

УДК 378.14

DOI 10.54835/18102883_2021_29_5

ФОРМИРОВАНИЕ У СТУДЕНТОВ ОСОЗНАННОСТИ ИНТЕГРАТИВНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕЗУЛЬТАТА В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО МОДУЛЯ

Феськова Елена Васильевна,

кандидат педагогических наук, доцент, доцент,
кафедра инженерного бакалавриата CDIO,
feskova-ev@yandex.ru

Бутакова Светлана Михайловна,

кандидат педагогических наук, доцент,
кафедра фундаментального естественнонаучного образования,
butakovasvet@mail.ru

Сибирский федеральный университет,
Россия, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79.

Причины кризиса инженерного образования связаны с внешним воздействием на систему высшего профессионального образования и с внутренними процессами, происходящими в этой системе. Статья посвящена проблеме повышения качества подготовки инженеров в связи с возросшими требованиями к выпускникам технических направлений вузов со стороны работодателя. Для ее решения необходимо активное включение в этот процесс и самих обучающихся – будущих инженеров. Цель исследования состоит в обосновании особенностей организации учебного процесса по дисциплинам естественнонаучного модуля технических направлений подготовки в идеологии CDIO, которые обеспечивали бы формирование у студентов осознанности интегративного образовательного результата в ходе освоения данных дисциплин. Методологическую основу исследования составили подходы: системный, деятельностный, личностно-ориентированный, компетентностный. В работе проводится анализ понятий: «интеграция», «интегрированное обучение», «интегрированное учебное задание», «образовательный результат». Определены факторы, связанные с организацией процесса обучения естественнонаучным дисциплинам, влияющие на формирование осознанности у студентов интегративного образовательного результата: интегрированный учебный план; обогащение содержания курсов дисциплин естественнонаучного модуля примерами, фактами, теоретическими сведениями из других дисциплин; реализация активных методов обучения; выделение общих идей, общности структур видов деятельности, общенаучных методов познания по естественнонаучным дисциплинам. Отмечается, что достижение интегративного образовательного результата происходит посредством участия студентов в различных видах учебной деятельности: в ходе занятий по естественнонаучным дисциплинам (лекции, практические и лабораторные занятия); в рамках проектной деятельности; в STEM-играх («Инженерный кластер», «Инженерный старт», «Инженерная лаборатория»); в процессе подготовки и презентации докладов на научно-практические конференции.

Ключевые слова: инженерное образование, интегративный образовательный результат, осознанность образовательного результата, инициатива CDIO, интеграция, интегрированное обучение, интегрированное учебное задание, проектная деятельность, естественнонаучный модуль.

Введение

В современных условиях одной из актуальных задач развития общества является повышение качества высшего профессионального образования. Эксперты Ассоциации инженерного образования России состояние инженерного дела в стране оценивают, как неудовлетворительное [1]. Инженерное образование находится в условиях кризиса, что связано с увеличивающейся планкой оценивания результатов обучения выпускников технических вузов, с одной стороны, и сложностью осуществления процессов реформирования российского образования, с другой (табл. 1).

В связи с необходимостью перемен в системе инженерного образования, делаются шаги по разработке новых образовательных технологий – «Всемирная инициатива CDIO» (Conceive, Design, Implement, Operate — «придумай, спроектируй, реализуй, управляй»). От выпускника университета, в котором реализуется программа CDIO, требуется выполнение своих обязанностей на высоком профессиональном уровне на любом этапе жизненного цикла продукта [2].

Существует мировой опыт реализации мультидисциплинарного образования на основе междисциплинарной (межпредмет-

Таблица 1. Причины кризиса высшего профессионального образования в России
Table 1. Causes of the crisis in higher professional education in Russia

Причины, связанные с внешним воздействием на систему профессионального образования Reasons related to external impact on the vocational education system	Причины, связанные с внутренними процессами в профессиональном образовании Reasons related to internal processes in vocational education
<ul style="list-style-type: none"> • быстрое обновление профессиональных знаний fast updating of professional knowledge; • несоответствие содержания инженерного образования существующему развитию общества и производства inconsistency of the content of engineering education with the existing development of society and production; • разрыв между естественнонаучными и гуманитарными областями the gap between the natural sciences and the humanities 	<ul style="list-style-type: none"> • замкнутость образовательной системы the closed nature of the educational system; • устаревшая лекционно-семинарская система и заданность образовательной траектории an outdated lecture and seminar system and a given educational trajectory; • кафедральная структура и недостаточное число преподавателей, мотивированных к реализации новых практик department structure and insufficient number of teachers motivated to implement new practices; • устаревшее оборудование, недостаточная исследовательская база для практической подготовки студентов к будущей профессиональной деятельности outdated equipment, insufficient research base for the practical preparation of students for future professional activities; • недостаточный уровень естественнонаучной подготовки студентов и отсутствие ее интегративных взаимосвязей с общеинженерной подготовкой insufficient level of natural science training of students and the lack of its integrative relationships with general engineering training

ной) интеграции. Реализация такого подхода в образовании подразумевает переход от STEM-образования, включающего изучение естественнонаучных дисциплин, технологий, инженерного дела, к образованию, которое охватывает изучение гуманитарных дисциплин [3]. За рубежом активно обсуждается межпредметная интеграция, которая впервые была определена как интегрированное обучение [4]. К этому же направлению можно отнести подходы, связанные с концепцией *liberal arts* в высшем образовании [5].

Методы исследования

Цель нашего исследования состоит в обосновании особенностей организации учебного процесса по дисциплинам естественнонаучного модуля технических направлений подготовки в идеологии CDIO, которые обеспечивали бы формирование у студентов осознанности интегративного образовательного результата в ходе освоения данных дисциплин.

