

УДК 378.147

## РОЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ «ВУЗ-ПРОИЗВОДСТВО» В ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ

И. В. Дубова, Г. С. Саначева, С. И. Осипова

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

В статье анализируется роль взаимодействия вуза и производства в организации проектного обучения в инженерном образовании в компетентностном подходе. Обучение через проект позволяет развивать проектно-внедренческую компетенцию (ПВК) в деятельности, повышает личностную значимость дисциплинарных знаний и в целом образования. В работе обсуждается опыт организации обучения через практико-ориентированные проекты при подготовке бакалавров металлургического направления в идеологии CDIO. Показано, что внедрение идеологии CDIO позволяет повысить практический аспект образовательной программы, способствует установлению более тесных связей между участниками образовательного процесса. Приводятся способы установления взаимодействия с работодателем и подходы к выбору тематики практико-ориентированных проектов и организации сквозных междисциплинарных интегрированных проектов (СИМП). Предложены критерии определения тем сквозных междисциплинарных проектов. На примере решения реальной проблемы металлургического предприятия приводится дерево задач, определение уровней проектов и формирования проектных команд. Предложена схема интерактивного взаимодействия при организации проектного обучения под проблемы и задачи реального производства, которая демонстрирует вовлечение студентов, магистрантов, преподавателей и сотрудников производственных предприятий. Отмечено, что при выполнении проектов, ориентированных на задачи производства нарушается линейность обучения, что требует создания системы включенных дисциплин под задачи проекта и в соответствии с требованиями к результатам обучения. Результаты мониторинга ПВК в течение 7 семестров показали положительную динамику, что подтверждает эффективность проектного обучения, при этом все заинтересованные стороны получают свои преимущества, позволяющие повысить конкурентоспособность.

**Ключевые слова:** компетентностный подход, профессиональная компетентность, междисциплинарный проект, идеология CDIO, качество инженерного образования, междисциплинарное взаимодействие, практикоориентированность инженерного образования.

UNIVERSITY — INDUSTRY INTERACTIONS IN PROJECT TRAINING  
OF ENGINEERS

Irina Dubova, Galina Sanacheva, Svetlana Osipova  
Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

*This article is discussing approaches to improve quality of engineering education. We review existing examples of bachelor education with a major in «Metallurgy» where interaction between university and enterprises is in the core. The paper uncovers stages of interaction between the enterprises and different departments of university: such as institutes, graduating chairs and core education chairs. We show that implementation of CDIO ideology allows to enhance practice-orientation and contribute in bonding between actors of educational process. By the example of one project we demonstrate how interdisciplinary relationships between chairs are established and how the work with students is organized to achieve certain goals of the enterprises.*

*The project aims to solve real production problem, to advance knowledge on integrated disciplines, and develop personal and interpersonal competencies. Evaluation methods include observations within teaching process, expert assessments, interviews with students and a survey. On the current stage of project we found positive dynamic for students' motivation in relation to project activities and education in general.*

*The paper also distinguishes roles of lecturers of core and graduating chairs on different stages of the multidisciplinary project. Finally we present a model of the interactive education and its benefits for all stakeholders.*

**Keywords:** *project activities, bachelor of metallurgy, engineering equipment upgrade, CDIO initiative, quality of engineering education, interdisciplinary relationships, interdisciplinary education; engineering education, Design-based learning; active learning*

**Постановка задачи**

Сегодня в глобальной экономике существует необходимость ориентироваться на постоянно изменяющуюся внешнюю среду и учитывать перспективные запросы потребителей, что вызывает необходимость для предприятий работать над созданием новых материалов и изделий с заданными характеристиками. Все это приводит к возрастанию доли инженерного труда в создании продуктов и систем, изменения требований к подготовке инженеров [1]. Принципиально важными для деятельности инженера наряду с фундаментальными знаниями становятся «soft skills», предполагающие развитие критического

мышления, способностей в принятии технических решений на изобретательском уровне, поиске и анализе информации, управлении проектами, саморазвитии и самообучении. Анализ международного опыта развития инженерного образования и современные тенденции развития инженерного образования в России позволяет разрабатывать требования к образованию новых инженеров [1]. Согласование результатов обучения при подготовке инженеров с запросами работодателей и общества сегодня происходит с позиций компетентностного подхода [2, 3]. Эффективное взаимодействие ВУЗ – предприятие позволяет постоянно актуализировать образовательные программы в аспекте повышения их практической направленности [4-6].

