

Интернет-журнал «Мир науки» ISSN 2309-4265 <http://mir-nauki.com/>  
2017, Том 5, номер 1 (январь - февраль) <http://mir-nauki.com/vol5-1.html>  
URL статьи: <http://mir-nauki.com/PDF/08PDMN117.pdf>  
Статья опубликована 23.01.2017

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Кутрунова З.С., Максимова С.В., Воронов А.А. Опыт преподавания инженерных дисциплин с применением элементов практико-ориентированного подхода «Conceive - Design - Implement - Operate» // Интернет-журнал «Мир науки» 2017, Том 5, номер 1 <http://mir-nauki.com/PDF/08PDMN117.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 378.147

**Кутрунова Зоя Станиславовна**

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Россия, Тюмень  
Доцент кафедры «Строительной механики»  
Кандидат физико-математических наук  
E-mail: kuryata\_zoya@mail.ru

**Максимова Светлана Валентиновна**

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Россия, Тюмень  
Доцент кафедры «Водоснабжения и водоотведения»  
Кандидат технических наук  
E-mail: msv020761@yandex.ru

**Воронов Андрей Александрович**

ООО «Акватехник», Россия, Тюмень  
Директор  
E-mail: teplooo@mail.ru

## **Опыт преподавания инженерных дисциплин с применением элементов практико-ориентированного подхода «Conceive - Design - Implement - Operate»**

**Аннотация.** В статье рассмотрены некоторые применения практико-ориентированного подхода к обучению инженеров направления «Строительство», основанного на стандартах CDIO «Conceive - Design - Implement - Operate». Авторы представили примеры применения современных активных методов обучения и реализация стандартов подхода CDIO в образовательном процессе вуза. Используя интерактивные методы обучения можно развивать у студентов профессиональные компетенции, формировать у будущих инженеров навыки устной и письменной коммуникации. Проектно-организованное обучение повышает мотивацию студентов. Применение активных методов приобретения знаний требует от студентов умственного напряжения на лекции, практическом занятии, лабораторной работе. Они перестают быть пассивными участниками образовательного процесса. При работе над смежными междисциплинарными проектами студенты приобретают важные для инженера компетенции. Выпускники будут уметь планировать, проектировать, производить и применять свои навыки в реальной практике. Представленные примеры применения активных методов обучения в образовательном процессе для формирования профессиональных компетенций у студентов-инженеров, обучающихся по направлению «Строительство» в процессе всего курса обучения в университете могут быть распространены на другие специальности и профили. Авторами статьи подробно разобрана методика проведения практического занятия в интерактивной форме. При работе над смежным проектом студенты моделируют инженерную

деятельность. Комплексное междисциплинарное задание, составленное на основе реальных исходных данных, рассчитано на выполнение его небольшими проектными группами, состоящими из студентов, обучающихся по направлению подготовки «Строительство» по разным профилям подготовки «Городское строительство и хозяйство» и «Водоснабжение и водоотведение». Занятие, проведенное по предложенной методике, способствует формированию у студентов системы профессиональных инженерных компетенций, реализации междисциплинарных связей, выработку навыков межличностного общения.

**Ключевые слова:** практико-ориентированная направленность обучения; активные и интегрированные методы обучения; подход CDIO «Conceive - Design - Implement - Operate»; профессиональные компетенции; смежный образовательный проект; городское строительство и хозяйство; водоснабжение и водоотведение

В настоящее время в образовательном процессе высшей школы меняется парадигма образования. В вузах формируются основные образовательные программы, ориентированные на активное применение выпускниками базовых инженерных знаний в практической деятельности. Инженер должен уметь планировать и проектировать технические объекты, процессы и системы, руководить процессом их создания и эксплуатации. Студенты не просто должны запомнить факты, определения и принципы, а научиться использовать собственные знания при решении конкретных практических задач, активно выбирать методики проектирования и расчетов, оценивать результаты своих расчетов, взаимодействовать и сотрудничать в команде.

