' = \frac{1}{x}$ логарифмическая функция		$\int \frac{dx}{x} = \ln \lvert x \rvert + C$
3	$(a^x)' = a^x \cdot \ln a, a > 0, a \neq 1$ показательная функция		$\int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a} + C,\ \ a > 0, a \neq 1$
4	Тригонометрические функции	$(\sin x)' = \cos x$	$\int \cos x\, dx = \sin x + C$
5		$(\cos x)' = -\sin x$	$\int \sin x\, dx = -\cos x + C$
6		$(\operatorname{tg} x)' = \frac{1}{\cos^2 x}$	$\int \frac{1}{\cos^2 x} dx = \operatorname{tg} x + C$
7		$(\operatorname{ctg} x)' = -\frac{1}{\sin^2 x}$	$\int \frac{1}{\sin^2 x} dx = -\operatorname{ctg} x + C$

8	Гиперболические функции	$(\operatorname{sh} x)' = \operatorname{ch} x$	$\int \operatorname{ch} x\, dx = \operatorname{sh} x + C$
9		$(\operatorname{ch} x)' = \operatorname{sh} x$	$\int \operatorname{sh} x\, dx = \operatorname{ch} x + C$
10		$(\operatorname{th} x)' = \frac{1}{\operatorname{ch}^2 x}$	$\int \frac{1}{\operatorname{ch}^2 x} dx = \operatorname{th} x + C$
11		$(\operatorname{cth} x)' = -\frac{1}{\operatorname{sh}^2 x}$	$\int \frac{1}{\operatorname{sh}^2 x} dx = -\operatorname{cth} x + C$
12	Обратные тригонометрические функции	$(\operatorname{arctg} x)' = \frac{1}{1+x^2}$	$\int \frac{1}{1+x^2} dx = \operatorname{arctg} x + C \Rightarrow$ $\int \frac{1}{a^2+x^2} dx = \frac{1}{a} \operatorname{arctg} \frac{x}{a} + C$
13		$(\operatorname{arcctg} x)' = -\frac{1}{1+x^2}$	$\int \frac{1}{1+x^2} dx = -\operatorname{arcctg} x + C \Rightarrow$ $\int \frac{1}{a^2+x^2} dx = -\frac{1}{a} \operatorname{arcctg} \frac{x}{a} + C$
14		$(\arcsin x)' = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$	$\int \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} dx = \arcsin x + C \Rightarrow$ $\int \frac{1}{\sqrt{a^2-x^2}} dx = \arcsin \frac{x}{a} + C$
15		$(\arccos x)' = -\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$	$\int \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} dx = -\arccos x + C \Rightarrow$ $\int \frac{1}{\sqrt{a^2-x^2}} dx = -\arccos \frac{x}{a} + C$
16			$\int \frac{dx}{x^2-a^2} = \frac{1}{2a} \ln \left\| \frac{x-a}{x+a} \right\| + C, a \neq 0$
17			$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 \pm a^2}} = \ln \left\| x + \sqrt{x^2 \pm a^2} \right\| + C, a \neq 0$

Переходим к УДЕ №3. Объединение теорем о среднем из дифференциального исчисления с определенным интегралом и формулой Ньютона-Лейбница из интегрального исчисления в рамках УДЕ №3 кажется на первый взгляд немного нелогичным. Однако, обе эти математические темы действительно объединяются одной идеей, но помещенной в два разных контекста. Теоремы о среднем привязывают значение производной в некоторой внутренней точке данного промежутка к разности значений функции на концах этого промежутка. Формула Ньютона-Лейбница позволяет вычислить определенный интеграл функции на данном промежутке через разность значений ее произвольной первообразной на концах этого промежутка.

В дифференциальном исчислении работают с отдельными точками, тогда как в интегральном исчислении рассматривают сразу целые промежутки. Функция по отношению к своей производной выступает тем же самым, что и любая первообразная по отношению к самой функции. Отсюда мы получаем, что и теоремы о среднем, и формула Ньютона-Лейбница, по сути, говорят об одном и том же с поправкой на контекст – значение одной величины внутри промежутка (в одной точке в дифференциальном контексте или во всех сразу в интегральном контексте) определяется разностью значений другой на концах этого же промежутка при наличии между данными величинами дифференциально-интегральной связи.