Ориентация на используемый компетентностный подход, предполагает описание результатов обучения в форме компетенций. Деятельностный подход целесообразен в рамках исследования в силу того, что всякое развитие человека, в том числе и личностное, осуществляется в деятельности. Так как одной из образовательных целей является развитие человека, то мы опираемся на личностно-ориентированный подход, который предполагает субъектную позицию студента в обучении, его активность и инициативность в учебном процессе. Наряду с этим, применялись такие методы как: сравнительно-сопоставительный анализ проблемы в психологической и педагогической литературе, методы педагогического наблюдения.

Результаты исследования и обсуждение результатов

Говоря о результате в процессе учебной деятельности, уместно будет конкретизировать это понятие как образовательный.

Образовательный результат можно представить как совокупность трех компонент: компетентность, которая является результатом изучения учебного материала; социальный опыт, полученный в процессе обучения с учетом индивидуальных особенностей; характеристика человека, как носителя культуры в единстве знаниевой, деятельностной и аксиологической подструктур.

Задача преподавателя – построить процесс обучения так, чтобы необходимость освоения дисциплин была понятна обучающимся, будущими инженерам, и они еще в начале прохождения соответствующих курсов сформулировали свои предметные и личностные цели, а также стремились к их достижению. Это довольно сложный процесс. Одним из принципов разработки учебного плана по направлению подготовки «Металлургия CDIO» является принцип обратного дизайна. Традиционный подход, когда ко всем студентам прикладывается одно «лекало» и преподаватель «читает» дисциплину с опорой только на базовые понятия в своей научной области без привязки к будущей профессиональной деятельности – не подходит. В современных условиях преподавателю необходимо добиваться осознанности интегративных образовательных результатов со стороны обучающихся.

Осознанность – понятие, которое чаще всего применяется в современной психологии и определяется как непрерывное отслеживание текущих переживаний. В педагогике выделяют скрытую осознанность – знание о чём-либо без понимания этого.

Джон Хэтти – профессор Мельбурнского университета, считает, что в образовании необходимо использовать методы и приемы с доказанной эффективностью. Хэтти выделяет три составляющих осознанности: четкие цели (чем четче преподаватель совместно с обучающимися формулирует цели, тем больше они вовлекаются в работу для достижения этой цели); успешность критериев (чем больше обучающийся информирован о критериях, тем точнее он сможет построить свою образовательную траекторию по достижению заданных критериев); быстрая обратная связь (информированность студентов о результатах обучения) [6].

По мнению Родригеса Монео, преподаватель может оценить сформированную осознанность у студентов по довольно надёжным показателям – индикаторам:

- выбор или предпочтение одного вида деятельности другому;
- временной интервал, который необходим для разрешения поставленной проблемы и перехода из данной стадии в стадию действия;
- приложенные усилия (объем задействованных физических и когнитивных ресурсов для решения задачи);
- настойчивость при выполнении задачи;
- показатели выражения эмоций (эмоциональная реакция, которая определяет отношение к конкретной деятельности) [7].

Осуществляя образовательный процесс в рамках CDIO, Сибирский федеральный университет решает важную задачу – создание такой среды, в условиях которой у студентов будут формироваться необходимые для дальнейшей жизни компетенции, делающие выпускников вуза востребованными на рынке труда. Наряду с освоением практических навыков студент должен освоить и фундаментальную базу, без которой высшее образование невозможно. Но изучение фундаментальной базы, в том числе и естественнонаучной, не должно ограничиваться только усвоением теоретических знаний, необходимо уметь применять полученные знания на практике при решении реальных задач, относящихся к профессиональной деятельности. Подобный подход к организации образовательного процесса можно найти в трудах западных исследователей (Integrated Curriculum) [8].

Стандарты CDIO определяют требования к программам, на базе которых реализуется данное направление подготовки, и создают условия для улучшения образовательного процесса.

Традиционный подход, подразумевающий дисциплинарную расчлененность, не способствует формированию системных знаний у студентов, в связи с чем, обостряется проблема преодоления структурированных и тесно взаимосвязанных между собой знаний в рамках отдельно взятых дисциплин. Решать проблему можно по-разному, но наиболее вероятный подход – сочетание теории и практики в образовательном процессе в их неразрывном единстве. Основным инструментом в преодолении выше указанной проблемы является интеграция.

Интеграция может рассматриваться как процесс простраивания связей между информацией, знаниями, науками, с одной стороны, и обеспечение их целостности – с другой.

Некоторые отечественные исследователи выделяют: интеграцию внутри предмета или дисциплины (между разделами и темами одной дисциплины), межпредметную (по горизонтали: объединение сходного материала в разных дисциплинах; по вертикали: объединение материала одной дисциплины разного уровня сложности); межсистемную интеграцию (объединение содержания разных систем образования).

Проведя анализ подходов российских и зарубежных исследователей, можно выделить виды интегрированного обучения:

- предметно-языковое интегрированное обучение [9–13];
- интегрированное обучение нескольким предметам [14, 15];
- интегрированное обучение лиц, принадлежащих к разным социальным группам, а также лиц с ограниченными возможностями здоровья [16];
- практико-интегрированное обучение (work-integrated learning) [17–19].

Интегрированный подход к образованию по дисциплинам естественнонаучного модуля осуществляется через обогащение содержания дисциплины примерами, фактами, теоретическими сведениями из других дисциплин, с применением активных методов обучения. Например, при изучении физики в техническом вузе необходимо использовать дифференциальное и интегральное исчисления, аппарат дифференциальных уравнений, иначе преподавание будет дублировать школьную программу [20].