Одним из примеров системного и комплексного подхода к проектированию, реализации и оценке качества современных программ базового инженерного образования является концепция CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate - Задумай, Спроектируй, Реализуй, Управляй), которая реализуется в более чем ста университетах мира. Введение подхода CDIO позволит преодолеть противоречие между чрезмерной фундаментальной направленностью подготовки в российских вузах и необходимостью практико-ориентированного обучения в инженерном образовании [14]. Декларируемая цель подхода CDIO: инженер - выпускник вуза должен уметь придумать новый продукт или новую техническую идею, осуществлять все конструкторские работы по ее воплощению (или давать нужные указания тем, кто будет этим заниматься), внедрить в производство то, что получилось. Разработка подхода CDIO началась в конце 1990-х в США как ответ на недовольство работодателей тем, что университетское инженерное образование слишком отделилось от практики. Официально сообщество CDIO появилось в 2000 году, благодаря сотрудничеству Массачусетского технологического университета с тремя шведскими университетами - Технологическим университетом Чалмерса, Линкёпингским университетом и Королевским технологическим институтом. Автором и соучредителем инициативы CDIO является Эдвард Кроули, профессор авиационной, аэрокосмической и инженерных систем MIT. С 2003 по 2006 годы занимал позицию исполнительного директора Cambridge-MIT Institute, CMI. В настоящее время возглавляет Сколковский институт науки и технологий [6].

Сочетание современных педагогических методик и элементов подхода CDIO позволит решить задачу подготовки специалиста «широкого профиля» в соответствии с требованиями ФГОС нового поколения в области техники и технологии. Преподаватели вузов должны формировать у выпускников профильные и творческие компетенции, обеспечивающие способность выпускника осваивать новые предметные области и виды деятельности, которым его непосредственно в вузе не обучали [11]. Необходимые инженерные знания и навыки должны формироваться у студентов в течение всего времени обучения в вузе.

Практико-ориентированный подход к обучению инженеров в вузе, основанный на стандартах CDIO, требует значительных изменений и совершенствования методик

преподавания [5]. Обобщение российского опыта преподавания инженерных и гуманитарных дисциплин и внедрение в российскую педагогическую практику интерактивных форм обучения проведено в работе [13]. Результаты анализа педагогического опыта показывают, что материал, изученный ранее на лекциях и практических занятиях, требует напоминания и иллюстрации в контексте решаемых профессиональных задач [1]. Это можно реализовать, применяя на практических занятиях по дисциплинам профессионального цикла инновационные технологии [4]. Немаловажным для инженеров», в настоящее время относимых к группе социотехнических профессий, является формирование навыков поведения в коллективе, умения решать не только технические задачи, но и социально-психологические [8].

Тюменский индустриальный университет пока не является официальным участником реализации подхода CDIO в России. В 2015 году состоялся первый выпуск бакалавров по профилю подготовки «Городское строительство и хозяйство». После защит квалификационных работ специалистов и бакалавров по профилю «Городское строительство и хозяйство» Государственная экзаменационная комиссия отметила, что при равенстве объема учебных часов и количества дисциплин в учебном плане, которые формируют специальность и профиль подготовки, бакалавры обладают меньшими профессиональными компетенциями. Члены комиссии сделали вывод, что для формирования выпускника имеет значение время обучения, то есть, сколько времени студент «находится в профессии». Выпускающей кафедрой проектирования зданий и градостроительства Тюменского индустриального университета было рекомендовано преподавателям, участвующим в реализации основной образовательной программы, на всех курсах обучения студентов максимально использовать реальные проектные задания, интерактивные методы обучения.

Применение игровых образовательных технологий в преподавании специальных технических дисциплин в вузе способствует приобретению студентами необходимых профессиональных и универсальных компетенций [7]. Использование результатов реализации образовательного проекта «Всемирная инициатива CDIO» позволяет каждому выпускнику применить свой теоретический багаж знаний для решения профессиональных инженерных задач [11]. Такой подход к подготовке бакалавров по профилю подготовки «Городское строительство и хозяйство» уже реализуется в Нижегородском государственном архитектурно-строительном университете [3].

