

Особенности формирования инженерного мышления при подготовке радиоинженеров в современных условиях

Южный федеральный университет,
Институт радиотехнических систем и управления
Н.И. Мережин, В.П. Рыжов

В статье на основе особенностей инженерного мышления даются рекомендации о направленности, специфике и формах подготовки радиоинженеров.

Ключевые слова: инженер, формально-логическое и интуитивное мышление, проект, индивидуализация обучения, инженерное творчество, радиотехника.
Key words: engineer, formally logical and intuitive thinking, project, individualization of learning, engineering creativity and radios.

Одной из наиболее востребованных инженерных специальностей в современном обществе является специальность радиоинженера. Она может быть представлена в многочисленных формулировках (профилях), но главным остается ее предмет – передача, хранение, обработка информации с помощью сигналов и полей различной физической структуры и диапазонов. Области приложений этой специальности очень широки – связь и измерительная техника, радиовещание и телевидение, медицинская техника и промышленные автоматы, оборонная промышленность и шоу-бизнес и многое другое. В вузах радиотехнического направления давно созданы факультеты и кафедры, накопившие богатый опыт подготовки специалистов, научных исследований и разработок. Вместе с тем, новые социальные и правовые реалии, процессы глобализации и конкурентная среда делают необходимыми поиск новых формы подготовки радиоинженеров, создание новых образовательных программ и технических средств обучения.

Очевидны новые тенденции интеграции, связанные с изменением понимания процесса проектирования, со все более широким переходом от огромных предприятий к малым фирмам, с изменением технологии инженерного труда. Сегодня

проектирование понимается как деятельность, направленная на создание новых объектов с заранее заданными характеристиками при выполнении необходимых ограничений – экологических, технологических, экономических и т.д. В современном понимании в проектную культуру включаются практически все аспекты творческой деятельности людей – этические, эстетические, психологические. Проект в широком значении организует деятельность людей в преобразовании среды обитания, в достижении не только технических, но и социальных, психологических, эстетических целей. Центральным стержнем проектной культуры остается инженерная деятельность, определяющая функциональные и технологические характеристики изделия, объединяющая новое знание, новые представления и образы среды с возможностями материального воплощения нового проекта.

Основные принципиальные решения при проектировании принимаются на системном уровне, когда решаются вопросы выбора структуры технического объекта, физических принципов действия, преобразования потоков вещества, энергии, информации. В радиотехнических разработках это, прежде всего, решение задач сигнального плана – оценка помехоустойчивости, выбор вида сигналов, синтез

алгоритмов оптимальной обработки сигналов. При этом для инженерной разработки существенным является оценка на всех этапах проектирования соотношения ожидаемого результата и затрат ресурсов. В инженерной деятельности результат не может быть достигнут любой ценой, наиболее интересные инженерные решения – те, в которых высокие результаты достигаются при сравнительно малом расходе ресурсов.

Несмотря на многообразие отраслей техники и инженерных специальностей, есть нечто общее, что объединяет все виды инженерной деятельности – это создание техники, направленность на практическую пользу. В отличие от многих других профессий, инженерная профессия требует целостного представления об объекте проектирования, требует владения и формально-логическим и образным мышлением, знания языка формул и языка чертежей и схем, сочетания научного и художественного стилей мышления. Для нового инженерного мышления характерно видение целостности, взаимосвязанности различных процессов, прогнозирование экологических, социальных, этических последствий деятельности. Весьма своеобразна психология инженера, для которой характерно уникальное сочетание формально-логических и интуитивных методов мышления, оперирование знаковой и образной информацией, практическая направленность и высокая степень абстрагирования, использование теоретических и экспериментальных методов работы. Органичное взаимодействие этих типов мышления, левого и правого полушарий, их диалог и составляют суть настоящего инженерного мышления, совершенно необходимы главным конструкторам, руководителям проектов, изобретателям.

Новые тенденции в развитии инженерного дела, новое инженерное мышление требуют существенной корректировки процессов подготовки и переподготовки инженеров, организации проектирования, взаимодействия специалистов различных уровней и отраслей. Главным направлением совершенствования системы

инженерного образования следует признать развитие фундаментального образования, заключающегося в постижении основных закономерностей природы, общества, техники и основных принципов их развития. Этот фундамент образования содержит информацию, инвариантную к изменениям технологий, элементной базы, стандартов текущего времени. Безусловно, фундаментальная составляющая образования должна включать математические и естественнонаучные, общетехнические и гуманитарные, а также специальные знания о выдающихся инженерных разработках в профессиональной сфере.