В педагогической литературе аспекты интегрированного обучения нескольким предметам может осуществляться через:

- объединение учебных дисциплин с целью решения гносеологических, методических, технологических и практических проблем;
- содержательное взаимообогащение учебных дисциплин с целью создания единого образовательного пространства;
- согласование целей, результатов, содержания, форм и методик обучения с учетом единства процессов обучения и воспитания в вузе;
- акцентирование и укрепление междисциплинарных связей с учетом целостности теоретического и практического содержания дисциплин [21].

В педагогической литературе выделяют три стадии интегрированного обучения нескольким предметам:

- освоение знаний и приобретение навыков через многократное повторение упражнений;
- применение полученных знаний в учебных ситуациях из различных предметных областей;
- освоение студентами способов мировосприятия, мироотношения и культуротворческой деятельности.

Интегрированное обучение в рамках первых двух стадий осуществляется при реализации предметного содержания дисциплин. Высшая стадия интеграции – третья, предполагает перестройку всей системы обучения и может быть достигнута только на уровне интегрированного обучения нескольким предметам [22].

Для системы инженерного интегрированного образования, по мнению

Э. Кроули, является обязательным встраивание в учебный процесс проектной деятельности студентов, так как наличие проектов учебном плане не только способствует получению студентами опыта проектирования и формированию их способности к работе в команде, но и помогают студентам к более глубокому пониманию фундаментальных основ инженерного дела [23].

В рамках инициативы CDIO стандартах 2 и 3 («Результаты программы CDIO», «Интегрированный учебный план») акцентируется внимание на необходимости интеграции у выпускника: дисциплинарных знаний, личностных компетенций, межличностных компетенций, умения разрабатывать продукты и системы.

Учебный план образовательной программы по направлению подготовки 22.03.02.11 «Металлургия CDIO» представлен в семи модулях: естественнонаучный, общеинженерной подготовки, коммуникации, человек и общество, физическая культура, профессиональный, проектный. В частности, естественнонаучный модуль, включает в себя дисциплины: «Математика», «Физика», «Химия», «Физическая химия» и т. п.

Говоря, о целесообразности формирования интегрированного учебного плана в процессе реализации любой инженерной образовательной программы Эдвард Кроули, отмечает: «Инженерное образование состоит из двух основных процессов: приобретения и усвоения предметных знаний и формирования профессиональных компетенций. Ос-

новая причина необходимости интеграции учебного плана – взаимосвязь этих процессов. Предметные знания приобретают значимость в процессе их применения на практике» [23, с. 155].

Цели и результаты освоения образовательных программ являются интегративными результатами обучения, согласно требованиям ФГОС ВО и критериев АИОР («Ассоциация инженерного образования региона»), соответствующие международным стандартам EUR-ACE (Аккредитация европейских инженерных программ) и FEANI (основатель Всемирной федерации инженерных организаций).

Роль преподавателей дисциплин в разработке и реализации интегрированного учебного плана рассматривается в стандарте 3 CDIO. В образовательном процессе они обеспечивают педагогические условия для интегрированного обучения студентов нескольким предметам путем выделения общих научных идей, методов изучения и анализа окружающей действительности средствами своих дисциплин, опираясь на общие принципы структур тех или иных видов деятельности.

Основной дидактической единицей в условиях интегрированного обучения нескольким предметам являются интегрированные учебные задания. В рамках реализации стандартов CDIO в образовательном процессе вуза выполнение таких заданий студентами способствует как их интеллектуальному развитию, так и личностному росту [24].

В данной работе «под интегрированным учебным заданием будем понимать практико-ориентированное или профессионально-направленное учебное задание с элементами междисциплинарной интеграции, в процессе выполнения которого получение дисциплинарных знаний происходит одновременно с освоением личностных, межличностных компетенций» [25, с. 158].

В контексте идеологии CDIO говоря о формировании личностных компетенций студентов, имеются в виду согласно CDIO Syllabus: 2.1 – аналитическое мышление; 2.3 – системное мышление; 2.4 – критическое мышление. А межличностные компетенции студента – это такие как: 3.1 – работа в коллективе (командная работа); 3.2 – коммуникация. Перечень, представленных выше, компетенций CDIO Syllabus согласуется с компетенциями УК-1, УК-3 и УК-4, представленными в ФГОС ВО 3++ для направления «Металлургия».

Интегрированное обучение позволяет продемонстрировать тесную взаимосвязь научного аппарата естественнонаучных дисциплин и понять, что для решения реальной проблемы, в том числе и в его будущей профессиональной сфере, необходимо воспользоваться средствами различных предметных областей. Организация такого обучения способствует формированию представления у обучающихся о целостной картине мира, развитию интегративного мышления, так как сегодня человеку в своей деятельности приходится постоянно решать достаточное количество комплексных проблем.

Дисциплины естественнонаучного модуля реализуются в первом, втором и третьем семестрах учебного плана образовательной программы подготовки бакалавров направления 22.03.02.11 «Металлургия CDIO».

Для успешного освоения этих дисциплин необходимы базовые знания школьного курса математики, физики, химии и такие способности студентов, как: осуществление информационного поиска; корректная работа с пакетами прикладных программ (MS Excel, MathCAD, MathType, графический редактор); подготовка мультимедийной презентации.

Согласно рабочим программам дисциплин естественнонаучного модуля, по окончании его изучения студент-бакалавр должен уметь на базе сформированных предметных компетенций:

- использовать базовые естественнонаучные знания в практической деятельности;
- формулировать рекомендации по оптимизации технологии металлургических процессов при исследовании их математических, физических и химических моделей;
- проводить обоснованный выбор аппарата естественнонаучных дисциплин для исследования геометрических и физических объектов, химических процессов;
- определять типы уравнений, адекватно описывающих изучаемые объекты и процессы, в том числе в задачах с металлургическим контекстом;
- строить математические модели исследуемых процессов по табличной информации;
- строить графики функций, характеризующие рассматриваемые процессы в прикладных и практико-ориентированных задачах для их визуального представления.