Использование активных методов обучения позволяет вовлекать студентов непосредственно в размышление и процессы решения проблем. Меньше внимания уделяется пассивной передаче информации и больше - вовлечению студентов в управление, использование, анализ и оценку идей. В лекционных курсах применяются дискуссии в паре и небольших группах, демонстрации наглядных примеров, дебаты, вопросы на понимание содержания и обратную связь от студентов относительно изучаемого ими материала. Студенты пробуют себя в ролях, моделирующих профессиональную инженерную деятельность, например, конструирование, моделирование и анализ ситуаций. Преподаватели разрабатывают задания для расчетно-графических и лабораторных работ с учетом формирования необходимых навыков и личностных качеств для успешной профессиональной деятельности студентов. Например, дисциплины «Техническая механика» и «Сопротивление материалов» в образовательных программах бакалавриата и специалитета изучаются на втором курсе. Они относятся к базовой части профессионального цикла, ориентированы на формирование у студентов фундаментальных знаний в области расчетов элементов инженерных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость. Для практических занятий задачи подбираются из реальной инженерной практики с учетом специальности студентов. При обсуждении решений моделируются рабочие ситуации, актуальные для профессионального роста студентов. При решении практических задач студенты учатся делать предположения и определять источники ошибок, объяснять расхождение в результатах, анализировать затраты, проводить

исследования, выбирать расчетную схему - модель, делать выводы из полученных при расчетах данных. Для решения задач на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций при различных видах деформаций студенты используют также знания и навыки, полученные на первом году обучения из ранее изученных курсов математики, физики, теоретической механики. Групповой метод обучения применяется при выполнении лабораторных работ. Студенты учатся работать в команде, сравнивают результаты эксперимента и теоретического расчета, анализируют погрешность вычислений, аргументированно объясняют полученные результаты.

Лекции-визуализации позволяют показать студентам реальные конструкции и их элементы, представить несколько расчетных схем, обсудить и выбрать оптимальную модель для решения задачи. Применяя метод темных пятен на лекции, выявляются пробелы в понимании студентами материала. В конце лекции студенты пишут на листочке, что им было непонятно. Преподаватель анализирует эти записи и отвечает на вопросы в начале практического занятия. Это способствует усвоению материала. В начале каждой лекции проводится тест-пятиминутка. Тест для повторения состоит из небольших практико-ориентированных заданий, чтобы правильно ответить на вопросы теста, недостаточно только воспроизвести полученную на предыдущей лекции информацию, а необходимо применить выученные понятия и формулы в контексте инженерной задачи. Студенты могут пользоваться своими конспектами лекций. После сдачи результатов теста преподаватель объясняет выбор правильных ответов. Быстрое тестирование является одним из видов обратной связи между преподавателем и студентами. Расчетно-проектировочные работы позволяют студентам применить инженерные знания и навыки к самостоятельному решению реальных задач. А публичное решение своей задачи на практических занятиях позволяет представить и объяснить свое решение перед группой, обсудить ошибки и находки при решении сложной проблемы, создать на занятиях дружественную и доверительную атмосферу.

В ходе проектно-внедренческой деятельности студенты должны выполнять задания, приближенные к реальной инженерной практике, оценивать и обобщать результаты, формулировать абстрактные идеи и понятия, проверять их эффективность в процессе активного применения к другим задачам [6]. В реальной практике в проектных организациях требуется взаимодействие специалистов различных направлений и профилей подготовки в составе комплексных отделов, при выполнении частей одного проекта разными отделами и группами. На практике инженеры должны уметь аргументировать принятые решения. При этом необходимы не только дисциплинарные знания, профессиональное мастерство, но и такие компетенции выпускников, определяемые перечнем CDIO Syllabus, как работа в команде и коммуникации [5, 14].