Современные тенденции сближения вузов и предприятий и развитие способов их взаимосвязи реализуются через крупный международный проект CDIO по реформированию инженерного образования, который был запущен в 2000 г. [7-11]. Аббревиатура CDIO (Conceive – Design – Implement – Operate, то есть Осмысление – Проектирование – Реализация - Эксплуатация) демонстрирует практический подход к инженерному образованию. Инициатива основана на 12-ти стандартах, которые регламентируют философию программ, построение учебных планов и практических заданий, подходы к преподаванию и оцениванию, совершенствование квалификации преподавателей, систематический мониторинг образовательной программы и результатов обучения и развития студентов. Идеи Эдварда Кроули по проектированию обучения «от идеи до продукта» хорошо описаны в его книге [10] и регулярно обсуждаются мировым сообществом на ежегодных конференциях CDIO. Сущность подхода CDIO состоит в проектировании образовательного процесса через реализацию проектов в реальном профессиональном контексте, что повышает мотивацию к инженерной деятельности и отвечает запросам работодателей. В настоящее время к данному проекту присоединились около 90 вузов во всем мире, более 10 из России, в том числе Сибирский федеральный университет (СФУ).

Образовательная программа по направлению «Металлургия» реализуемая в идеологии CDIO предполагает интерактивное взаимодействие с металлургическими предприятиями региона [11,12]. Основным работодателем для выпускников института цветных металлов и материаловедения (ИЦМиМ) Сибирского Федерального университета направления «Металлургия» является ОК РУСАЛ – крупнейший производитель первичного алюминия, алюминиевых сплавов и изделий из них. Ключевые производственные мощности компании расположены в Сибири. Красноярский алюминиевый завод является одной из основных производственных площадок, где производятся испытания и внедрение инновационных технологий. В состав компании входит ремонтная база ООО «РУС-Инжиниринг» филиал г. Ачинска, которая обеспечивает все металлургические производ-

ства компании ремонтным литьем из сплавов на основе железа. Чугунное и стальное литье производится в литейных цехах ремонтной базы. В институте цветных металлов и материаловедения литейное производство - это один из профилей подготовки бакалавров и магистров по технологиям заготовительного литья на основе алюминия и технологиям литья из сплавов на основе железа. Взаимодействие ИЦМиМ СФУ с предприятиями ОК РУСАЛ позволяет подготовить профессионалов способных разрабатывать новые сплавы с уникальными свойствами, новые технологии и мероприятия по их внедрению, что способствует инновационному развитию компании.

Участие работодателя в образовательном процессе позволяет выстроить систему организации производственных практик и стажировок, разработку практико-ориентированных учебных программ, определение тематики выпускных квалификационных работ, направленных на решение задач, имеющих существенное значение для предприятия. Это позволяет готовить выпускников, основываясь на требованиях компании, под заказ предприятия, что очень актуально в условиях возрастающей конкуренции [12].

Ведущей деятельностью при подготовке бакалавров в идеологии CDIO является проектная, направленная на формирование и развитие системы компетенций, представленных в виде перечня CDIO Syllabus [13]. Системообразующим компонентом педагогической системы подготовки бакалавров в идеологии CDIO является Стандарт 1, именно он нацеливает на формирование проектно-внедренческой компетенции [13]. В статье [14] обоснованы педагогические условия формирования ПВК, наиболее значимым из которых является вовлечение студентов в проектную деятельность. В отечественной и зарубежной высшей школе методология проектного обучения студентов инженерных направлений отработывалась в течение многих десятилетий и на практике доказала свою эффективность как незаменимый элемент системы формирования профессиональных компетенций будущего инженера [15-19]. Регулярное выполнение проектно – технологических и исследовательских проектов нарастающей сложности, ориентированных на реальные и перспективные проблемы производства, является стержнем обучения, повышает мотивацию к обучению и личностную значимость приобретаемых компетенций [18,19].

В работе представлен анализ опыта организации обучения через практико-ориентированные проекты при подготовке бакалавров металлургического направления в идеологии CDIO.

#### **Методика исследования**

Методологической основой исследования являются: системный, интегративный, компетентностный и личностно-ориентированный подходы. Междисциплинарный подход в металлургическом образовании бакалавров представляет собой вариант педагогической

модификации и практической реализации идей системного подхода. Целесообразность и необходимость применения его определяется не только качественным фундаментальным и профессиональным образованием, но и их объективной взаимосвязью, обуславливающей интеграцию инженерного образования, научного знания и производства.