Достижение интегративного образовательного результата происходит посредством

участия студентов в различных видах учебной деятельности: в ходе занятий по дисциплинам (лекции, практические и лабораторные занятия); в рамках проектной деятельности; в STEM-играх («Инженерный кластер», «Инже-

нерный старт», «Инженерная лаборатория»); в процессе подготовки и презентации докладов на научно-практических конференциях.

Обсуждая совместно со студентами интегрированные учебные задания, преподавате-

Таблица 2. Примеры интегрированных учебных заданий

Table 2. Examples of Integrated Learning Assignments

Интегрированные учебные задания / Integrated study assignments	Интегрируемые дисциплины Integrated disciplines						
Теплоемкость металлического урана $C_p = 0,727 \text{ кал}\cdot\text{град}^{-1}\cdot\text{моль}^{-1}$ при $T_1=20 \text{ К}$. Рассчитайте стандартную абсолютную энтропию 1 моля этого вещества при 20 К Heat capacity of metallic uranium $C_p = 0,727 \text{ cal}\cdot\text{deg}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ at $T_1=20 \text{ K}$. Calculate the standard absolute entropy of 1 mol of this substance at 20 K	Математика, физика, Химия Mathematics, physics, chemistry						
Из схемы реакции $\text{Al}+\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}\rightarrow\text{H}_2+\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$, протекающей при взаимодействии алюминия с гидроксидом натрия в водной среде, видно, что образуется водород и гексагидроксоалюминат натрия. Составить уравнение реакции, воспользовавшись средствами линейной и векторной алгебры для нахождения стехиометрических коэффициентов From the reaction scheme $\text{Al}+\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}\rightarrow\text{H}_2+\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$, which occurs during the interaction of aluminum with sodium hydroxide in an aqueous medium, it can be seen that hydrogen and sodium hexahydroxoaluminate are formed. Create a reaction equation using linear and vector algebra tools to find stoichiometric coefficients	Математика, химия Mathematics, chemistry						
В таблице представлены результаты экспериментальных тестов по определению разрушающего напряжения листовой меди при различных температурах t . Требуется записать уравнение зависимости разрушающего напряжения от температуры (полагая, что зависимость линейная), рассчитать температуру для напряжения $\sigma = 7,54 \text{ Н/см}^2$, найти напряжение для $t = 250 \text{ }^\circ\text{C}$ The table shows the results of experimental tests to determine the breaking stress σ of sheet copper at different temperatures t . It is required to write the equation of the dependence of the breaking stress on temperature (assuming that the dependence is linear), calculate the temperature for the stress $\sigma = 7.54 \text{ N/cm}^2$, find the stress for $t = 250 \text{ }^\circ\text{C}$.	Математика, физическая химия / Mathematics, physical chemistry						
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>$\sigma \text{ Н/см}^2$</td> <td>8,46</td> <td>6,63</td> </tr> <tr> <td>$t \text{ }^\circ\text{C}$</td> <td>70</td> <td>604</td> </tr> </table>	$\sigma \text{ Н/см}^2$	8,46	6,63	$t \text{ }^\circ\text{C}$	70	604	
$\sigma \text{ Н/см}^2$	8,46	6,63					
$t \text{ }^\circ\text{C}$	70	604					
В перечне представленных уравнений реакций укажите те уравнения, где энтальпия процесса будет равна стандартной энтальпии образования сульфата меди(II) (CuSO_4) In the list of the presented reaction equations, indicate those equations where the enthalpy of the process will be equal to the standard enthalpy of formation of copper sulfate (II) (CuSO_4): а) $2\text{Cu} (\text{тв.}) + \text{S} (\text{ромб.}) + 3\text{O}_2 (\text{г.}) = 2\text{CuSO}_4 (\text{тв.})$; б) $\text{Cu} (\text{тв.}) + \text{S} (\text{ромб.}) + 1,5\text{O}_2 (\text{г.}) = \text{CuSO}_4 (\text{тв.})$; в) $\text{CuO} (\text{тв.}) + \text{SO}_2 (\text{г.}) = \text{CuSO}_4 (\text{тв.})$; г) $\text{Cu} (\text{ат.}) + \text{S} (\text{ат.}) + 3\text{O} (\text{ат.}) = \text{CuSO}_4 (\text{тв.})$. Аргументируйте ответ / Argument the answer	Математика, физика, физическая химия, химия / Mathematics, physics, physical chemistry, chemistry						
Определить количество теплоты, необходимое для того, чтобы нагреть 100 кг железа от 25 до 90° Determine the amount of heat required to heat 100 kg of iron from 25 to 90°	Математика, физика, химия / Mathematics, physics, chemistry						
Кусок металла с температурой $T_{\text{металл}}=20 \text{ }^\circ\text{C}$ помещен в печь, температура которой равна $T_{\text{печи}}=1500 \text{ }^\circ\text{C}$. При разности температуры печи и металла в $T \text{ }^\circ\text{C}$ металл нагревается со скоростью $kT \text{ }^\circ\text{C/мин}$. Найти функцию зависимости температуры металла в печи от времени с учетом условия, что, например, в дуговой сталеплавильной печи за время $t=30 \text{ мин}$ металл нагревается до $T_1=1460 \text{ }^\circ\text{C}$ A piece of metal with temperature $T_{\text{metal}}=20 \text{ }^\circ\text{C}$ is placed in an oven, the temperature of which is $T_{\text{furnace}}=1500 \text{ }^\circ\text{C}$. When the temperature difference between the furnace and the metal is $T \text{ }^\circ\text{C}$, the metal is heated at a rate of $kT \text{ }^\circ\text{C/min}$. Find the function of the dependence of the temperature of the metal in the furnace on time, taking into account the condition that, for example, in an arc steel-making furnace for a time $t=30 \text{ min}$, the metal heats up to $T_1=1460 \text{ }^\circ\text{C}$.	Математика, физика / Mathematics, physics						

ли дисциплин естественнонаучного модуля, делают акцент на применимости аппарата их научных областей в будущей профессиональной деятельности студентов. В процессе выполнения заданий студентам предлагается в рамках самостоятельной индивидуальной или командной работы составить алгоритм решения прикладных и практико-ориентированных задач.