Элементы подхода CDIO на старших курсах могут быть реализованы при решении кейс-заданий, смежных междисциплинарных проектов. Стандарт подхода CDIO «Активные методы обучения» предлагает создать на практическом занятии ситуации для студентов, чтобы они попробовали себя в ролях, моделирующих инженерную деятельность. При реализации стандарта большое внимание должно уделяться вовлечению студентов в генерирование, анализ, оценку и реализацию идей [12]. Одна из реализаций стандарта состоялась на практических занятиях при изучении дисциплин «Основы водоснабжения и водоотведения», «Городские инженерные системы», «Насосные и воздухоудные станции» со студентами профилей подготовки «Городское строительство и хозяйство» и «Водоснабжение и водоотведение». В качестве исходных данных был взят типичный пример из практики проектной организации. Основой для составления задания послужил пример из собственной практики преподавателей, имеющих опыт проектной работы и привлекаемых в качестве экспертов при государственной экспертизе проектов. При организации работы на занятии был использован опыт проведения регионального этапа Всероссийского конкурса по

специальности/направлению подготовки «Водоснабжение и водоотведение» в Тюменском государственном архитектурно-строительном университете и олимпиад в Уфимском государственном нефтяном техническом университете [2]. Разработка заданий на основе реальных проблемных ситуаций региона и отрасли требует ответственного принятия решений, создает условия для формирования междисциплинарных связей [10].

В реальной ситуации была запроектирована канализационная насосная станция на территории Тюменского техникума индустрии питания, коммерции и сервиса при возведении новых зданий на территории образовательного учреждения. Невозможность отвода сточных вод самотеком была связана с необходимостью пересечения трубой сети бытовой канализации шестиполосной улицы Пермякова. При строительстве самотечной сети потребовалось бы перекрытие движения на одной из основных магистралей города на несколько дней. В поперечном сечении улицы находится большое количество инженерных сетей на разных отметках, что также осложняет возведение безнапорной сети. Такие проблемы нередко возникают при развитии застроенных территорий [9]. Ошибки, допущенные при проектировании, строительстве и эксплуатации этого объекта, были разобраны на одном из предшествующих занятий.

Задание являлось смежным проектом. Оно было рассчитано на студентов, обучающихся по направлению подготовки «Строительство» по разным профилям подготовки «Городское строительство и хозяйство» и «Водоснабжение и водоотведение». В проектных организациях эти специалисты будут выполнять разные части проекта. Цель занятия - научить студентов разных профилей подготовки взаимодействовать при выполнении проекта; создать мотивацию для приобретения навыков смежного профиля подготовки. На занятии в аудитории находятся студенты двух групп профилей подготовки «Городское строительство и хозяйство» и «Водоснабжение и водоотведение». Занятие проводится в рамках изучения дисциплин «Основы водоснабжения и водоотведения» или «Городские инженерные системы» (для профиля подготовки «Городское строительство и хозяйство») и «Насосные и воздуходувные станции» (для профиля подготовки «Водоснабжение и водоотведение») в последней трети семестра, когда пройдена большая часть курса. Преподаватель разбивает студентов на группы по 5 - 6 человек и знакомит с заданием. Исходные данные включают: генплан городской территории, на которой располагается техникум, с нанесенными инженерными сетями; исходные данные для проектирования, содержащие сведения о назначении зданий, количестве потребителей, количестве санитарно-технических приборов, глубине промерзания грунта.

При составлении задания учитывалось, что степени владения компетенциями у студентов разных профилей были различными (таблица 1). При этом по каждой составляющей компетенций у студентов одного из профилей степень владения должна быть на уровне обладания навыками.

**Таблица 1**

**Степени владения компетенциями, необходимыми для выполнения проекта**

Составляющие компетенций	Студенты обладают знаниями	Студенты обладают умениями	Студенты обладают навыками
Трассировка сети бытовой канализации в условиях плотной городской застройки	Профиль подготовки «Водоснабжение и водоотведение»		Профиль подготовки «Городское строительство и хозяйство»
Определение расчетных расходов с использованием таблицы суммарного притока	Профиль подготовки «Городское строительство и хозяйство»		Профиль подготовки «Водоснабжение и водоотведение»
Определение расчетных расходов по методике СНиП 2.04.01-85*		Профиль подготовки «Водоснабжение и водоотведение»	Профиль подготовки «Городское строительство и хозяйство»