Использован комплекс методов исследования: теоретические – изучение и анализ литературы по проблеме исследования; эмпирические – обобщение опыта, анализ продуктов деятельности студентов, наблюдение, беседа, экспертный опрос, анкетирование, тестирование; качественные и количественные методы обработки данных – регистрация, анализ и содержательная интерпретация результатов исследования.

В исследовании предложено и проанализировано внедрение нового формата обучения через участие студентов в сквозном междисциплинарном интегрированном проекте (СИМП).

### **Полученные результаты**

Проектное обучение под реальные проблемы производства апробируется нами с 2014 при подготовке бакалавров металлургии в идеологии CDIO. В статье рассматриваются сквозные интегрированные междисциплинарные проекты (СИМП), нацеленные на решение реальных и перспективных проблем ОК РУСАЛ, достижение согласованных образовательных результатов по включенным дисциплинам и формирование личностных и межличностных компетенций. Проекты являются сквозными, так как выполняются студентами от первого года обучения до выпускной квалификационной работы в команде с магистрантами и преподавателями, интегрированными с профессиональными проблемами и задачами. Междисциплинарность проекта - один из способов подчеркнуть целостность образования и взаимозависимость дисциплин при решении комплексных проблем. В этой ситуации студенты достигают более глубокого понимания проблемы, а иногда даже конструируют новое понимание, а от преподавателей разных дисциплин работа над общей проблемой требует совместного планирования и размышления. Преподаватели, которые являются кураторами проектов, прошли повышение квалификации по управлению проектами, интерактивным технологиям преподавания, стажировки на предприятии ОК РУСАЛ. Студенты, начиная с первой учебной практики и включая преддипломную, работают на предприятиях, проблемы которых решаются в проектах. Результаты работы студенты представляют на научно-практических конференциях, защищают на проектных неделях. В число экспертов обязательно входят представители предприятий-носителей проблем.

Однако, не смотря на описанные выше возможные преимущества реализации в образовательных программах междисциплинарных заданий и проектов, актуален ряд сле-

дующих вопросов. Как выявлять проблемные области предприятий, где брать проектные идеи, как формулировать тематику сквозных проектов? Необходимо подчеркнуть основные критерии, которыми следует руководствоваться при определении темы сквозных междисциплинарных проектов: неопределенность проблемы, практикоориентированность, потенциальная пролонгированность, ориентация на опережающее развитие, личностная значимость, соответствие интересам заинтересованных сторон, ориентацию на устойчивое развитие.

Определение и формирование тем проектов происходит через тесное взаимодействие с работодателями. Такие проекты должны быть актуальными и обладать некоторой технической новизной, но при этом релевантными образовательному процессу, т.е. позволяющими развивать компетенции, планируемые образовательной программой. Идеи проектов дает участие в научных конференциях, изучение современной научной литературы. Тематики проектов предлагают также студенты прошедшие практику на различных этапах обучения. Конечно, такие проекты не всегда могут принести компании эффект, и не всегда могут быть реализуемы. В то же время, в некоторых из них просматривается повод подумать о новом взгляде, задуматься о полезности таких предложений к разработке новых решений проблемы. В практике института цветных металлов активизирован процесс привлечения к педагогической деятельности ведущих специалистов предприятия. Работодатель участвует в совместном проведении занятий (круглый стол, дебаты), принимает участие в качестве эксперта, и это также порождает новые идеи. Еще один источник тематик проектов - это темы диссертаций магистров, которые на сегодняшний день чаще всего являются сотрудниками ОК РУСАЛ (Братский, Красноярский, Саяногорский, Хакасский, Богучанский алюминиевые заводы). Каждая диссертация направлена на решение технических и технологических проблем конкретного производства, для обеспечения качества продукции на конкретных переделах этих производств: технологии получения глинозема, металлургии алюминия, литейного производства, утилизации отходов.



Рис.1 - Схема интерактивного взаимодействия при организации проектного обучения под проблемы и задачи реального производства

Модель интерактивного взаимодействия при организации проектного обучения под проблемы и задачи реального производства (рис.1) демонстрирует вовлечение студентов, магистрантов, преподавателей и сотрудников производственных предприятий. При таком подходе проблема профессиональной подготовки приобретает особую актуальность, наполняется новым содержанием. Ее следует рассматривать как процесс формирования профессиональной компетентности, включающей развитие профессионально значимых качеств, в том числе мотивации к профессиональной деятельности.

