

УДК 37.013.46

ПОДГОТОВКА ИННОВАЦИОННЫХ ИНЖЕНЕРОВ

О. Л. Фиговский,

академик Европейской академии наук и РААСН, президент IAI (Israel)



С позиции системного анализа рассмотрены вопросы подготовки инновационных инженеров. Предложены профессиональные модели инновационного инженера на основе анализа его деятельности.

Ключевые слова: системный анализ, инновационный инженер, 6-й технологический уклад.

По определению учёных-экономистов современное мировое промышленное производство находится в середине периода доминирования пятого и начала реализаций от-

дельных научных направлений шестого технологического укладов. Процесс реализации VI технологического уклада предполагает выход на такой уровень развития техносферы, который

бы ещё полвека назад в отдельных фрагментах мог бы украсить сюжеты научно-фантастических произведений. Совершенствование существующих и разработка множества новых научно-технических направлений происходит в условиях всё нарастающего усложнения технических объектов и технологий. Это приводит к увеличению интеллектуальных и материальных затрат на прикладные исследования и опытно-конструкторские разработки. Материальные затраты на реализацию конкретного проекта, как и его успешное завершение, определяются в значительной степени качественным уровнем его исполнителей.

В разработке и реализации нововведений всегда принимают участие учёные и инженеры. Если инновационный проект связан с созданием приборов и оборудования, то к составу исполнителей добавляются высококвалифицированные рабочие. Учёные являются работниками научной сферы, а инженеры представляют технику и технологии. Согласно определению, наука есть знание, базирующееся на наблюдаемых фактах и проверяемых истинах, обобщённых в виде упорядоченных систем, которое может быть передано и подтверждено другими специалистами. В отличие от науки деятельность инженера — это креативное приложение научных принципов к планированию, созданию, управлению, эксплуатации, руководству или работе систем, которые должны улучшать нашу повседневную жизнь. Короче говоря, если учёные исследуют природу с целью постижения её законов, то инженеры применяют уже известные науке законы и принципы для разработки экономических решений технических проблем. Работа инженера является самостоятельным видом трудовой деятельности, отличающейся от деятельности научных работников и рабочих. В триаде «учёный — инженер — рабочий» именно инженер является центральной фигурой научно-технического прогресса. Свидетельством этому является постоянно увеличивающаяся доля инженерного труда в реализации современных технических объектов. Это объясняется постоянным усложнением новой техники и технологий. Преобладание в промышленности недалекого будущего гибких автоматизированных производств и заводов-автоматов существенно сократят труд и количество рабочих. Что же ка-

сается инженеров на предприятиях и фирмах развитых стран, то их количество будет возрастать. Это связано с жёсткой конкуренцией во всех отраслях промышленности, обуславливающей в настоящее время и в будущем потребность в постоянном инновационном процессе, осуществляемом в основном в рамках инженерной деятельности [1].

Потребность в разработке перспективных технических систем и технологий, основанных на использовании в различных сочетаниях многочисленных физических, химических, биологических, математических и информационных законов, принципов, эффектов и моделей, определяет соответствующие требования к уровню квалификации и творческому потенциалу инженеров. Формирование этих требований производится на базе модели специалиста — построенного и общественно признанного образа специалиста в области конкретной деятельности. В данном случае профессиональной модели инженера. Эта модель представляет собой приемлемый для конкретной профессиональной среды идеальный конечный результат образовательного процесса, в результате которого общество получает специалиста с необходимой для современного и перспективного уровня научно-технического прогресса квалификацией.

