

Проблема формирования холистического мышления будущего инженера

03, март 2015

Гудков В. В.¹, Назарова И. Р.^{1,*}

УДК: 378

¹Россия, МГТУ им. Баумана

[*nazirrad@yandex.ru](mailto:nazirrad@yandex.ru)

Вокруг техники, технологии и инженерной деятельности, как важнейших факторов общественной динамики, актуализируется целый спектр мировоззренческих вопросов. Раскрывая сущность техники как социального феномена, ученые стремятся определить формы и пределы ее воздействия на человеческое бытие с тем, чтобы «снять напряжение» во взаимоотношениях человека с миром, грозящее катастрофами глобального масштаба. Встроенные в современную экономическую модель производства и потребления, современные техника и технологии приносят колоссальную прибыль развитым странам. Вместе с тем абсолютизация экономического роста, в тени которой остается масса не решенных социальных и экологических проблем, все более усиливает неустойчивый характер развития большинства современных государств, проходящих в последнее время череду разнообразных кризисов.

Пожалуй, самым ярким примером может послужить гигантский по своим масштабам рывок Китая, характеризующийся постоянным ростом ВВП даже в условиях мирового кризиса. Однако одним из побочных эффектов данного феномена является катастрофическое загрязнение окружающей среды и ухудшение здоровья населения. Провинция Хэбэй, окружающая агломерацию Пекина с трех сторон, включает несколько активно работающих углесжигающих предприятий. Хэбэй производит стали больше, чем США. В 2014 году 9 из 10 самых загрязненных китайских городов находились именно на территории этой провинции.

Преуспевающая китайская столица Пекин пережила в последние годы несколько длительных периодов экстремального загрязнения воздуха. Так, например, в 2010 году смертоносные частицы PM2.5 унесли 2349 человеческих жизней [1].

Приведенные примеры достаточно убедительно демонстрируют, что обеспечение экономического роста сегодня часто связано с ростом загрязнения и деградацией окру-

жающей среды. В эту же цепочку последствий можно также отнести исчерпание природных ресурсов, нарушение баланса биосферы, изменение климата. Такого рода неблагоприятные факторы влекут за собой ухудшение здоровья человека и ограничивают возможности дальнейшего развития региона, страны и общества в целом.

Совершенно очевидно, что обозначенные проблемы носят глобальный характер и требуют для своего решения привлечения коллективного разума и, соответственно, коллективных практических усилий. Однако хорошо известная максима гласит: «Мысли глобально, действуй локально». По этой причине мы попытаемся дать оценку образовательным ресурсам инженерного сообщества для решения возникших проблем.

Еще в конце 1980-х — начале 1990-х гг. в рамках структур ООН начались поиски новых концептуальных подходов к проблеме развития общества и экономики. Именно тогда родилась идея **устойчивого развития** (sustainable development), которая стала воплощаться в различных широко обсуждаемых моделях [2].

В июне 2012 года в Рио-де-Жанейро состоялась крупнейшая конференция XXI века - «Рио+20». На ней, фактически, подвели итоги двадцатилетних попыток человечества изменить традиционную модель развития общества на модель устойчивого развития. Важнейшими чертами такой экономики являются: эффективное использование природных ресурсов, сохранение и увеличение природного капитала, уменьшение загрязнения, низкие углеродные выбросы, предотвращение утраты экосистемных услуг и биоразнообразия, рост доходов и занятости населения. На конференции с сожалением было признано, что в целом по итогам последних двух десятилетий негативные тренды не только сохранились, но и усилились. Если кратко, то произошло нарушение триединства социально-экономико-экологической модели устойчивого развития.

Для обсуждаемого в этой статье вопроса важно, что в Совместном заявлении экономических и социальных советов и схожих институтов, а также иных представителей гражданского общества Европейского союза и стран БРИКС по Конференции ООН по вопросам устойчивого развития в Рио-де-Жанейро 19 июня 2012 года было особо отмечено следующее: образование и демократизация знаний являются базовыми приоритетами развития, которые должны усилить творческий, инновационный и производственный потенциал, создав условия для устойчивого развития экономики [3].