В настоящей работе представлен анализ реализации сквозных интегрированных междисциплинарных проектов (СИМП) в контексте решения проблемы модернизации чугунно-литейного производства ремонтно-механической базы филиала ООО «РУС-Инжиниринг». Модернизация направлена на разработку технических и технологических решений по замене устаревшего оборудования и с целью освоения современных технологических процессов получения качественных отливок. В рамках организации практико-ориентированных проектов была проведена декомпозиция проблем (рис. 2).

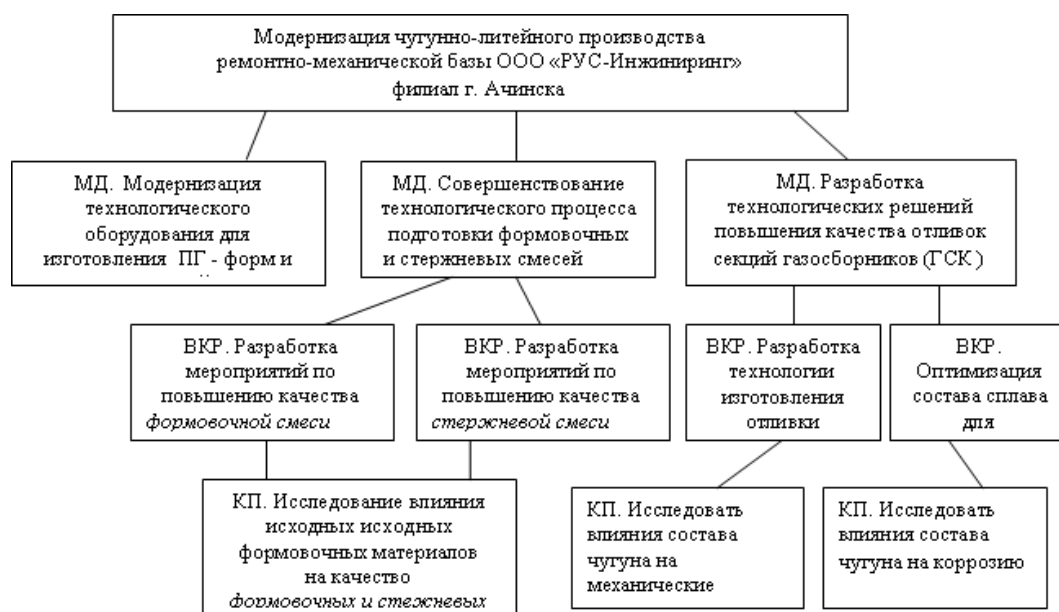


Рис. 2 - Дерево проблем модернизации чугунно-литейного производства ремонтно-механической базы (МД – магистерская диссертация, VKP – выпускная квалификационная работа бакалавров, KP – курсовой проект )

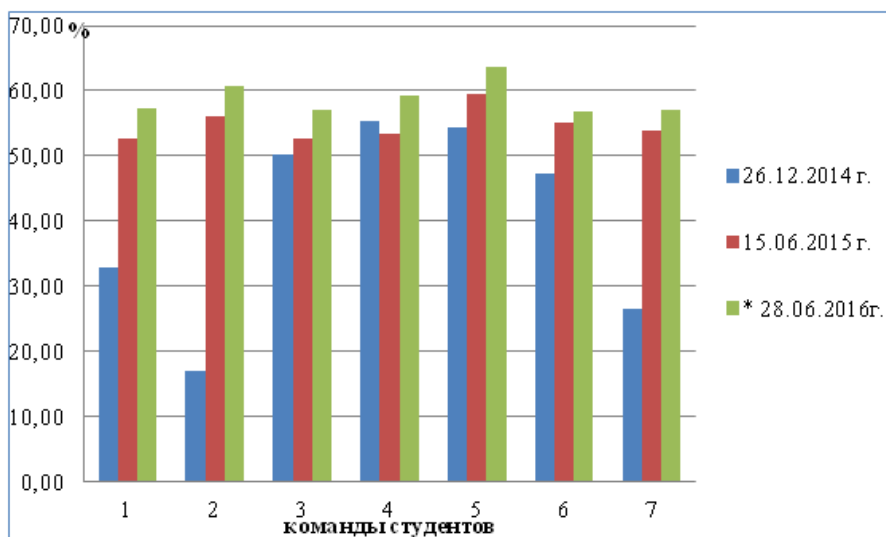
В организации проектного обучения нами была выбрана шестиэтапная модель управления проектом (Elbeik and Tomas) [20,21] и идеология CDIO. Сопоставление этапов Conceive - Design – Implement - Operate. Сущность этапов, их содержание и результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Структурированный подход к управлению проектом (классическая шестиэтапная модель управления проектом, Elbeik and Tomas) + CDIO