Такие учебные задания студенты решают на практических обобщающих занятиях в конце изучения разделов естественнонаучных дисциплин, обязательно публично представляя результаты своей командной или индивидуальной деятельности или защищая их, отвечая на уточняющие вопросы преподавателя. Примеры интегрированных учебных заданий представлены в табл. 2.

С целью формирования навыка представления результатов своей учебной деятельности для защиты лабораторных работ по физике студенты готовят доклады и делают презентации с демонстрацией графиков зависимости исследуемых величин в рамках математической модели изучаемого явления, используя возможности MS Excel, MathCAD, MathType, графического редактора.

Преподаватели естественнонаучных дисциплин, работающие в рамках образовательной программы «Металлургия CDIO» при изучении тем и обсуждении аппарата своих научных областей акцентируют внимание студентов на его связи с дисциплинами модулей: естественнонаучного, общеинженерного, профессионального, проектного. Так, например: подходы к решению линейных систем алгебраических уравнений применяются при изучении темы «Законы Кирхгофа»; основы дифференциального и интегрального исчисления, теория дифференциальных уравнений позволяют решать задачи раздела «Механика» и «Молекулярная физика и термодинамика», «Электричество и магнетизм», при расчетах скорости химической реакции и для вычисления энтропии веществ. При построении функциональных зависимостей и областей интегрирования, решении систем алгебраических уравнений численными методами, выборе аппроксимирующей функции по заданным экспериментальным данным применяются пакеты прикладных программ MathCAD, Excel и другие онлайн-сервисы, которые изучаются в курсе дисциплины «Информационные сервисы».

В рамках проектной деятельности студенты направления «Металлургия CDIO» выбирают тему проекта, которой они занимаются в течение одного или двух семестров, что тесно связано с идеей организации проектной деятельности, согласно контексту Всемирной инициативы CDIO. Ниже приведены практико-ориентированные и профессионально-направленные примеры тем проектной деятельности студентов:

- «Проектирование и изготовление модели прокатного стана Ambifilo Veloce Rosen 180»;
- «Снижение расхода модифицирующих добавок при литье слитков из алюминиевых сплавов 5XXX серии с использованием ультразвуковой обработки»;
- «Разработка технологических решений по совершенствованию процесса сорбционного цианирования золотосодержащих флотационных концентратов»;
- «Разработка машины Голдберга для демонстрации физических законов»;
- «Разработка режимов термической обработки для повышения пластических свойств слитков после переплавки алюминиевых банок»;
- «Разработка индукционной печи для плавки металла».

С целью развития инженерного мышления для студентов первого курса в ходе реализации дисциплины «Проектная деятельность» организуются STEM-игры: «Инженерный кластер», «Инженерный старт», «Инженерная лаборатория». При проведении этих игр преподаватели дисциплин естественнонаучного модуля выступают в роли консультантов, осуществляя процесс интеграции содержания своих дисциплин со смысловым полем дисциплин проектного модуля и модуля общеинженерной подготовки.

Так, например, на этапе игры «Инженерный кластер» студенты решают средствами дисциплин физики, химии и математики комплексные задания по запуску транспортного дирижабля, где необходимо рассчитать: подъемную силу дирижабля с учетом основного и вспомогательного двигателей, объем необходимого топлива для передвижения по заданному курсу и времени полета.

В рамках турнира «Инженерный старт» студенты предлагают и воплощают в жизнь свои технические решения в процессе конструирования: «машины», которая одинаково хорошо преодолевает песчаный и каменистый

участки пути, и водную преграду; макета ветрогенератора; маяка с использованием химического источника света и т. д.

Участвуя в инженерной лаборатории, студенты самостоятельно разрабатывают модель программируемого манипулятора на гидравлическом приводе с учетом геометрии манипулятора, моментов сил, угловой расходимости его узлов для заданной грузоподъемности.

В условиях интегрированного обучения подготовка докладов на научно-практические и международные студенческие конференции выполняется обучающимися индивидуально или в команде по 2–3 человека. Приведем примеры практико-ориентированных тем докладов студентов направления «Металлургия CDIO» на конференциях: «Расчет атмосферного давления с использованием аппарата дифференциальных уравнений»; «Использование при нахождении стехиометрических коэффициентов аппарата линейной и векторной алгебры»; «Расчет оптимальных параметров резервуаров для хранения горюче-смазочных материалов с использованием аппарата дифференциального исчисления»; «Расчет теплопроводности через цилиндрическую поверхность с использованием аппарата дифференциальных уравнений первого порядка» [25]. Темы докладов формулируются в соответствии с интересами студентов и их профессиональной ориентацией. Такая деятельность является одной из важных составляющих подготовки студентов к инженерной деятельности и выполнению в дальнейшем ими курсовых работ по дисциплинам профессионального цикла.