Построение модели инженера является сложным и неоднозначным процессом. Эта сложность определяется тем, что существует несколько десятков инженерных специальностей. В рамках одной инженерной специальности может быть несколько направлений деятельности. Чаще всего этими направлениями являются инновации (нововведения), производство и обслуживание. Кроме этого, в каждой из развитых стран существует система предъявления требований к качеству инженерной подготовки и признанию инженерных квалификаций. Такие системы реализуются в каждой стране национальными, как правило, неправительственными профессиональными организациями — инженерными советами, имеющими в своем составе органы по аккредитации образовательных программ и сертификации специалистов. Наиболее авторитетной в Соединенных Штатах и во всем мире профессиональной организацией, занимающейся оценкой качества инженерных образовательных программ в университетах является

Accreditation Board for Engineering and Technology USA — Совет по аккредитации в области техники и технологий (*ABET*). В критериях *ABET*, определяющих модель инженера, сформулированы обязательные общие требования к выпускникам университетов, освоившим инженерные программы [2]. В соответствии с этими требованиями в результате обучения выпускники должны приобретать способность:

- применять естественнонаучные, математические и инженерные знания;
- планировать и проводить эксперименты, анализировать и интерпретировать данные;
- проектировать системы, их компоненты или процессы в соответствии с поставленными задачами;
- работать в коллективе по междисциплинарной тематике,
- формулировать и решать инженерные проблемы;
- осознавать профессиональные и этические обязанности;
- эффективно общаться;
- демонстрировать широкую эрудицию, необходимую для понимания глобальных и социальных последствий инженерных решений;
- понимать необходимость и уметь учиться постоянно;
- демонстрировать знание современных проблем;
- применять навыки и современные инженерные методы, необходимые для инженерной деятельности.

Похожие и дополнительные требования к квалификации инженера существуют в подобном рода перечнях национальных советов и других стран. Вне всякого сомнения, каждое из предъявляемых требований важно для формирования профессионального статуса инженера. Однако возникает вопрос о том, как в ограниченном, как правило, шести годами университетском сроке обучения сформировать у будущего специалиста все обозначенные способности на приемлемом или высоком уровне. По целому ряду профессиональных умений за этот период возможно лишь достижение начального квалификационного уровня, который принято считать репродуктивным. Последующие уровни — прикладной и продуктивный достигаются в процессе

практической деятельности путём самостоятельного освоения недостающих знаний с периодическим прохождением специализированных курсов в сформированной системе последипломного образования.

Репродуктивный уровень обучения основывается на словесном, наглядном и практическом методах обучения, с помощью которых у будущего инженера формируется базовая система знаний, которая закрепляется в основном путём практических занятий, производственных практик, курсовых и лабораторных работ. Дипломный проект, завершающий процесс университетского образования, является действенным фактором интеграции полученных знаний, развития системного мышления и некоторой самостоятельности в принятии решений. Однако единственный проект, выполненный под надзором и с коррективами руководителя выпускной работы, не может вывести молодого специалиста за рамки начального квалификационного уровня. В начале своей карьеры молодой специалист с репродуктивным квалификационным уровнем работает под руководством более опытного коллеги и не принимает окончательных технических решений.

Прикладной квалификационный уровень предполагает активное и творческое применение полученных в период обучения знаний для решения задач в рамках полученной специальности и в направлениях инженерной деятельности, связанной с производством и обслуживанием. В условиях производства критериями достижения прикладного квалификационного уровня являются способности специалиста эффективно и самостоятельно решать возникающие производственные проблемы, связанные с заменой компонентов, материалов, частичным изменением конструкции изделия, разработкой и корректировкой технологических процессов. В сфере обслуживания достижение профессиональной зрелости проявляется в самостоятельном решении проблемных задач, связанных в основном с обслуживанием, ремонтом и модернизацией существующих технических систем, приборов и механизмов.

Продуктивный квалификационный уровень достигается инженером, который в процессе разработки новых технических объектов способен решать сложные проблемные задачи

на изобретательском уровне. Создание принципиально новых систем, приборов и машин на современном уровне очень часто требует выхода за пределы традиционных научно-технических направлений. Сложные технические устройства весьма редко бывают чисто механическими, электронными или оптическими. Например, значительная часть приборов для химико-биологических исследований или для медицинского применения представляют собой конструктивное сочетание различного рода сенсоров, электромеханики, оптики, аналоговой электроники с микропроцессорным внутренним управлением и с подключением к компьютеру или компьютерной сети через стандартные или беспроводные интерфейсы. Естественно, что разработка подобных и значительно более сложных технических объектов, а также материалов и технологий в будущем требует прежде всего от инженера-разработчика знания своей и смежных областей техники и изобретательского стиля мышления при высоком образовательном уровне в области точных наук.