Поэтому объединение теорем о среднем с определенным интегралом и формулой Ньютона-Лейбница в одну УДЕ вполне обосновано с точки зрения самой методики.

Наконец рассмотрим УДЕ №5. Асимптотика функций формально является частью теории пределов, но мы включаем ее в УДЕ №5, поскольку она является основой для понимания теории несобственных интегралов 1-ого рода (горизонтальные асимптоты) и 2-ого рода (вертикальные асимптоты). Соответственно, перенос этой темы из теории пределов в дифференциальное исчисление позволяет нам не тратить время на занятиях по несобственным интегралам на актуализацию знаний по асимптотике, что в свою очередь повышает эффективность использования учебного времени.

Междисциплинарные интегрированные комплексы

В МГТУ им Н.Э. Баумана обучением слабослышащих и глухих студентов по достаточно широкому набору специальностей и направлений подготовки занимается головной учебно-исследовательский и методический центр профессиональной реабилитации лиц с ограниченными возможностями здоровья (ГУИМЦ).

Из-за проблем со здоровьем слабослышащим и глухим студентам достаточно сложно сразу же влиться в учебный коллектив и поддерживать обычный для университета темп обучения. Поэтому в течение первых двух лет они изучают фундаментальные и общетехнические дисциплины, присутствующие в учебных планах всех специальностей и направлений подготовки, по которым проводит обучение ГУИМЦ, в рамках отдельных сборных групп по адаптивным программам.

Специальные дисциплины, характерные для конкретных специальностей и направлений подготовки, в этот же период времени посещаются вместе со здоровыми студентами в обычных группах, сформированных на соответствующих кафедрах. Разделение дисциплин на адаптивные и специальные существенно облегчает адаптацию слабослышащих и глухих студентов к учебному процессу и заметно уменьшает количество студентов, отчисляющихся из-за неуспеваемости.

Среди дисциплин, преподаваемых по адаптивным программам, рассмотрим «Математический анализ» (МА) и «Интегралы и дифференциальные уравнения» (ИиДУ). Обе дисциплины продолжаются по два семестра. Дифференциальное исчисление занимает второй семестр МА, а интегральное исчисление составляет первый семестр ИиДУ.

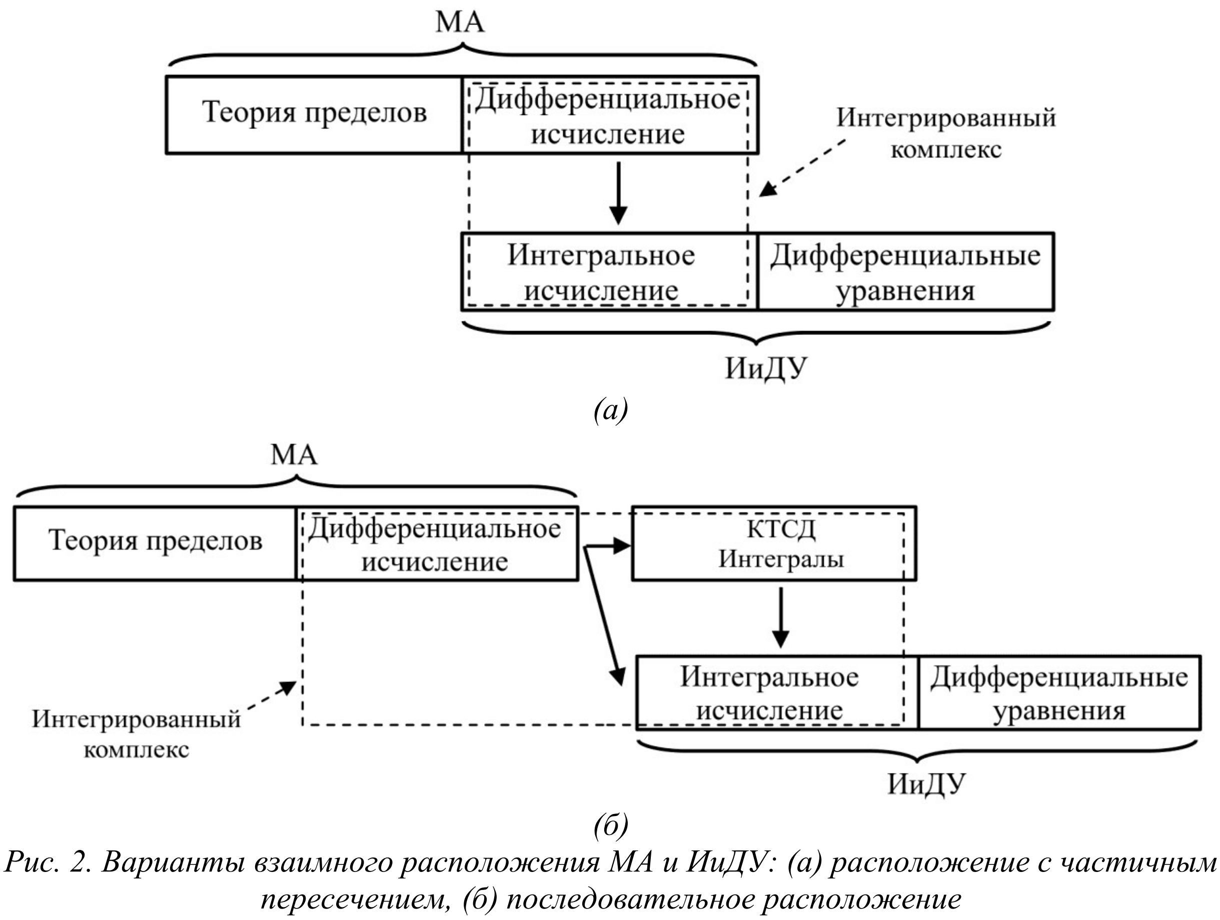
Взаимное расположение МА и ИиДУ в учебных планах разных сборных групп слабослышащих и глухих студентов различается. Если МА во всех группах читается в первом и втором семестрах, то ИиДУ у одной половины групп расположен во втором и третьем семестрах, а у другой – в третьем и четвертом семестрах (рис. 2).