Заключение. Подводя итог исследованию, можно сказать, что на формирование у студентов интегративного образовательного результата оказывают влияние многие факторы, связанные с организацией процесса обучения. В первую очередь – это интегрированный учебный план, в котором изучение дисциплин каждого модуля направлено на формирова-

ние целостной структуры знаний студентов. Содержание дисциплин естественнонаучного модуля обогащается примерами, фактами, теоретическими сведениями из других дисциплин, а учебный процесс реализуется с применением активных методов обучения. По изучаемым дисциплинам выделяются общие методы научного познания, способы исследования реальных явлений и процессов, учитывается общность структур видов учебной деятельности. Сегодня в педагогической литературе и практике сложилось четкое понимание интеграции в образовательном процессе, в условиях которой у студентов формируется: система базовых знаний, умений и навыков по естественнонаучным и общеинженерным дисциплинам; личностные и межличностные компетенции выпускника; приобретается опыт по созданию продуктов и систем.

Важным компонентом в обучении является вовлечение студентов в проектную деятельность и особый подход к организации учебного процесса. Цель изучения каждой дисциплины формулируется совместно с обучающимися, каждый студент знает критерии успешности освоения дисциплин и может определить свои действия по достижению образовательного результата. Обучение по образовательной программе строится через систему «интегрированных учебных заданий», регулярное обращение к базовым понятиям дисциплин естественнонаучного модуля при изучении нового учебного материала на дисциплинах общеинженерного, профессионального и проектного модулей с целью формирования у студентов способности переносить ранее полученные фундаментальные знания на профессиональную область.

Таким образом, интегративный образовательный результат формулируется с учетом конкретизации потребностей и с учетом ожиданий обучающихся с одной стороны и возможностью осознанности его присвоения ими, с другой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коробцов А.С. Качество инженерного образования: лозунги и реальность // Журнал ассоциации инженерного образования России. – 2020. – № 27. – С. 27–35.
2. Соболев Л.Б. Проблемы инженерного образования в России // Экономический анализ: теория и практика. – 2018. – Т. 17. – Вып. 7. – С. 1252–1267. URL: <http://fin-izdat.ru/journal/analiz/> (дата обращения: 18.03.2021).
3. Perignat E., Katz-Buonincontro J. STEAM in practice and research: An integrative literature review // Thinking Skills and Creativity. – 2019. – Vol. 31. – P. 31–43.

4. Huber M.T., Hutchings P., Gale R. Integrative Learning for Liberal Education // Peer Review. – 2005. – Vol. 7. – № 3/4. URL: <https://www.aacu.org/publications-research/periodicals/integrativelearning-liberal-education>. (дата обращения: 18.03.2021).
5. Timofeev V., Timofeeva A., Shramko L. A Comparative Study of Russian vs English in Teaching Language and Thinking Courses // International Conference on European Multilingualism: Shaping Sustainable Educational and Social Environment (EMSESE 2019). – 2019. DOI:10.2991/emssese-19.2019.39. URL: https://www.researchgate.net/publication/337313946_A_Comparative_Study_of_Russian_vs_English_in_Teaching_Language_and_Thinking_Courses (дата обращения: 18.03.2021)
6. Джон Хэтти. Видимое обучение. – М.: Национальное образование, 2017. – 432 с.
7. Murayama K., Pekrun R., Lichtenfeld S., Hofe Predicting R. Long-term growth in Students' Mathematics Achievement: The Unique Contributions of Motivation and Cognitive Strategies // Child development. – 2013. – Vol. 84. – P. 1475–1490.
8. Boyd Sh. Integrated Curriculum: Definition, Benefits & Examples // Study.com, 11 September 2015. URL: study.com/academy/lesson/integrated-curriculum-definition-benefits-examples.html (дата обращения: 18.07.2021).
9. Алмазова Н.И., Баранова Т.А., Вдовина Е.К., Гальскова Н.Д., Крылов Э.Г., Минакова Л.Ю., Обдалова О.А., Рыбушкина С.В., Салехова Л.А., Серова Т.С., Сидоренко Т.В., Шульгина Е.М. Интегрированное обучение иностранным языкам и профессиональным дисциплинам. Опыт российских вузов – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. – 380 с.
10. Чикризова К.В. Разработка динамической веб-программы предметно-языкового курса на базе GOOGLE инструментов для развития устно-речевых медиативных умений студентов // Преподаватель XXI век. – 2020. – № 1–1. – С. 124–131.
11. Dalton-Puffer Ch., Nikula T. Content and language integrated learning // Language Learning Journal. – 2014. – Vol. 42 (2). – P. 117–122.
12. García Esteban S. Integrating curricular contents and language through storytelling: criteria for effective CLIL lesson planning // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2015. – Vol. 212. – P. 47–51.
13. Pérez Cañado M.L. The effects of CLIL on L1 and content learning: Updated empirical evidence from monolingual contexts // Learning and Instruction. – 2018. – Vol. 57. – P. 18–33.
14. Кремер И.Ю., Кузнецова И.И. Интегративный подход как основа формирования профессионально-компетентной личности будущего учителя // Вестник Донецкого педагогического института. – 2017. – № 3. – С. 25–31.
15. Christidis M. Vocational knowing in subject integrated teaching: A case study in a Swedish upper secondary health and social care program // Learning, Culture and Social Interaction. – 2019. – Vol. 21. – P. 21–33.
16. McKeown, S. Integrated education in Northern Ireland: Education for peace? // Enlarging the Scope of Peace Psychology: African and World-Regional Contributions. By eds. M. Seedat, S. Suffla, D.J. Christie – Springer: US, 2017. – P. 75–92.
17. Palmer S., Young K., Campbell M. Developing an institutional evaluation of the impact of Work Integrated Learning on employability and employment // International Journal of Work-Integrated Learning. – 2018. – Vol. 19, – № 4. – P. 371–383.
18. Berndtsson I., Dahlborg E., Pennbrant S. Work-integrated learning as a pedagogical tool to integrate theory and practice in nursing education – An integrative literature review // Nurse Education in Practice. – 2020. – Vol. 42. DOI:10.1016/j.nepr.2019.102685
19. What is Work Integrated Learning? URL: <https://www.murdoch.edu.au/Work-Integrated-Learning/What-is-WIL/> (дата обращения: 18.03.2021).
20. Ефремова Н.А., Рудковская В.Ф., Лопатина О.В., Киселева Е.С. Проблемы современного естественно-научного физического образования в техническом вузе // Журнал ассоциации инженерного образования России. – 2018. – № 24. – С. 66–73.
21. Семенова Г.Е., Гоголева И.В., Иванова А.В. Педагогические условия междисциплинарной интеграции при реализации компетентностного подхода // Педагогический журнал. – 2017. – Т. 7. – № 3А. – С. 90–97.
22. Киримлеева Н.С. Принципы и формы реализации интеграционных процессов в образовании. URL: https://pgu.ru/upload/iblock/3a3/uch_2014_iii_02.pdf (дата обращения: 18.03.2021).
23. Кроули Э.Ф., Малмквист Й., Остлунд С., Бродер Д.Р. Переосмысление инженерного образования. Подход CDIO. – Москва : Высшая школа экономики, 2015. – 504 с.
24. Бутакова С.М., Бугаева Т.П., Братухина Н.А. Обогащение образовательного процесса по математике идеями CDIO // Российско-китайский научный журнал «Содружество». – 2016. – № 2(2). – С. 12–16.
25. Бутакова С.М., Феськова Е.В. Реализация интегративного подхода в обучении естественнонаучным дисциплинам в идеологии CDIO // Проблемы современного образования. – 2018. – № 2. – С. 156–163. URL: <http://www.pmedu.ru/images/2018-2/17.pdf> (дата обращения: 18.03.2021).