Из всего многообразия требований к инженерам вообще и к инновационным инженерам в особенности основными следует считать развитый механизм принятия технических решений на изобретательском уровне и способность находить необходимую информацию и самообучаться [3]. Именно эти качества являются базовыми для продуктивной трудовой и творческой деятельности инженера в качестве исполнителя. Не отрицая важности таких качеств инженера, как умение общаться и убеждать, создавать и поддерживать атмосферу творчества и приятельских отношений в коллективе, демонстрировать знание и понимание современных проблем, следовать правилам профессиональной этики, а также целого ряда других надстроечных качеств, необходимо выделять, серьёзно обеспечивать и стимулировать развитие базовых умений, главным из которых является изобретательский (инновационный) стиль мышления, формируемый на ранее развитых с детства мыслительных способностях.

Способностью мыслить человек обязан матери-природе так же мало, как и богу-отцу. Природе он обязан мозгом — органом мышления. Умение же мыслить является продуктом воспитания и образования, нормальным результатом

развития нормального в биологическом отношении мозга. В этом контексте немецкий философ Карл Ясперс сказал: «Большинство людей думать не умеют, потому что чихать и кашлять человек может с рождения, а думать его надо учить». Процесс мышления у культурных в логическом отношении людей, в том числе учёных, творческих работников, инженеров и изобретателей, базируется на таких мыслительных операциях, как анализ, синтез, сравнение, обобщение, классификация, конкретизация и абстракция. С их помощью осуществляется проникновение в глубь той или иной стоящей перед человеком проблемы, рассматриваются свойства элементов, составляющих эту проблему в их взаимосвязи и находится решение задачи. Формирование мыслительных способностей должно являться обязательным процессом обучения, начиная с детского сада. Освоение операций мышления должно происходить в процессе повседневного учебно-воспитательного процесса в учебных заведениях разного уровня путём решения учебных и практических задач в области точных наук, логики, психологии, техники и т. д.

Например, для задач и проблемных ситуаций, где требуется мысленное расчленение сложного объекта на составляющие его части, применяется такая операция мышления, как анализ. В теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) на анализе базируются многие приёмы устранения технических противоречий, к примеру, принцип дробления, принцип вынесения, принцип местного качества и др. При обратном процессе объединения составных частей будущей системы в единое целое используется такая мыслительная операция, как синтез. Операции мышления лежат в основе и других изобретательских методов.

Практически весь учебный процесс, связанный с инженерной подготовкой, должен происходить в неразрывной связи с формированием системного мышления, базирующегося на всём многообразии мыслительных операций, форм и способов мышления. В отличие от операций мышления, формы мышления — это формальные структуры мыслей. Психологи различают три формы мышления: понятие, суждение и умозаключение. На основе понятий и суждений осуществляются умозаключения, которые бывают индуктивными, дедуктивными и по аналогии.

В свою очередь, аналогии бывают прямые, субъективные, символические и фантастические. Благодаря аналогиям, например, утвердившиеся способы постановки и решения задач в различных отраслях человеческого знания могут быть взаимно использованы. В этом отношении весьма показательным является утверждение Альберта Эйнштейна о том, что в поисках постановки новых сугубо физических проблем он исходил из анализа переживаний героев Ф.М. Достоевского. Принципы решения жизненных задач, поставленных и сформулированных Ф.М. Достоевским в художественной литературе, А. Эйнштейн сумел использовать для постановки целей и решения совершенно новых проблем в физике, которые в конечном итоге вылились в теорию относительности.

В перечне изучаемых дисциплин большинства колледжей и университетов отсутствуют предметы, обучающие студентов инженерных специальностей основным умениям инновационного инженера. Это связано с дефицитом учебных часов и сложившейся системой обучения в данных учебных заведениях. Эти причины не позволяют выделить в отдельную дисциплину разделы, назначение которых заключается в практическом применении получаемых знаний, в развитии творческого и системного мышления, творческого воображения, в обучении анализу и синтезу систем, системному инжинирингу, методам постановки и решения изобретательских задач.