CDIO	Этап	Содержание этапов	Результаты этапов
Conceive	Инициация (определение содержания)	Обсуждение с ЗС Определение темы	Паспорт проекта (резюме проекта)
	Планирование	Формулирование задач проекта. Графическое представление задач и действий, построение диаграммы Ганта	План проекта
	Создание команды, руководство и мотивация	Формирование команды	Сформированная команда
	Коммуникации	Планирование коммуникаций	Матрица коммуникаций Карта распределения полномочий
Design Implement	Управление (исполнение)	Мониторинг и контроль	Результаты проекта
Operate	Ревизия и завершение	Проверка достижения выходных результатов	Результат достигнут, полученный опыт документирован

Определение этапов проектной деятельности через conceive, design, implement, operate позволило раскрыть формирование ПВК через формирование её составляющих действий [22] и организовать мониторинг ее развития. Следует отметить, при выполнении проектов, ориентированных на задачи производства обычно нарушается линейность обучения. В процессе планирования на этапе Conceive формулируются задачи проекта, при этом выполнение некоторых из них на этапах Design и Implement требует опережающего освоения ряда специальных дисциплин. Такие дисциплины позиционируются как включенные [23]. Включенные дисциплины встраиваются под задачи проекта и в соответствии с требованиями к результатам обучения. Перечень и порядок изучения включенных дисциплин может отличаться для каждого проекта с учетом его специфики. Преподавателями включенных дисциплин осуществляется консультативное сопровождение участников проекта. Оценка образовательных результатов по таким дисциплинам проводится на основе педагогического наблюдения, экспертной оценки руководителей, интервью и анкетного опроса студентов, самооценки. Итоговый контроль осуществляется через публичную защиту проектов в присутствии независимых экспертов, в результате студент получает зачет (экзамен) по одной или нескольким включенным дисциплинам и заключение внешних экспертов для своего портфолио.





Команды студентов

Рисунок 3 – Динамика развития ППК в проектном обучении бакалавров

Коллигативная оценка ППК проводилась с начала проекта (с 2014 года). На рисунке 3 показана положительная динамика изменения ППК команд студентов, выполняющих сквозные междисциплинарные интегрированные проекты (СИМП).

### Выводы

Результаты работы продемонстрировали эффективность проектного обучения, основанного на взаимодействии вуз-производство, при этом каждый участник образовательного процесса получает преимущества, позволяющие повысить его конкурентоспособность. Студентам обучение через проект позволяет развивать компетентности в деятельности, повышается личностная значимость дисциплинарных знаний и в целом образования, что способствует формированию системного видения реальных и перспективных проблем металлургического производства. Преподаватели повышают свою компетентность в применении технологий проектного обучения в профессиональном контексте, в разработке нового образовательного контента и расширения практики внедрения СИМП. Работодатели через участие в СИМП удовлетворяют свою потребность в кадрах с набором востребованных профессиональных компетенций и «soft skills», так все бакалавры набора 2014 после защиты выпускных квалификационных работ (ВКР) были трудоустроены в ОК РУСАЛ и вовлечены в действующие проекты компании.