Составляющие компетенций	Студенты обладают знаниями	Студенты обладают умениями	Студенты обладают навыками
Гидравлический расчет сети бытовой канализации		Профиль подготовки «Городское строительство и хозяйство»	Профиль подготовки «Водоснабжение и водоотведение»
Построение профиля сети бытовой канализации по данным гидравлического расчета		Профиль подготовки «Городское строительство и хозяйство»	Профиль подготовки «Водоснабжение и водоотведение»
Проектирование насосной станции систем водоотведения	Профиль подготовки «Городское строительство и хозяйство»		Профиль подготовки «Водоснабжение и водоотведение»

*Составлено авторами*

Как и в реальном примере, единственная на этом участке городской территории уличная сеть бытовой канализации проходит на противоположной от техникума стороне широкой улицы с разделительной полосой, под которой проходят инженерные сети. Отметки существующей сети канализации подобраны таким образом, чтобы отвод стоков насосной станцией был единственно возможным инженерным решением.

Преподаватель заранее распределяет студентов по группам таким образом, чтобы в каждой группе оказался студент с лидерскими качествами, так как организация работы над проектом требует координации действий всех участников группы, выполняющих разные части проекта. При этом реализуются компетенции стандарта CDIO «Межличностные навыки и умения. Работа и общение в коллективе» [12].

Задание рассчитано на выполнение проекта в течение четырех академических часов с учетом защиты. Участники каждой проектной группы должны проанализировать исходные данные, определить на существующей канализационной сети точки врезки и выполнить трассировку сети водоотведения с учетом пересечения с существующими инженерными сетями и расстояниями до объектов застройки. Учитывая местоположение канализационной насосной станции, студентам необходимо выполнить трассировку напорного трубопровода; определить количество напорных трубопроводов, расчетных расходов и подачи насосной станции двумя способами; выполнить гидравлический расчет сети бытовой канализации; построить профиль сети. С учетом напора канализационной насосной станции студенты должны подобрать оборудование; построить график совместной работы насосов и трубопроводов; проанализировать график и выполнить компоновку оборудования с определением основных размеров станции. Графическая часть завершеного проекта должна включать: сводный план инженерных сетей территории техникума, профиль бытовой сети канализации, чертежи насосной станции.

Студенты на занятии должны быть обеспечены нормативной и справочной литературой, каталогами насосного оборудования, бланками для проведения расчетов. Желательно в каждой группе иметь хотя бы один ноутбук или стационарный компьютер, если занятие проводится в специализированной аудитории.

Преподаватель в ходе выполнения проекта следит за работой групп, корректирует их работу в том случае, если решение принято совершенно неверно. Следует отметить, что при очевидном месте расположения канализационной насосной станции и точке врезки в существующую сеть студенты находят свои оригинальные варианты решения инженерной задачи.

Типичными ошибками студентов являются следующие: при трассировке не выдержаны расстояния между проектируемой сетью и существующими инженерными сетями, объектами

застройки; не уделяется внимания оборудованию для удаления отходов и защите насосного оборудования; насосная станция оказывается неподключенной к электрическим сетям.

При подготовке занятия возникают организационные сложности. Междисциплинарный характер смежного проекта должен быть обеспечен соответствующим помещением для совместной работы и проведения презентации. Преподавателю необходимо найти для занятий аудиторию, которая вмещает две группы. Чтобы две группы разных направлений подготовки оказались в одно и то же время вместе, нужно произвести замену занятий либо учесть возможность проведения занятия в таком формате при составлении заявки на расписание. Теоретический материал должен быть объяснен заранее на лекционных и практических занятиях и закреплен при самостоятельной работе.

По дисциплине «Насосные и воздухоудувные станции» для студентов профиля подготовки «Водоснабжение и водоотведение» достаточное количество часов отводится на практические занятия. Поэтому с ними можно заранее подробно разобрать задачу по проектированию канализационной насосной станции с указанием возможных ошибок и с привлечением примера из практики. Подбор насосного оборудования у студентов этого профиля подготовки сформирован на уровне навыка. Выполнение задания требует от студентов профиля подготовки «Водоснабжение и водоотведение» знаний, умений, навыков, приобретенных в ходе изучения нескольких дисциплин, таких, как «Водоотведение и очистка сточных вод», «Насосные и воздухоудувные станции».