Роль инженерного образования в решении поставленных задач, бесспорно, огромна. Сошлемся на мнение доктора философии, профессора Дюссельдорфского университета Алоиза Хунинга, который считает, что основной силой общественного прогресса в XXI веке выступает инженер. При этом он утверждает, что этот прогресс не должен идти в разрез с социальными смыслами человеческой деятельности, и призывает инженерию «создавать пространство для действительно достойной человека жизни» [4].

Связь между проблемой устойчивого развития нашей страны и роли в ней инженерии (включая систему подготовки инженерных кадров) осознана уже и на государственном уровне. Правительство РФ в 2015 году приступило к созданию справочников по наилучшим доступным технологиям (НДТ), которыми предприниматели будут пользоваться

при планировании модернизации производства. К 2017 году будет насчитываться 47 таких справочников. Помимо этого создается фонд развития промышленности, через который будут выделяться займы на реализацию инвестиционных проектов по льготным ставкам. Заметим, что «наилучшими» в данном случае считаются технологии, достигающие высокого уровня защиты окружающей среды наиболее эффективным способом. А «доступными» - уже готовые, действующие на предприятиях и пригодные для конкретного производства. Под технологиями же понимается широкий набор средств повышения экологичности производства - начиная с нового оборудования и завершая новыми материалами и методами управления. Другими словами, всем, что позволяет снижать отходы или совершенствовать методы их утилизации, объем вредных выбросов, повышать безопасность, снижать риски аварийности и многое другое [5]. Особо подчеркивается роль инженеров-технологов в реализации этих планов.

С большей долей вероятности можно предположить, что уже в ближайшие годы выпускники нашего Университета будут принимать участие в разработке и реализации наилучших доступных технологий. Однако, успешность и эффективность этого прогноза сопряжена с необходимостью разрешения серьезного противоречия между существующей технической реальностью (сущим) и тем, какой она должна быть (должным). Поэтому, признавая технологии важнейшим фактором прогрессивного развития человечества, недопустимо игнорировать тот факт, что большинство инженеров по-прежнему не осознают этическую составляющую своей профессиональной деятельности. Понимая возрастающую социальную роль инженера, нельзя забывать о необходимости повышения требований к инженерным разработкам.

Инжиниринг оказывается непосредственным инструментом влияния на человеческую жизнь и окружающую среду. Необходимость осознания и осмысления единства системы «природа-общество-культура» требует стимулирования рефлексивной деятельности инженера, вплоть до философского уровня. Особенно это актуально для стадии проектирования технических средств и технологий. Данное требование объясняется тем, что рефлексия направлена на сложное системное образование, связанное, как с предельными основаниями бытия и мышления, так и с миром человеческой культуры в целом [6].

Характеризуя мышление инженера-разработчика, ориентированное на будущее, в качестве одной из основных его характеристик можно выделить холизм, как «понимание широкого или даже глобального, контекста всякой исследуемой проблемы, т.е. умение контекстуализировать знание, а также понимание общих законов интеграции, коэволюции и взаимосогласованного устойчивого развития различных сложных структур в мире» [7]. Именно холистическое мышление, на наш взгляд, способствует осознанию сопричастности инженерной деятельности историческому и социальному творчеству. Однако холистическое мышление не возникает само по себе, и у будущего инженера оно должно формироваться на протяжении всего образовательного процесса в вузе.

Отвечают ли решению указанной задачи такие основополагающие документы как образовательные стандарты, на базе которых строится учебный процесс в вузе? Для ответа на этот вопрос проанализируем содержание ныне действующих Федеральных Государственных образовательных стандартов по подготовке бакалавров и магистров по двум направлениям – направлению 150700 МАШИНОСТРОЕНИЕ и 151000 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ [2,3,4,5]. В контексте решаемой в статье проблемы нас будет интересовать та их часть, где определяются компетенции выпускников. Компетентностный подход, как следует из документов, формулирует результаты образования не только в терминах знания-умения-навыки, но также как готовность выпускника (и уровень этой готовности) осуществлять профессиональную деятельность, взятую в своей синтетической сложности.

По нашему мнению наибольший интерес в данном случае представляют такие общекультурные компетенции бакалавров как « владение целостной системой научных знаний об окружающем мире, способность ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры (ОК-1) » и « целенаправленное применение базовых знаний в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в профессиональной деятельности (ОК-9) » [2,3]. В разделе профессиональных компетенций обращает на себя внимание такая компетенция как ПК-8. Ее суть сводится к умению «применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении » [2,3].