Дата поступления: 20.03.2021.

UDC 378.14

DOI 10.54835/18102883_2021_29_5

FORMATION OF STUDENTS' AWARENESS OF AN INTEGRATIVE EDUCATIONAL RESULT IN THE PROCESS OF MASTERING THE DISCIPLINES OF THE NATURAL SCIENCE MODULE

Elena V. Feskova,

Cand. Sc., associate Professor,
Department of Engineering Bachelor's Degree CDIO,
feskova-ev@yandex.ru

Svetlana M. Butakova,

Cand. Sc., Associate Professor,
Department of Fundamental Natural Science Education,
butakovasvet@mail.ru

Siberian Federal University,
79, Svobodny Ave., Krasnoyarsk, 660041, Russia.

The reasons for the crisis of engineering education are connected with the external impact on the system of higher professional education and with the internal processes taking place in this system. The article is devoted to the problem of improving the quality of training of engineers in connection with the increased requirements for graduates of technical areas of universities from the employer. To solve it, it is necessary to actively involve the students themselves – future engineers-in this process. The purpose of the study is to substantiate the features of the organization of the educational process in the disciplines of the natural science module of technical training directions in the ideology of CDIO, which would ensure the formation of students' awareness of an integrative educational result during the development of these disciplines. The methodological basis of the research is based on the following approaches: systemic, activity-based, personality-oriented, competence-based. The paper analyzes the following concepts: "integration", "integrated learning", "integrated learning task", "educational result". The factors related to the organization of the process of teaching natural science disciplines that affect the formation of students' awareness of an integrative educational result are identified: an integrated curriculum; enriching the content of the courses of the disciplines of the natural science module with examples, facts, theoretical information from other disciplines; implementing active teaching methods; highlighting common ideas, common structures of activities, general scientific methods of cognition in natural science disciplines. It is noted that the achievement of an integrative educational result occurs through the participation of students in various types of educational activities: during classes in natural science disciplines (lectures, practical and laboratory classes); within the framework of project activities; in STEM games ("Engineering cluster", "Engineering Start", "Engineering Laboratory"); in the process of preparing and presenting reports at scientific and practical conferences.

Keywords: engineering education, integrative educational result, awareness of the educational result, CDIO initiative, integration, integration training, integrated learning task, project activity, natural science module.

REFERENCES

1. Korobtsov A.S. Kachestvo inzhenernogo obrazovaniya: lozungi i realnost [The quality of engineering education: slogans and reality]. *Zhurnal assotsiatsii inzhenernogo obrazovaniya Rossii*. 2020, no. 27, pp. 27-35.
2. Sobolev L.B. Problemy inzhenernogo obrazovaniya v Rossii [Problems of Engineering Education in Russia]. *Ekonomicheskiy analiz: teoriya i praktika*. 2018, Vol. 17, Issue 7, pp. 1252–1267. Available at: <http://fin-izdat.ru/journal/analiz/> (accessed: 18.03.2021).
3. Perignat E., Katz-Buonincontro J. STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*. 2019, Vol. 31, pp. 31–43.
4. Huber M.T., Hutchings P., Gale R. Integrative Learning for Liberal Education. *Peer Review*. 2005, Vol. 7, no. 3/4. Available at: <https://www.aacu.org/publications-research/periodicals/integrativelearning-liberal-education>. (accessed: 18.03.2021).
5. Timofeev V., Timofeeva A., Shramko L. A Comparative Study of Russian vs English in Teaching Language and Thinking Courses. *International Conference on European Multilingualism: Shaping Sustainable Educational and Social Environment (EMSSESE 2019)*. 2019. DOI:10.2991/emssese-19.2019.39. Available at: https://www.researchgate.net/publication/337313946_A_Comparative_Study_of-Russian_vs_English_in_Teaching_Language_and_Thinking_Courses (accessed: 18.03.2021)