Данная ситуация обусловлена тем, что даже в рамках одной сборной группы студенты обучаются по разным специальностям и направлениям подготовки, а, следовательно, помимо общих для всех студентов адаптивных дисциплин они посещают еще специальные дисциплины, характерные только для определенных специальностей и направлений подготовки. В результате необходимости согласовывать в расписании специальные и адаптивные дисциплины как раз и возникает вариативность в расположении ИиДУ относительно МА.

Вариативность взаимного положения МА и ИиДУ приводит к необходимости разработки двух разных подходов к практическому воплощению представленной на рис. 1 и в табл. 1 теоретической схемы организации обучения студентов дифференциальному и интегральному исчислениям по методике УДЕ. Оба подхода реализуются в виде междисциплинарных интегрированных комплексов, учитывающих разное положение МА и ИиДУ в учебных планах сборных групп студентов.

Под междисциплинарным интегрированным комплексом мы понимаем совокупность учебных дисциплин, тематические планы которых выстроены в соответствии со следующими требованиями (Шестакова, 2013): наличие взаимной согласованности разделов разных учебных дисциплин во времени и пространстве, преемственность и непрерывность развития базовых понятий в пределах всех дисциплин.

Расположение МА и ИиДУ с частичным пересечением (рис. 2.а) идеально подходит для формирования междисциплинарного интегрированного комплекса с МА в части дифференциального исчисления и ИиДУ в части интегрального исчисления. В этом случае занятия по обоим исчислениям идут параллельно, что позволяет выстраивать тематику занятий по методике УДЕ в соответствии с табл. 1. Поскольку обе дисциплины относятся к одной кафедре, то всегда можно поменять местами занятия по МА и ИиДУ в рамках учебной недели так, чтобы их последовательность соответствовала схеме, изображенной на рис. 1.



(б)

Рис. 2. Варианты взаимного расположения МА и ИиДУ: (а) расположение с частичным пересечением, (б) последовательное расположение

Случай с последовательным расположением МА и ИиДУ (рис. 2.б) более сложный. Здесь в качестве связующего звена между дифференциальным и интегральным исчислениями используется вспомогательная дисциплина «Когнитивные технологии сопровождения дисциплины: Интегралы» (КТСД Интегралы). Это дисциплина поддержки, которая идет параллельно основной дисциплине ИиДУ в третьем семестре. Соответственно, сам междисциплинарный интегрированный комплекс содержит три дисциплины – МА в части дифференциального исчисления, ИиДУ в части интегрального исчисления и КТСД Интегралы.