Казалось бы, совокупность вышеперечисленных компетенций может являться залогом формирования холистического мышления и реализации его принципов в процессе профессиональной деятельности выпускника. Но из формулировки компетенции ПК-8 не следует, что разрабатываемые технологии должны однозначно соответствовать принципам устойчивого развития нашей страны. Главное же ощущение, которое возникает в результате анализа профессиональных компетенций выпускника, сформулированных в стандартах [8,9]: в них не прослеживается неразрывная связь между основными этапами жизненного цикла объектов машиностроительного производства – проектно-конструкторский этап, этап производства, этап эксплуатации и сервисного обслуживания, этапы реновации и утилизации. Получается, что все экологические проблемы возникают и должны быть решены на этапе производства изделий, что не соответствует действительности. Для сравнения можно заметить насколько глубже, рельефней сформулирована такая компетенция бакалавра, как «осознание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации (ОК-11) » [8,9].

Формулировки как общекультурных компетенций (ОК – 1,2,3,5), так и профессиональных компетенций (ПК – 8,10, 15) образовательных стандартов подготовки магистров

[10,11] четко указывают на принципиально иной, более высокий уровень мышления и способностей, которые должны будут проявляться в практической деятельности выпускников, освоивших данный уровень подготовки. Так, например, компетентность ОК - 2 предусматривает способность выпускника – магистра к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию при постановке целей в сфере профессиональной деятельности с выбором путей их достижения; компетентность ПК – 8 - способность выбирать оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты производства; компетентность ПК – 10 - способность разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности на предприятии, оценивать инновационные и технологические риски при внедрении новых технологий [10,11].

Казалось бы, совокупность вышеперечисленных компетенций может являться залогом формирования холистического мышления и реализации его принципов в процессе профессиональной деятельности выпускника. Но в формулировке компетенции ПК-8 никак не проявляется ее социально-этическая составляющая и из ПК-8 отнюдь не следует, что разрабатываемые технологии должны соответствовать принципам устойчивого развития нашей страны. Для сравнения можно заметить насколько глубже, рельефней сформулирована такая компетенция бакалавра, как «осознание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации (ОК-11)» [2,3].

Формулировки как общекультурных компетенций (ОК – 1,2,3,5), так и профессиональные компетенций (ПК – 8,10, 15) образовательных стандартов подготовки магистров [4,5] четко указывают на принципиально иной, более высокий уровень мышления и способностей, которые должны будут проявляться в практической деятельности выпускников, освоивших данный уровень подготовки.

Проведенный анализ образовательных стандартов [2,3,4,5] позволяет сделать интересный вывод: осознавать нарушенное триединство социально-экономико-экологической модели устойчивого развития, мыслить холистично и именно на этой базе строить всю свою практическую деятельность способен выпускник, успешно освоивший только второй уровень подготовки в вузе – магистратуру. Но проблема в том, что в образовательных стандартах подготовки бакалавров записано, что «По окончании обучения выпускнику, успешно прошедшему итоговую государственную аттестацию, наряду с квалификацией (степенью) "бакалавр" присваивается специальное звание "бакалавр-инженер"» [2,3]. Следовательно, мышление бакалавра с необходимостью должно быть таким же холистичным, чтобы соответствовать званию инженера.

Практика технических вузов нашей страны, освоивших двухуровневую подготовку студентов, показывает, что далеко не каждый выпускник – бакалавр намерен продолжить свое образование в магистратуре [12]. На основании этого можно сделать вывод, что уже в ближайшие годы основную массу инженерии будут составлять люди, освоившие только

первый уровень высшего профессионального образования – бакалавриат. Это обстоятельство четко указывает на необходимость формирования навыков холистического мышления у студентов буквально с первых семестров их обучения в вузе: только в этом случае можно всерьез рассчитывать на то, что наши выпускники, обладая социально-экологической компетентностью, будут способны на практике эффективно решать задачи по устойчивому развитию экономики страны.