Для радиотехнического образования фундаментальность подготовки состоит, прежде всего, в должном уровне владения математическим аппаратом и физическими представлениями, основанными на знании и понимании основных законов физики и наличии предметных ассоциаций, связанных со знакомством с конкретными техническими устройствами и системами. Последнее невозможно без развитой лабораторной базы и в отрыве от конкретных технических задач сегодняшнего дня. Следует также отметить, что измельчение учебных планов, наличие в них большого числа мелких курсов в ущерб фундаментальным – основам теории цепей, радиотехническим цепям и сигналам – является существенным препятствием для реализации фундаментальной подготовки радиоинженеров.

Существенным препятствием к подготовке инженеров высокого уровня является переход по большинству специальностей к бакалавриату и магистратуре. Хотя студенты, поступающие в магистратуру, обладают достаточными знаниями для продолжения обучения, но время, проведенное на занятиях бакалаврского уровня, во многом является потерянными, так как недоучки-бакалавры не получают необходимой фундаментальной подготовки.

Акцент на фундаментальности образования не означает свертывания специальной инженерной подготовки в той или иной предметной области. Но в настоящее время появились новые возможности

получения специальной информации с помощью сетевых технологий, на специальных компьютерных тренажерах, путем моделирования. Ввиду быстрого изменения технологий, элементной базы, материалов, приборов часто не имеет смысла знакомить с ними всех студентов, а более рациональным является индивидуальное изучение специальных дисциплин в зависимости от прогнозируемой сферы работы будущего специалиста. Представляется целесообразным в ведущих вузах страны готовить инженеров так же, как в творческих вузах, где в классе профессора индивидуально занимаются несколько студентов разных курсов, причем эти индивидуальные занятия должны занимать основную часть всего времени обучения на старших курсах.

Творческий характер и научного исследования, и инженерной разработки, необходимость их совмещения при современном проектировании размывают грань между исследователем и инженером. Поэтому очевидно, что образование должно быть в значительной мере направлено на развитие творческих способностей школьников и студентов.

В этой связи нельзя не вспомнить об известном высказывании бывшего министра Минобрнауки, а ныне советника президента А.А. Фурсенко, о том, что нам нужны не творцы, а квалифицированные пользователи. Более того, в недавнем интервью он заявил [1]: «Темпы изменений настолько возросли, что мы не то что не успеваем внедрять и использовать инновации, мы не успеваем их осознать». Естественно, что ни инженерное, ни научное сообщества не могут согласиться с таким подходом к российскому высшему образованию. Так, в статье «Воспитание инженерных кадров в России» Л.Б. Хорошавин и Т.А. Бадина пишут [2, с.88]: «Формула прогрессивного образования и воспитания в России – это формирование творческих личностей с высоким уровнем знаний, интеллекта и патриотизма».

Творческий характер инженерной деятельности сделал ее привлекательной для многих миллионов людей. Но в инженер-

ной деятельности, так же, как в искусстве, в науке, талант может проявиться в большей или в меньшей степени. Более того, уникальное сочетание требований к инженерному мышлению приводит к тому, что выдающихся инженеров – уровня Уатта, Тесла, Королева – намного меньше, чем выдающихся поэтов и музыкантов, математиков и естествоиспытателей. Современный инженер в значительной мере исследователь и изобретатель. И чем более глубокие и абстрактные разделы математики и физики используются при разработке новых изделий и технологий, тем более значительные технические и экономические результаты дают инженерные разработки. Так, для разработки новых полупроводниковых приборов и технологий потребовалось широко использовать фундаментальные результаты физики твердого тела, квантовой механики. А разработки цифровых проигрывателей для лазерных дисков потребовали использования новейших методов кодирования, теории сигналов, данных психоакустики.

Широкое применение компьютерных технологий в обучении во много раз расширяет возможности педагогов, но часто сопряжено с излишней формализацией заданий, с отсутствием необходимых чувственных представлений об изучаемых явлениях и объектах. Поэтому компьютерное моделирование не может полностью заменить натурального эксперимента, ознакомления с образцами новейшей техники, с реальным производством. Для инженерного образования и лабораторная база, и практика на предприятиях и в конструкторских бюро остаются необходимыми компонентами. Следует также отметить, что большие надежды, возлагаемые на сетевые технологии получения знаний, не могут быть в полной мере оправданы, поскольку образовательный процесс должен включать личностное общение педагога и обучаемого.