Такая потребность уже давно назрела и требует в дополнение к необходимым учебным часам подготовку и выпуск специальных инженерно-педагогических кадров высокой квалификации с опытом практической работы в качестве инновационных инженеров. Задача этих инженеров-педагогов будет состоять в интеграции и интерпретации полученных студентами знаний для целей решения учебных инженерных задач и выполнения реальных проектов. Кроме этого, необходима модернизация учебных программ и методик преподавания, а также их адаптация к потребностям данного аспекта инженерной подготовки. Суть этой модернизации заключается в более полном использовании дидактического потенциала каждой изучаемой темы и решаемых в качестве примеров задач в различных предметных областях.

В определённой мере эту проблему решает авторский метод, позволяющий значительно повысить коэффициент полезного действия образовательного процесса в направлении расширения междисциплинарного кругозора и развития системного мышления. Основой метода является принцип двумерного обучения (4). Вертикальная составляющая учебной программы строится на базе логического структурирования учебного материала в пределах изучаемой предметной области, где предыдущие темы являются базовой основой для последующих. Процесс обучения идёт последовательно вертикально вверх, т.е. от простого к сложному. В рамках горизонтальной составляющей для каждой из тем определяется её место в существующем междисциплинарном пространстве (системе знания) и приводятся примеры её инженерного использования в своей и других предметных областях.

Приведём простые примеры реализации двумерной модели обучения.

ПРИМЕР 1

Физика. Электротехника. Закон Ома. Базовые понятия, сформированные в предыдущих темах: электродвижущая сила, электрическое сопротивление, электрический ток (электротехника), обратная пропорциональная зависимость (математика). Вертикальная составляющая обучения: разъяснение физической сущности закона и решение задач на нахождение неизвестного значения из триады параметров (напряжения, сопротивления или тока).

Горизонтальная составляющая обучения включает:

а) перечень и аннотацию практических задач, базирующихся на теории линейных электрических цепей и требующих для их решения использования закона Ома (расчёт поперечного сечения проводов электросети и обмоточных проводов электрических машин, выбор предохранителей, расчёт нагревательных элементов, расчёт добавочных сопротивлений и шунтов для измерительных цепей и др.);

б) формулирование и разъяснение законов-аналогов (изоморфизмов) с общей семантической и математической моделью:

- закон Ома для магнитной цепи;
- закон Ома для пневматического и гидравлического контуров;

— закон Ома для механических приводов (трансмиссий);

— закон Ома для подвижного железнодорожного состава и др.

в) представление закона Ома для электрической цепи как частного случая реализации общего закона воздействия движущей силы на физические объекты;

г) формулирование вывода общего закона воздействия движущей силы на физические объекты (междисциплинарного определения закона Ома):

«Результат воздействия движущей силы на какой-либо физический объект (тело или частицу) прямо пропорционален величине этой силы и обратно пропорционален величине сопротивления оказываемого этому объекту при его движении»;

д) определение движущих сил: направленной механической, вращающего момента, гидравлического, пневматического (газового), осмотического и светового давлений, электродвижущей силы (ЭДС), магнитодвижущей силы (МДС) и др.;

е) определение видов сопротивлений: электрическое, магнитное, аэро- и гидродинамическое, трения качения и скольжения и др.;

ж) определение противодействующих сил и их отличие от сопротивлений.

ПРИМЕР 2

Начала алгебры.

Задача 1. Из города А в город Б навстречу друг другу одновременно выехали два автомобиля. Один из автомобилей может пройти расстояние между этими городами за «а» часов, а второй — за «b» часов. Через какое время они встретятся?

Базовые понятия: меры длины и расстояния, время, скорость.

Решение:

$$t = a \cdot b / (a + b).$$

Задача 2. Два маляра, начав работу одновременно, должны покрасить помещение. Один из них может выполнить всю работу за «а» часов, а второй — за «b» часов. Через какое время они завершат работу?