Вспомогательные дисциплины «Когнитивные технологии сопровождения …» существуют для большинства дисциплин, преподаваемых студентам ГУИМЦ в сборных группах по адаптивным программам. Данные дисциплины состоят из восьми занятий, и преподаватели имеют право самостоятельно определять содержание этих дисциплин в зависимости от потребностей учебного процесса.

В нашем случае КТСД Интегралы используется для реализации методики УДЕ, когда изучение производных и интегралов разделено во времени. Содержание КТСД Интегралы полностью формируется на базе материала, изученного студентами ранее в рамках дифференциального исчисления, и выстраивается во времени в соответствии с родственными темами из интегрального исчисления в соответствии с табл. 2 так, чтобы в схеме, представленной на рис. 1, заместить выпадающие занятия по дифференциальному исчислению.

Поскольку на занятиях по КТСД Интегралы происходит лишь восстановление и систематизация в памяти студентов изученного ранее, имеющихся в распоряжении преподавателя восьми занятий достаточно для активации действия основных принципов методики УДЕ при переходе к интегралам.

Таким образом, описанная ранее теоретическая схема организации обучения студентов дифференциальному и интегральному исчислениям в соответствие с методикой УДЕ воплощается на практике в виде одного из двух междисциплинарных интегрированных комплексов в зависимости от взаимного расположения МА и ИиДУ в учебном плане конкретной учебной группы слабослышащих и глухих студентов.

Поскольку преподаватели не могут повлиять на положение дисциплин в учебных планах, образование каждого комплекса происходит исключительно путем согласования тематических планов занятий всех входящих в комплекс дисциплин в соответствии с заданной схемой организации обучения по методике УДЕ. Первый интегрированный комплекс (МА и ИиДУ) реализует схему, заданную на рис. 1 и в табл. 1, точно – параллельно изучаем связанные темы по производным и интегралам. Второй интегрированный комплекс (МА, ИиДУ и КТСД Интегралы) реализует эту же схему приближенно – сначала изучаем только производные, а потом вспоминаем эти производные и на их базе изучаем интегралы.

Несмотря на разницу в реализации, оба интегрированных комплекса активируют действие основных принципов методики УДЕ. Первый – с большей степенью эффективности за счет точной реализации схемы методики УДЕ, второй – с меньшей за счет приближенности в реализации.

Заключение

В статье предложена теоретическая схема организации обучения слабослышащих и глухих студентов дифференциальному и интегральному исчислениям по методике УДЕ. Объединяющим началом схемы выступил факт существования взаимообратной связи между основными понятиями обоих исчислений, что позволило выстроить все элементы схемы в полном соответствии с основными принципами методики УДЕ. Приведённый в статье пример совместного изучения двух парных понятий позволил показать действие внутренних механизмов методики УДЕ на основе взаимообратной связи.

Сама по себе теоретическая схема реализуется на практике множеством способов. Мы представили две возможные реализации в виде междисциплинарных интегрированных комплексов для случаев параллельного и последовательного изучения обоих исчислений. Параллельное изучение является наиболее оптимальным вариантом, поскольку позволяет воплотить теоретическую схему точно. Последовательный вариант менее эффективен, но в целом также позволяет воплотить в жизнь все преимущества методики УДЕ.

Список литературы

Белова О.Е. Методика обучения студентов педагогических вузов - будущих учителей математики интегральному исчислению с использованием информационных технологий: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Красноярск, 2006.

Дорофеев С.Н. Укрупнение дидактических единиц как метод подготовки будущих бакалавров педагогического образования к профессиональной деятельности // Гуманитарные науки и образование. 2013. № 1 (13). С. 14–18.

Зубова И.К., Игнатушина И.В. Историко-научные сведения как одно из средств овладения студентами основными разделами математического анализа // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2021. № 4(40). С. 145–166.

Калинин С.И. Методическая система обучения студентов педвуза дифференциальному и интегральному исчислению функций в контексте фундаментализации образования: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. М., 2010.

Макушев Ю.П., Полякова Т.А., Рындин В.В., Токтаганов Т.Т. Интегральное и дифференциальное исчисления в приложении к технике. Павлодар: Кереку, 2013.