## Список литературы

1. A. V. Netkachev, I. S. Plakhotin, S. V. Solovyev, V. V. Shimov. A new approach to training of designers at the industrial enterprise // Черные металлы. – 2015. – № 1. – С. 40-43.
2. Рудской, А.И., Боровков, А.И., Романов, П.И., Колосова, О.В. Общепрофессиональные компетенции современного российского инженера // Высшее образование в России. 2018. № 2 (220). С. 5-18.
3. Осипова, С. И. Компетентностный подход в реализации инженерного образования // Педагогика. - 2016.- №6. - с. 53-59.
4. Неткачев, А. Б. Совершенствование магистерской программы «Проектный и инвестиционно-строительный менеджмент в металлургии» в Уральском федеральном университете//Черные металлы. – 2018. – №. 2. – С. 75-78.
5. Ищенко, В., Сазонова, З. Интеграция образования, науки, производства. Опыт практического решения.// Высшее образование в России. – 2006. - № 10. - С.23-31.
6. Неткачев, А. Б. Роль проектантов-технологов в обеспечении безопасности создаваемых промышленных объектов //Черные металлы. – 2017. – №. 7. – С. 64-67.
7. Исаев, А.П., Плотников, Л.В. Учебный инжиниринг в контексте реализации идеологии CDIO // Высшее образование в России. - 2016. - № 12. -(207). - С. 45–52.
8. Kamilla Kohn Rådberg, Ulrika Lundqvist, Johan Malmqvist & Oskar Hagvall Svensson (2018): From CDIO to challenge-based learning experiences – expanding student learning as well as societal impact?// European Journal of Engineering Education, DOI: 10.1080/03043797.2018.1441265
9. Kristina Edström (2017): The role of CDIO in engineering education research: Combining usefulness and scholarliness // European Journal of Engineering Education, DOI:10.1080/03043797.2017.1401596
10. E. F. Crawley, J. Malmqvist, S. Ostlund, D. Brodeur, “Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach”, Springer, 2007.
11. Гафурова Н. В., Осипова С. И. Металлургическое образование на основе идеологии CDIO // Высшее образование в России. — 2013. — № 12. — С. 137–139.
12. Дубова И.В., Саначева Г.С. Интерактивное взаимодействие «вуз-производство» при подготовке бакалавров металлургии. // Профессиональное образование в России и за рубежом. - 2015. - №3. - (19) - с 130-135
13. Международный семинар по вопросам инноваций и реформирования инженерного образования // Всемирная инициатива CDIO: материалы для участников семинара (пер. С.В. Шикалова) / под ред. Н.М. Золотаревой и А.Ю. Умарова. – М.: Изд. Дом МИСИС, 2011. – 60 с.

14. Осипова С.И., Рябов О.Н. Обоснование педагогических условий формирования проектировочно-внедренческой компетентности бакалавров-инженеров на основе идей CDIO. // Современные наукоемкие технологии. - 2016. - № 10. - с.181-184
15. Savage, R.N., Chen, K.C., Vanasupa, L. Integrating Project-based Learning Throughout the Undergraduate Engineering Curriculum.// Cal Poly State University, Materials Engineering, San Luis Obispo, CA 93407 USA
16. Genc, B., Mitra, R. Mine Planning and Design for Mining Engineering learners at Wits University.// The Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. – 2018. – VOL.- P. 865-868
17. Yu-Chiung Hsu, Ya-Ming Shiue. Exploring the Influence of Using Collaborative Tools on the Community of Inquiry in an Interdisciplinary Project-Based Learning Context // EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education. – 2018. – 14. – P. 933-945 DOI: 10.12973/ejmste/81149
18. Кожевников А.В. Реализация междисциплинарных проектов при разработке практико-ориентированных инженерных образовательных программ в рамках международных стандартов CDIO // Современные научные исследования и инновации. -2014. - № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/06/34442> (дата обращения: 09.11.2018).
19. Игнатова И.Г., Балашов А.Г., Соколова Н.Ю. Междисциплинарные проекты как способ формирования компетенций при реализации образовательных программ.// Высшее образование в России. – 2014. - № 5. - С. 86-92.
20. Elbeik, S. & Thomas, M. Project Skills, Oxford, Butterworth-Heinemann. 1998, 216 p.
21. Dana Schwieger, Ken Surendran. A Project Management Approach to Applying Best Practices to Online CS/MIS Experiential Learning Projects // Information Systems Education Journal (ISEDJ). – 2015. -13 (6) – p. 35-42.
22. Рябов О.Н. Проектирование как технология раскрытия неопределённости в контексте устойчивого развития [Электронный ресурс]. URL:[http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/30486/stat'ya\\_o.n.\\_ryabov.pdf?sequence=1](http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/30486/stat'ya_o.n._ryabov.pdf?sequence=1) (дата обращения: 07.12.2018).
23. Курзюкова, Ф.В. Обучающий проект – эффективный инструмент формирования компетенций студентов вуза: моногр. /Ф. В. Курзюкова. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. – 146 с.