Решать, отмеченную выше задачу в образовательном процессе, по нашему мнению, следует путем перехода на контекстное обучение, основные принципы которого были рассмотрены в нашей предыдущей статье [13]. Важно, чтобы проблемно – ориентированный подход к изучаемому материалу был положен в основу дисциплин, составляющих все учебные циклы: гуманитарный, социальный, экономический, математический и естественнонаучный. Но особую актуальность он приобретает при освоении профессиональных компетенций.

Рассмотрим некоторые темы дисциплины «Технология конструкционных материалов» в русле обозначенной задачи. Хорошо известно, что данная дисциплина формирует некоторый фундамент всей технологической подготовки студентов нашего Университета.

В учебном пособии Третьякова А.Ф. «Технология конструкционных материалов» справедливо отмечается, что « на всех этапах технологического процесса изготовления изделия происходит потребление энергии и загрязнение окружающей среды»[14]. Но говорится об этом важнейшем аспекте изучаемых технологических процессов только во «Введении», а при рассмотрении, например, технологических процессов заготовительного производства указывается, что «выбор метода получения заготовки необходимо осуществлять на основе технического и экономического принципов. ...Из нескольких возможных методов...при прочих равных условиях выбирают наиболее экономичный, а при равной экономичности – наиболее производительный»[14]. Таким образом, экологические проблемы заготовительного этапа остаются не раскрытыми и не учтенными. А ведь технологические процессы производства металлов и получения из них литых заготовок являются наиболее серьезными с точки зрения экологии. Обратим внимание, что при производстве одной тонны отливок из стали и чугуна выделяется около 50 кг пыли, 250 кг оксидов углерода, 1,5-2 кг оксидов серы и азота и до 1,5 кг других вредных веществ (фенола, формальдегида, ароматических углеводородов, аммиака, цианидов); в водный бассейн поступает до 3 кубометров сточных вод и до 6 тонн отработанных формовочных смесей вывозятся в отвалы [15]. Изучение методов литья в контексте обозначенной проблемы позволило бы более аргументировано, рельефно донести до студентов необходимость всемерного повышения качества литых заготовок. Например, путем модифицирования [15], что повышает механические характеристики материала заготовок; отказом от литья в землю, при котором дефектный слой может составлять более 10 мм [14]; переходом к более точным методам литья.

Другим примером использования технологии контекстного обучения является поиск студентами ответа на вопрос о том, почему в машиностроении все чаще отказываются от

чугунного литья в пользу литья из алюминиевых сплавов? Если ограничиваться рамками собственно процесса литья, экономический эффект от такого перехода не очевиден. Но если учитывать, что температура плавления алюминия почти в два раза ниже температуры плавления железа (снижение энергетических затрат) и заготовки из алюминия можно получать литьем по выплавляемым моделям и литьем под давлением (большинство поверхностей таких заготовок не требуют последующей механической обработки), отмеченная выше тенденция получает свое обоснование. Еще больший эффект с точки зрения снижения энергозатрат, повышения размерной точности и сложности форм заготовок дает использование технологии штамповки алюминия в твердожидком состоянии [16]. И, наконец, алюминий может подвергаться регенерации неограниченное число раз без снижения своих эксплуатационных характеристик, причем энергетические затраты на переплавку алюминия составляют лишь 5% от затрат на его производство из бокситов [17]. Это обстоятельство создает прекрасную возможность рассмотрения в рамках изучаемой темы такой насущной экологической проблемы как рециклинг – то есть переработки отходов с целью их повторного использования.

Приведенные выше примеры, хотя и касаются изучения лишь одного метода получения заготовок, иллюстрируют возможные пути трансформации всего учебного материала, составляющего дисциплину «Технология конструкционных материалов».

Таким образом, проблемное обучение в контексте будущей профессиональной деятельности существенно расширяет границы предметности инженерного мышления. Понимая и осознавая важность экологической составляющей при проектировании техники и технологии, оценивая последствия игнорирования этого вопроса, будущий инженер выходит на принципиально иной уровень видения решаемой проблемы в более широкий социально-экономико-экологический контекст.