Базовые понятия: меры площади, время, производительность труда.

Решение:

$$t = a \cdot b / (a + b).$$

Задача 3. Два электрических сопротивления (резистора) включены параллельно. Один из них имеет сопротивление «а» Ом, а второй — «b» Ом.

Каково их общее сопротивление?

Базовые понятия: сопротивление, проводимость.

Решение:

$$r = a \cdot b / (a + b).$$

Прежде всего учащиеся или студенты должны решить эти задачи самостоятельно. Затем они должны объяснить, почему задачи, имеющие отношение к механике, экономике и электротехнике, имеют одно и то же решение (единую математическую модель). Далее можно обобщить при активном участии обучаемых, что подобные задачи с этой же математической моделью можно сформулировать для многих других предметных областей и все они могут быть объединены одним определением: «Если два (или более) производительных фактора, включившись в процесс одновременно, работают на достижение совместного конечного результата, то время достижения этого результата равно обратной величине суммы их производительностей».

Важным моментом в реализации дидактического потенциала данных задач является разъяснение двух противоположных понятий: производительности и сопротивления. Производительность легкового автомобиля — это его скорость, т.е. пройденный километраж за единицу времени. Производительность труда — это объём проделанной работы за единицу времени. Производительность резистора — это его проводимость (величина обратная сопротивлению), как параметр, определяющий величину проходящего через него тока. Далее необходимо перечислить и разъяснить сущность семантически родственных при реализации математических моделей параметров: производительности труда, производительности технологического оборудования, электрического тока, магнитного, теплового, воздушного, гидравлического, транспортного, информационного и др. потоков. Сопротивление движению автомобиля — это совокупность факторов

(трение, аэродинамическое сопротивление), которые необходимо преодолевать и которые не дают возможности автомобилю двигаться со скоростью света. По условию задачи 1 величины «а» и «b» — сопротивления движению, ибо если бы они равнялись нулю, то автомобили покрыли бы расстояние между городами мгновенно. Сопротивлением (мешающими факторами) процессу производства (задача 2, величины «а» и «b») являются его ограниченные технологические возможности, неорганизованность производства и исполнителей, неблагоприятные условия труда, усталость, отвращение к работе и др. При отсутствии факторов сопротивления процессу производства конечный результат работы получают тотчас же. Сопротивление резистора (задача 3, величины «а» и «b») — это свойство материала, из которого он изготовлен, препятствовать прохождению электронов. При отсутствии электрического сопротивления в электрической цепи, содержащей источник электродвижущей силы, ток равен бесконечности. Таким образом, если говорится о достижении некоего результата за определённое время, то речь идёт о величине, имеющей размерность сопротивления. При этом следует сказать, что величина электрического сопротивления, в свою очередь, связана с временным фактором. Она численно равна времени, за которое электрический заряд величиной в 1 кулон пройдёт через резистор с определённым сопротивлением при приложенной постоянной величине электродвижущей силы в 1 вольт.

Двумерная дидактика, как и приведенные примеры её реализации, активизирует мышление, выводит обучаемого за рамки изучаемого предмета и позволяют осуществлять ассоциативную связь с существующей системой знания в различных её вариациях и ракурсах. У студента с развитым мышлением, приученного к интердисциплинарному восприятию изучаемых предметов, вызовет интерес, а не отрицательные эмоции предложение вывести общий случай закона Ома для велосипедной цепи или сформулировать первый закон Ньютона в психологической интерпретации. Именно такие «незаторможенные» студенты становятся инновационными инженерами, востребованными всюду, где необходимо решать «нерешаемые» задачи. Одной из таких организаций является DARPA — Агент-

ство передовых оборонных исследовательских проектов (США). Этой структуре, к примеру, требуются исполнители с развитым творческим воображением и нетривиальным стилем инженерного мышления для того, чтобы:

- создать костюм, обеспечивающий защиту от вражеского огня и плохой погоды, излечивающего раны и на порядок увеличивающего возможности человека;

- сделать бойца и технику невидимыми для противника во всех диапазонах электромагнитного спектра и при этом видеть противника во всех диапазонах сразу;

- заглянуть за горизонт, а также сквозь воду, землю и стену;

- создать летающий автомобиль и летающую подлодку, а также беспилотник, находящийся в воздухе месяцами или годами и т.д.