У студентов профиля подготовки «Городское строительство и хозяйство» к концу семестра выполнение трассировки инженерных сетей должно быть сформировано на уровне навыка. Подобные примеры рассматривались на практических занятиях; каждый студент в ходе работы над курсовым проектом выполнял эти действия и согласовывал с руководителем проекта.

У студентов каждого профиля свой набор сформированных навыков. В ходе совместной работы над проектом при создании благоприятной атмосферы устанавливаются коммуникации, студенты разных специальностей взаимодействуют, происходит обмен знаниями и навыками. Студенты профиля подготовки «Городское строительство и хозяйство» должны с помощью студентов профиля подготовки «Водоснабжение и водоотведение» научиться проектировать канализационные насосные станции с погружными насосами, что достаточно часто встречается в практике, особенно в условиях плотной городской застройки. В свою очередь, студенты профиля подготовки «Водоснабжение и водоотведение» должны освоить трассировку внутриквартальных инженерных сетей, что в дальнейшем потребует при проектировании генпланов очистных сооружений. При такой организации занятия студенты активно участвуют в образовательном процессе, они усваивают больше, видят взаимосвязь между ранее полученными и новыми знаниями. На объединенном практическом занятии реализуется еще один стандарт CDIO - «Интегрированное обучение». Студенты получают возможность формировать дисциплинарные знания наряду с личностными качествами и навыками межличностного общения, создания объектов, процессов и систем [6, 11].

Таким образом, при применении современных активных методов обучения и реализации стандартов подхода CDIO в образовательном процессе вуза можно развивать у студентов профессиональные компетенции, формировать у будущих инженеров навыки устной и письменной коммуникации. Проектно-организованное обучение повышает мотивацию студентов. Применение активных методов приобретения знаний требует от студентов умственного напряжения на лекции, практическом занятии, лабораторной работе. Они перестают быть пассивными участниками образовательного процесса.

При работе над смежными междисциплинарными проектами студенты приобретают важные для инженера компетенции. Выпускники будут уметь планировать, проектировать, производить и применять свои навыки в реальной практике.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андреенков, А.А. Использование информационных технологий при изучении технической дисциплины / А.А. Андреенков, А.А. Дементьев // Профессиональное образование в России и за рубежом. - 2015. - №3 (19). - С. 115-119.
2. Жулин, А.Г. Об опыте организации регионального тура международного конкурса по специальности 2908 «Водоснабжение и водоотведение» / А.Г. Жулин, Т.В. Большакова, С.В. Максимова и др. // Тезисы докладов научно-технической конференции ТюмГАСА. - Тюмень: ТюмГАСА, 1996. - С. 147-148.
3. Казнов, С.Д. Государственная аттестация выпускников бакалавриата по профилю «Городское строительство» на основе комплексного задания / С.Д. Казнов, С.С. Казнов // Сборник Великие реки' 15. Труды конгресса 17-го Международного научно-промышленного форума: в 3-х томах. Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. - 2015. - т. 2. - С. 74 - 75.
4. Клявлин, М.С. Применение инновационных технологий в изучении дисциплины «Водоотведение и очистка сточных вод» / М.С. Клявлин, В.Н. Зенцов, И.В. Лапшакова, М.В. Курас // Учебный процесс в вузе в современных условиях: Материалы научно-методической конференции. - Уфа: УГНТУ, 2012. - С. 38-40.
5. Кондратьев, Э.В. Переход Российского высшего образования на стандарты CDIO: содержание, перспективы, проблемы / Э.В. Кондратьев, И.С. Чемезов // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. - 2015. - №3. - С. 41 - 50.
6. Кроули, Эдвард Ф. Переосмысление инженерного образования. Подход CDIO / Эдвард Ф. Кроули, Йохан Малмквист и др. - М: Изд. Дом Высшей школы экономики, 2015. - 504 с.
7. Кутрунова, З.С. Особенности применения игровых образовательных технологий в преподавании специальных технических дисциплин в вузе / З.С. Кутрунова, С.В. Максимова // Молодой ученый. - 2015. - №3 (83). - С. 794-796.
8. Лобанова, Ю.И. Подход к диагностике отдельных компонентов профессиональной психологической устойчивости представителей социотехнических профессий / Ю.И. Лобанова // Вестник гражданских инженеров. - 2015. - №3 (50). - С. 304-312.
9. Малышкин, А.П. Актуальные вопросы развития застроенных территорий / А.П. Малышкин, Ю.А. Тишкова // Водные ресурсы и ландшафтно-усадебная урбанизация территорий России в XXI веке. Сборник докладов XVII Международной научно-практической конференции: в 2-х томах. - 2015. - т. 2. - С. 74 - 78.
10. Молоткова, Н.В. Методическое сопровождение формирования духовно-нравственных основ инженерной природоохранной деятельности / Н.В. Молоткова, Е.А. Ракитина, А.И. Попов // Университет им. В.И. Вернадского. - 2016. - №4 (62). - С. 162-170.
11. Никифоров, В.И. «Всемирная инициатива CDIO» в российском образовании / В.И. Никифоров, Л.В. Черненькая // «Alma mater» (Вестник высшей школы). - 2015. - №3. - С. 8 - 12.
12. Перспективы развития инженерного образования: инициатива CDIO: информ.-метод. изд. / Пер. с англ. и ред. В.М. Кутузова и С.О. Шапошникова. - СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012. - 29 с.
13. Ракитина, Е.А. Проблемы и перспективы использования интерактивных форм обучения в технических вузах / Е.А. Ракитина, А.И. Попов // Университет им. В.И. Вернадского. - 2014. - №1 (50). - С. 65-69.
14. Чучалин, А.И. Повышение квалификации преподавателей в области применения международных стандартов CDIO / А.И. Чучалин, М.С. Таюрская, М.Г. Мягков // Высшее образование в России. - 2014. - №6. - С. 58 - 67.