Список литературы

1. В Китае сняли фильм о смоге. // GISmeteo / новости. Режим доступа: <http://www.gismeteo.ru/news/klimat/13310-v-kitae-snyali-film-o-smoge/> (Дата обращения: 26.02.2015)
2. Бобылев С., Перелет Р. Устойчивое развитие и «зеленая» экономика в России: актуальная ситуация, проблемы и перспективы. (Из сборника «Устойчивое развитие в России», 2012.) // ЭкоДело, 2014. Режим доступа: http://ecodelo.org/rossiyskaya_federaciya/27342-ustoychivoe_razvitie_i_zelenaya_ekonomika_v_rossii_aktualnaya_situaciya (Дата обращения: 26.02.2015)
3. Совместное заявление экономических и социальных советов и схожих институтов, а также иных представителей гражданского общества Европейского союза и стран БРИКС по Конференции ООН по вопросам устойчивого развития Рио-де-Жанейро, 19 июня 2012 года. // Институт устойчивого развития Общественной палаты Российской

Федерации. Режим доступа:

http://www.sustainabledevelopment.ru/upload/File/2012/zayavl_ES_BRICS_19_06_2012.pdf (Дата обращения: 26.02.2015)

4. Хунинг А. Инженерная деятельность с точки зрения этической и социальной ответственности. // Центр гуманитарных технологий: информационно-аналитический портал, 2010. Режим доступа: <http://gtmarket.ru/laboratory/expertize/3132/3141> (Дата обращения: 26.02.2015)
5. [Лабыкин А.](#) Российская промышленность входит в «зеленую зону». // ExpertOnline: электронный ресурс. / Технологии, 12.11. 2014. Режим доступа: <http://expert.ru/2014/11/12/rossijskaya-promyishlennost-vhodit-v-zelenuyu-zonu/> (Дата обращения: 26.02.2015)
6. Власов С. А., Назарова И. Р. Промышленный дизайн как элемент проектной культуры. // Гуманитарный вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. / Гуманитарные науки в техническом университете. / Философские науки, 2014. № 1 (15). Режим доступа: <http://hmbul.bmstu.ru/catalog/hum/phil/159.html> (Дата обращения: 26.02.2015)
7. Князева Е. Н, Курдюмов С. П. Основания синергетики. Человек, конструирующий себя и свое будущее. / № 21. Изд.стереотип./ Серия: "Синергетика: от прошлого к будущему". М: Книжный дом «Либроком», 2011. 264 с.,- С.160.
8. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 150700 Машиностроение (квалификация (степень) бакалавр). // Портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. Режим доступа: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgos/15/20111115151302.pdf> (Дата обращения: 26.02.2015)
9. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 151000 Технологические машины и оборудование (квалификация (степень) бакалавр). // Портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. Режим доступа: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgos/15/20111115151321.pdf> (Дата обращения: 26.02.2015)
10. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 150700 Машиностроение (квалификация (степень) магистр). // Портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. Режим доступа: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgos/42/20110321093446.pdf> (Дата обращения: 26.02.2015)
11. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 151000 Технологические машины и оборудование (квалификация (степень) магистр). // Портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. Режим доступа: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgos/42/20110321093534.pdf> (Дата обращения: 26.02.2015)

12. [Коваленко А.](#) [Разумные инвестиции.](#) // ExpertOnline: электронный ресурс, 02.03. 2015.
Режим доступа: <http://expert.ru/ural/2015/10/razumnyie-investitsii/> (Дата обращения: 02.03. 2015)
13. Гудков В.В., Назарова И. Р. Инженерное образование XXI века. // Инженерный вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана: электронный научно-технический журнал, 2014. №6.
Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/712769.html> (Дата обращения: 02.03. 2015)
14. Третьяков А.Ф. Технология конструкционных материалов. Курс лекций : учебное пособие для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. 327 с. : ил.
15. Корниенко А.Э. Экология литейного производства с точки зрения модифицирования чугунов и сталей. // Исследовательского центра Модификатор (ИЦМ): электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.modificator.ru/ecology.html> (Дата обращения: 02.03. 2015)
16. Семенов Б.И., Куштаров К.М. Производство изделий из металла в твердожидком состоянии. Новые промышленные технологии: учебное пособие для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. 223 с.
17. Экология. // Сайт про алюминий. Режим доступа: <http://www.aluminiumleader.com/Russia/ecology/> (Дата обращения: 02.03. 2015)