Мателенок А.П., Вакульчик В.С. Междисциплинарная интеграция как основа обучения математике студентов технических специальностей // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2022. № 206. С. 167-183.

Пильтяй Г.З., Байгушева И.А., Гайсина А.Р. Математика для экономистов. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2012.

Станевский А.Г., Столярова З.Ф. Проблемы адаптации основной образовательной программы в вузе для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху // Психологическая наука и образование. 2017. Т. 9. № 1. С. 23–37.

Харитонова Н.Д. Укрупнение дидактических единиц знаний и способов деятельности в обучении математике студентов вузов // Омский научный вестник. 2007. № 5 (59). С. 204–206.

Шестакова Л. А. Теоретические основания междисциплинарной интеграции в образовательном процессе вузов // Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 3: Педагогика. Психология. Образовательные ресурсы и технологии. 2013. № 1 (2). С. 47–52.

Эрдниев П.М., Эрдниев Б.П. Укрупнение дидактических единиц в обучении математике: Кн. для учителей. М.: Просвещение, 1986.

Юшкевич А.П. История математики. Т. 2. Математика XVII столетия / Под ред. А.П. Юшкевича. М.: Наука, 1970.

Ястребов А.В. Моделирование исследовательской деятельности, УДЕ и второй замечательный предел // Задачи в обучении математике, физике и информатике: теория, опыт, инновации: материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию П.А. Ларичева. Вологда: ИП Киселёв А.В., 2017. С. 170–176.

Информация об авторах

Семакин Артём Николаевич; кандидат физико-математических наук; доцент; доцент кафедры высшей математики; Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Российская Федерация, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1); E-mail: arte-semaki@yandex.ru; ORCID: 0009-0008-5139-2725;

Емгушева Галина Петровна; кандидат физико-математических наук; доцент; доцент; кафедры высшей математики; Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1); Московский Государственный Университет геодезии и картографии (Российская Федерация, 105064, Москва, Гороховский переулок, д. 4); E-mail: galina_emg@mail.ru; ORCID: 0009-0000-6615-3569

CONSTRUCTION OF INTERDISCIPLINARY INTEGRATED COMPLEXES BASED ON THE EDU METHOD FOR TEACHING MATHEMATICS TO STUDENTS WITH HEARING IMPAIRMENTS

Semakin A. N. | Bauman Moscow State Technical University
Cand. Sci (Phys. and Math.)
Emgusheva G. P. | Bauman Moscow State Technical University; Moscow State University of Geodesy and Cartography
Cand. Sci (Phys. and Math.)
Associate Professor

Abstract. This article examines the problem of teaching differential and integral calculus to hearing-impaired and deaf students at the university level. Hearing impairment typically results in a number of noticeable deviations from the academic norm, significantly hindering students' successful mastery of the course material. To compensate for these deviations, it is proposed to use the method of enlarging didactic units. Using the example of the most significant learning disability – poor long-term memory – the article demonstrates the compensatory potential of the main principles of this method, specifically the principle of spatial and temporal combination of interrelated elements of knowledge, the principle of complementarity of teaching methods, and multicomponent problems. It then proposes a universal theoretical framework for teaching differential and integral calculus to students with hearing impairments using the method of enlarging didactic units. Two practical implementations of this framework are presented in the form of interdisciplinary integrated complexes, involving both sequential and parallel study of both calculi. In the first case, the integrated complex contains three academic disciplines, and in the second – two. The structure of integrated complexes is built in such a way as to fully activate the compensating capabilities of the method of enlarging didactic units.

Keywords: method of enlarging didactic units, interdisciplinary integrated complex, differential calculus, integral calculus, hearing-impaired and deaf students

For citation: Semakin A. N., Emgusheva G. P. (2026). Construction of interdisciplinary integrated complexes based on the EDU method for teaching mathematics to students with hearing impairments. *Continuum. Maths. Computer Science. Education*, 1(41), 58–74. doi.org/10.24888/2500-1957-2026-1-58-74

References

Belova, O. E. (2006). *Metodika obucheniya studentov pedagogicheskikh vuzov – budushchikh uchiteley matematiki integral'nomu ischisleniyu s ispol'zovaniem informatsionnykh tekhnologiy*. [Candidate Thesis] Krasnoyarsk. (In Russ.)