Нельзя не сказать о том, что значительная часть инженерных проектов пока ориентирована на запросы потребительского общества, в то время как в новую эпоху создания информационного общества ак-

цент переносится на овладение человеком культурных ценностей, на развитие самого человека. Поэтому вопросы целеполагания должны стать необходимой частью инженерного образования, и не только декларироваться в общем виде, но и включаться в курсовое и дипломное проектирование, разрабатываться при участии студентов в выполнении реальных проектов. Представляется целесообразным активное участие студентов в подготовке и оформлении технических заданий на разработки любого уровня – от курсовых проектов, до реальных хозяйственных работ, проводимых в вузе.

Необходимость повышения производительности инженерного труда привела к значительной его дифференциации. Сейчас нет просто радиоинженеров – есть инженеры-системщики, инженеры-конструкторы, технологи, дизайнеры и т.д. В то же время, наиболее квалифицированные специалисты (на уровне главных конструкторов и технологов, руководителей проектов, экспертов) должны иметь достаточно полные представления о всем цикле проектирования и эксплуатации проектируемого изделия или системы, иметь широкую техническую и естественнонаучную эрудицию, глубокие математические знания, творческий подход к разработке на всех этапах проектирования. Конечно, при подготовке специалистов такого уровня следует отказаться от идеи поточного обучения, а отбирать и готовить наиболее способных студентов индивидуально. В конечном счете эффект такой подготовки – и социальный, и экономический – огромен, но должны быть выделены необходимые для ее реализации ресурсы как вузу, так и конкретным преподавателям.

Повышается внимание к мотивации обучения и профессиональной деятельности, следствием чего является значительное увеличение роли довузовской подготовки. Абитуриент, поступающий в вуз, должен представлять, в чем состоит инженерная деятельность в избранной предметной области, какие требования предъявляются к современному инженеру, какие существуют проблемы в его

деятельности. Более того, главным, на наш взгляд, является осознанное желание абитуриента заниматься деятельностью в сфере будущей специальности. Без этого невозможно овладение профессией, всеми знаниями, на которых она основана. Для радиотехнических специальностей трудно переоценить участие школьников – будущих студентов – в радиокружках, ознакомление их с радиолюбительской и другой популярной литературой, связанной с будущей специальностью.

Невозможность расчленения процесса современного проектирования на отдельные фрагменты, выполняемые узкими специалистами, требует расширения рамок профессионального инженерного образования, создания у каждого молодого специалиста такой картины мира, в которой бы были представлены все аспекты современного гуманитарного, естественнонаучного и математического знания. При этом все эти разноплановые знания должны представлять систему с четким соподчинением отдельных представлений на основе целеполагания. Актуализация всей этой информации, активное владение ею возможны при синтетической деятельности, к которой может быть отнесено курсовое и дипломное проектирование. Наиболее эмоциональное и эффективное использование знаний достигается в совместной деятельности студентов и специалистов – в творческих инженерных коллективах (СКБ, НКБ, проблемных лабораториях), в совместных с руководителем научных исследованиях, в участии в семинарах, конференциях различного уровня. Весьма эффективно общение специалистов разного уровня и профиля с помощью Интернета, создание на кафедрах совместных преподавательских и студенческих сайтов, связанных с новыми разработками и исследованиями.

Инженерная деятельность как особое искусство, то есть как совокупность неформализуемых приемов, умений, как синтетическое видение объекта творчества, как неповторимый и личностный результат проектирования требует специфического подхода, основанного, пре-

жде всего, на личностном взаимодействии учителя и ученика. Этот аспект подготовки инженера-творца также невозможно реализовать лишь в форме академических занятий, требуется выделение специального времени на общение студента и руководителя творческой индивидуальной работы. К сожалению, в учебных планах современных вузов отсутствуют учебные дисциплины, в которых бы студентов обучали самому главному творческому акту – замыслу, поиску проблем и задач, анализу потребностей общества и путей их реализации. Частично этот пробел может быть восполнен учебными исследовательскими работами, научно-исследовательской работой студентов и другими формами выхода за рамки обычных занятий (естественно, при неформальном подходе к этим видам работы).

Так, в Таганрогском институте радиотехнических систем и управления Южного федерального университета (ИРТСУ ЮФУ) большой интерес студентов вызывают курсы «Компьютерный синтез звуков и электромузыкальные инструменты», «Компьютерная видеографика». Сочетаются естественнонаучные и гуманитарные знания в курсах «Психофизиологические основы аудиовизуальной техники», «Наука и искусство в инженерном деле» [3].