6. Dzhon Khetti. *Vidimoye obucheniye* [Visible learning]. Moscow, Natsionalnoye obrazovaniye Publ., 2017. 432 p.
7. Murayama K., Pekrun R., Lichtenfeld S., HofePredicting R. Long-term growth in Students' Mathematics Achievement: The Unique Contributions of Motivation and Cognitive Strategies. *Child development*. 2013, Vol. 84, pp. 1475–1490.
8. Boyd Sh. Integrated Curriculum: Definition, Benefits & Examples. *Study.com*. 11 September 2015. Available at: study.com/academy/lesson/integrated-curriculum-definition-benefits-examples.html (accessed: 18.07.2021).
9. Almazova N.I., Baranova T.A., Vdovina E.K., Galskova N.D., Krylov E.G., Minakova L.Yu., Obdalova O.A., Rybushkina S.V., Salekhova L.L., Serova T.S., Sidorenko T.V., Shulgina E.M. *Integrirovannoye obucheniye inostrannym yazykam i professionalnym distsiplinam. Opyt rossiyskikh vuzov* [Integrated teaching of foreign languages and professional disciplines. Experience of Russian universities]. SPb., Publishing house of Polytechnic. University, 2018. 380 p.
10. Chikrizova K.V. Razrabotka dinamicheskoy veb-programmy predmetno-yazykovogo kursa na baze GOOGLE instrumentov dlya razvitiya ustno-rechevykh mediativnykh umeniy studentov [Development of a dynamic web program for a subject-language course based on GOOGLE tools for the development of oral and speech media skills of students]. *Prepodavatel XXI vek*. 2020, no. 1–1, pp. 124–131.
11. Dalton-Puffer Ch., Nikula T. Content and language integrated learning. *Language Learning Journal*. 2014, Vol. 42 (2), pp. 117–122.
12. García Esteban S. Integrating curricular contents and language through storytelling: criteria for effective CLIL lesson planning. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015, Vol. 212, pp. 47–51.
13. Pérez Cañado M.L. The effects of CLIL on L1 and content learning: Updated empirical evidence from monolingual contexts. *Learning and Instruction*. 2018, Vol. 57, pp. 18–33.
14. Kremer I.Yu., Kuznetsova I.I. Integrativnyy podkhod kak osnova formirovaniya professionalno-kompetentnoy lichnosti budushchego uchitelya [An integrative approach as the basis for the formation of a professionally competent personality of a future teacher]. *Vestnik Donetskogo pedagogicheskogo instituta*. 2017, no. 3, pp. 25–31.
15. Christidis M. Vocational knowing in subject integrated teaching: A case study in a Swedish upper secondary health and social care program. *Learning, Culture and Social Interaction*. 2019, Vol. 21, pp. 21–33.
16. McKeown, S. Integrated education in Northern Ireland: Education for peace? *Enlarging the Scope of Peace Psychology: African and World-Regional Contributions*. By eds. M. Seedat, S. Suffla, D.J. Christie. Springer, US, 2017, pp. 75–92.
17. Palmer S., Young K., Campbell M. Developing an institutional evaluation of the impact of WorkIntegrated Learning on employability and employment. *International Journal of Work-Integrated Learning*. 2018, Vol. 19, no. 4, pp. 371–383.
18. Berndtsson I., Dahlborg E., Pennbrant S. Work-integrated learning as a pedagogical tool to integrate theory and practice in nursing education – An integrative literature review. *Nurse Education in Practice*. 2020, Vol. 42. DOI:10.1016/j.nepr.2019.102685
19. *What is Work Integrated Learning?* Available at: <https://www.murdoch.edu.au/Work-Integrated-Learning/What-is-WIL/> (accessed: 18.03.2021).
20. Efremova N.A., Rudkovskaya V.F., Lopatina O.V., Kiseleva E.S. Problemy sovremennogo yestestvenno-nauchnogo fizicheskogo obrazovaniya v tekhnicheskoy vuzze [Problems of modern natural science physical education in a technical university]. *Zhurnal assotsiatsii inzhenernogo obrazovaniya Rossii*. 2018, no. 24, pp. 66–73.
21. Semenova G.E., Gogoleva I.V., Ivanova A.V. Pedagogicheskiye usloviya mezhdistsiplinarnoy integratsii pri realizatsii kompetentnostnogo podkhoda [Pedagogical conditions for interdisciplinary integration in the implementation of the competence-based approach]. *Pedagogicheskiy zhurnal*. 2017, Vol. 7, no. 3A, pp. 90–97.
22. Kirimleyeva N.S. *Printsipy i formy realizatsii integratsionnykh protsessov v obrazovanii* [Principles and forms of implementation of integration processes in education]. Available at: https://pgu.ru/upload/iblock/3a3/uch_2014_iii_02.pdf (accessed: 18.03.2021).
23. Krouli E.F., Malmkvist Y., Ostlund S., Broder D.R. *Pereosmysleniye inzhenernogo obrazovaniya. Podkhod CDIO* [Rethinking Engineering Education. CDIO approach]. Moscow, HShE Publ., 2015. 504 p.
24. Butakova S.M., Bugayeva T.P., Bratukhina N.A. Obogashcheniye obrazovatel'nogo protsessa po matematike ideyami CDIO [Enrichment of the educational process in mathematics with the ideas of CDIO]. *Rossiysko-kitayskiy nauchnyy zhurnal «Sodruzhestvo»*. 2016, no. 2(2), pp. 12–16.
25. Butakova S.M., Feskova E.V. Realizatsiya integrativnogo podkhoda v obuchenii yestestvennonauchnykh distsiplin v ideologii CDIO [Implementation of an integrative approach in teaching natural sciences in the ideology of CDIO]. *Problemy sovremennogo obrazovaniya*. 2018, no. 2, pp. 156–163. Available at: <http://www.pmedu.ru/images/2018-2/17.pdf> (accessed: 18.03.2021).

Received: 20.03.2021