Dorofeev, S. N. (2013). Ukrupnenie didakticheskikh edinits kak metod podgotovki budushchikh bakalavrov pedagogicheskogo obrazovaniya k professional'noy deyatel'nosti. *Gumanitarnye nauki i obrazovanie*, 1(13), 14-18.

Erdniev, P. M., Erdniev, B. P. (1986). *Ukrupnenie didakticheskikh edinits v obuchenii matematike: Kn. dlya uchiteley*. Moscow: Prosveshchenie. (In Russ).

Kalinin, S. I. (2010). *Metodicheskaya sistema obucheniya studentov pedvuza differentsial'nomu i integral'nomu ischisleniyu funktsiy v kontekste fundamentalizatsii obrazovaniya*. [Doctor Thesis] Moscow. (In Russ.)

Kharitonova, N. D. (2007). Ukrupnenie didakticheskikh edinits znaniy i sposobov deyatel'nosti v obuchenii matematike studentov vuzov. *Omskiy nauchnyy vestnik*, 5(59), 204-206.

Makushev, Yu. P., Polyakova, T. A., Ryndin, V. V., Toktaganov, T. T. (2013). *Integral'noe i differentsial'noe ischisleniya v prilozhenii k tekhnike*. Pavlodar: Kereku. (In Russ).

Matelenok, A. P., Vakul'chik, V. S. (2022). Mezhdistsiplinarnaya integratsiya kak osnova obucheniya matematike studentov tekhnicheskikh spetsial'nostey. *Izvestiya Rossiyskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A.I. Gertsena*, 206, 167-183.

Pil'tyay, G. Z., Baygusheva, I. A., Gaysina, A. R. (2012). *Matematika dlya ekonomistov*. Astrakhan': Izdatel'skiy dom «Astrakhanskiy universitet». (In Russ).

Shestakova, L. A. (2013). Teoreticheskie osnovaniya mezhdistsiplinarnoy integratsii v obrazovatel'nom protsesse vuzov. *Vestnik Moskovskogo universiteta imeni S. Yu. Vitte. Seriya 3: Pedagogika. Psikhologiya. Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*, 1(2), 47-52.

Stanevskiy, A. G., Stolyarova, Z. F. (2017). Problemy adaptatsii osnovnoy obrazovatel'noy programmy v vuze dlya lits s ogranichennymi vozmozhnostyami zdorov'ya po slukhu. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie,* 9(1), 23-37.

Yastrebov, A. V. (2017). Modelirovanie issledovatel'skoy deyatel'nosti, UDE i vtoroy zamechatel'nyy predel. [Modeling of research activity, UDE and the second remarkable limit] *Zadachi v obuchenii matematike, fizike i informatike: teoriya, opyt, innovatsii: materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 125-letiyu P.A. Laricheva* (pp. 170–176). Vologda: IP Kiselev A.V. (In Russ).

Yushkevich, A. P. (1970). *Istoriya matematiki. T. 2. Matematika XVII stoletiya* / Pod red. A.P. Yushkevicha. Moscow: Nauka. (In Russ).

Zubova, I. K., Ignatushina, I. V. (2021). Istoriko-nauchnye svedeniya kak odno iz sredstv ovladeniya studentami osnovnymi razdelami matematicheskogo analiza. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyy nauchnyy zhurnal*, 4(40), 145-166.

Information about the authors

Artem N. Semakin; Candidate of Physico-Mathematical Sciences; Associate Professor; Associate Professor of the Department of Higher Mathematics; Bauman Moscow State Technical University (Russian Federation, 105005, Moscow, 2nd Baumanskaya St., 5, building 1); E-mail: arte-semaki@yandex.ru; ORCID: 0009-0008-5139-2725;

Galina P. Emgusheva; Candidate of Physical and Mathematical Sciences; Associate Professor; Associate Professor of the Department of Higher Mathematics; Bauman Moscow State Technical University (5 Baumanskaya Street, Building 2, Moscow, 105005, Russian Federation 1); Moscow State University of Geodesy and Cartography (4 Gorokhovsky Lane, Moscow, 105064, Russian Federation); E-mail: galina_emg@mail.ru; ORCID: 0009-0000-6615-3569

Статья поступила в редакцию 13.10.2025
Принята к публикации 28.11.2025
Статья опубликована 18.03.2026