Эффективным средством повышения наглядности важнейших преобразова-

ний сигналов и алгоритмов их обработки являются пакеты программ графического программирования, в частности, *Lab VIEW* [4]. Развитие образных и физических представлений у будущих инженеров невозможно без работы над конкретными техническими задачами и проектами. Ознакомление одного из авторов этой статьи с постановкой инженерного образования в США свидетельствует о важности выполнения индивидуальных и групповых проектов на разных этапах обучения в виде конструктивно законченного и работающего устройства.

В отличие от А.А. Фурсенко, мы считаем, что в результате обучения в вузе у молодого человека должна сформироваться некоторая картина мира, в которой имеется общее для всех современников ядро культуры, современные естественнонаучные представления, непрерывно пополняемые специальные знания, критично воспринимаемая информация об общественных процессах, самобытные и индивидуализированные личностные качества. Если эта картина мира будет динамичной, постоянно совершенствующейся, если не будет ослабевать творческий импульс, то главная задача вуза – образование *творческой личности* – будет выполнена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Медовников, Д. Научные нужды страны // Эксперт. – 2014. – № 11. – С. 72-76.
2. Хорошавин, Л.Б. Воспитание инженерных кадров в России / Л.Б. Хорошавин, Т.А. Бадина // Инж. образование. – 2014. – № 14. – С. 87-89.
3. Рыжов, В.П. Наука и искусство в инженерном деле / В.П. Рыжов. – Таганрог, 1995. – 119 с.
4. Федосов, В.П. Цифровая обработка сигналов в *LabVIEW*: учеб. пособие / В.П. Федосов, А.К. Нестеренко. – 2-е изд. – М., 2012. – 536 с.

Опыт формирования инженерного мышления выпускников института машиностроения в ТГУ

Тольяттинский государственный университет,
Институт машиностроения

В.В. Ельцов, Е.Н. Почекуев, А.В. Скрипачев

Творчество инженера в рамках современного машиностроительного предприятия трудно представить без применения систем автоматизированного проектирования. САПР являются не только инструментарием инженера, но и определяют парадигму современного инженерного мышления, основополагающим базисом которой, является визуализация геометрии объектов, созданных изобретателем и моделирование процессов функционирования в которых они задействованы. Обучение технологиям применения САПР на практике, как показывает опыт высшей школы, требует нового подхода к процессам воспитания высококвалифицированных инженерных кадров. Одно из решений этой задачи продемонстрировано на примере Института машиностроения Тольяттинского государственного университета.

Ключевые слова: САПР, CAD/CAM/CAE, PLM, электронная модель, программное обеспечение, IT-технологии, технология обучения, учебный процесс, инженерная деятельность.

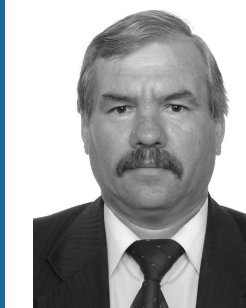
Key words: CAD, CAD / CAM / CAE, PLM, electronic model, software, IT- technology, educational technology, educational process, engineering activities.

Любые виды инженерной деятельности предусматривают умение самостоятельно ставить и решать новые задачи, отыскивать новые конструкторско-технологические решения на уровне изобретений, а также умение реализовывать задуманное технологическое решение или конструкцию путем его моделирования на компьютере с помощью современного программного обеспечения. За счет этого обеспечивается повышение качества продукции, достижение мирового уровня объектов технической культуры, всесторонняя интенсификация процессов и экономия ресурсов.

Современные требования к профессиональным инженерам предусматривают наличие у них таких компетенций, как способность планировать, проектировать, производить, применять какой-либо объект или технологию. Для того, чтобы выпускник вуза приобретал хотя бы в зачаточном виде такие ком-

петенции необходимо, чтобы учебный процесс был построен не только на решении теоретических и практических задач, для которых уже имеется готовая постановка задачи и дается способ ее решения в виде четкого алгоритма (хотя это тоже важно), но также и на проектных методах обучения. Как пример современной образовательной технологии можно привести проектно-ориентированный метод (CDIO), декларируемая цель которого: «...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» [1].

Для того, чтобы можно было успешно реализовать такой метод обучения необходимо, чтобы в учебном плане для освоения студентами было обязательно



В.В. Ельцов В.В.



А.В. Почекуев



А.В. Скрипачев