**Kutrunova Zoya Stanislavovna**  
Industrial University of Tyumen, Russia, Tyumen  
E-mail: kuryata\_zoya@mail.ru

**Maksimova Svetlana Valentinovna**  
Industrial University of Tyumen, Russia, Tyumen  
E-mail: msv020761@yandex.ru

**Voronov Andrey Aleksandrovich**  
LLC «Aquatechnik», Russia, Tyumen  
E-mail: teplooo@mail.ru

## **The experience of teaching engineering disciplines using elements of practice-oriented approach «Conceive - Design - Implement - Operate»**

**Abstract.** In the article some applications of practice-oriented approach to training engineers direction «Civil Engineering», based on the CDIO standards «Conceive - Design - Implement - Operate» are considered. The authors provide examples of the use of modern active learning methods and implementation CDIO standards in educational process of high school. Interactive teaching methods help to develop professional competencies of the students, to develop the skills of spoken and written communication of the future engineers. Project-organized training improves students' motivation. The application of active methods of acquiring knowledge requires students to mental effort in the lectures, practical classes, laboratory works. They cease to be passive participants in the educational process. Students will acquire important competences for the engineer at work on adjacent interdisciplinary projects. Graduates will be able to plan, design, produce and apply their skills in real practice. The examples of application of active learning methods for the formation of professional competences in engineering students enrolled in the direction «Civil Engineering», during the entire course of study at the university can be extended to other professions. The authors detailed parsed the methodology of practical training in an interactive way. Students simulate engineering activities when working on adjacent projects. Complex interdisciplinary task is prepared on the basis of the real baseline data. The task is intended to perform its small project teams, consisting of students enrolled in the direction «Civil Engineering» for different training profiles «Urban Civil Engineering and Municipal Facilities» and «Water supply and sewage». The lesson conducted according to the proposed technique of training contributes to the formation of students' professional engineering competences system, the implementation of cross-cutting relationships and the development of skills of interpersonal communication.

**Keywords:** practice-oriented direction of training; active and integrated training methods; approach CDIO «Conceive - Design - Implement - Operate»; professional competences; adjacent educational project; urban civil engineering and municipal facilities; water supply and sewage