Для решения подобных задач необходимы творческие способности, которые должна развивать и воспитывать современная система инженерного образования. Для этого требуются существенные изменения в её методологической основе.

Идея многомерности в обучении не нова. Ещё Рене Декарт, известный французский математик, философ, физик и физиолог, в своих афоризмах отмечал: «Все науки настолько связаны между собою, что легче изучать их все сразу, нежели какую-либо одну из них в отдельности от всех прочих». И ещё: «Высказывания мудрецов могут быть сведены к очень небольшому числу общих правил». Это значит, что существует некоторое, относительно небольшое, количество элементов системы знания, которые в различных сочетаниях и взаимосвязях могут образовывать значительно большее количество подсистем (предметных областей). К элементам системы знания относятся законы, теоремы, аксиомы, правила, принципы, эффекты, математические и семантические модели. Из них, как из кирпичиков, состоят отдельные дисциплины. Одни и те же элементы системы знания в неизменённом или модифицированном виде могут входить в разные подсистемы — предметные области. Это же подтверждает принцип изоморфизма, основанный на том, что различные по природе и одинаковые по свойствам и характеру многочисленные группы явлений и процессов имеют одинаковые

формально-математические описания. На этом системном качестве основывается метод двумерного обучения, главным принципом которого является ассоциативная привязка изучаемого материала и выполняемых заданий к другим предметным областям и к решению практических задач в рамках изучаемой дисциплины.

Метод двумерной дидактики существенно расширяет профессиональный кругозор учащихся и студентов и в немалой степени определяет их профессиональную мобильность в будущей деятельности. Профессиональная мобильность — это способность и готовность специалиста достаточно быстро и успешно адаптироваться к новым технологическим условиям путём освоения новой техники и технологий, приобретать недостающие знания и умения, а также способность переключаться на другой вид деятельности. Профессиональная мобильность предполагает высокий уровень обобщённых профессиональных знаний, основанных на интердисциплинарных представлениях и практической применимости математических моделей, физических, химических, биологических и информационных законов, правил, принципов и эффектов. В условиях быстрого изменения техники и технологий профессиональная мобильность является важным компонентом квалификационной структуры (модели) инженера.

Высокий образовательный уровень, а также сформированные мыслительные способности позволяют в конечном результате решить ту или иную проблему, но отнюдь не гарантируют отсутствие системных ошибок в её решении, которые необходимо впоследствии исправлять. Если разработчик или группа разработчиков руководствуются только лишь своим индивидуальным или групповым опытом системной разработки, то неизбежны ошибки, которые могут повлиять на жизнеспособность разрабатываемого проекта. Индивидуальный опыт далеко не всегда учитывает все возможные влияющие факторы в разнообразных условиях их проявлений, которые необходимо принимать во внимание при проектировании. Это важно потому, что совокупность учитываемых факторов определяет не только качественные критерии проектируемой системы, но и последствия её последующего

внедрения. Положительный и отрицательный опыт разработок инженерных проектов и их реализаций позволил создать унифицированные подходы для поддержки жизненного цикла проектируемых систем от концепции и разработки до производства, эксплуатации и утилизации. Эти подходы, названные *системным инжинирингом*, позволяют разрабатывать сложные наукоёмкие системы при наличии множества ограничений: конструктивных, технологических, экономических, эргономических, по безопасности, надёжности, электромагнитной совместимости, климатических, экологических и др. Системный инжиниринг — целостный, ориентированный на проектируемое изделие подход, отвечающий за создание и выполнение процессов, охватывающих различные инженерные дисциплины и обеспечивающих удовлетворение нужд заказчиков и непосредственных пользователей изделия. Такой подход осуществляется за счет использования методов достижения высокого качества и надёжности, стоимостной эффективности и соответствия расписанию проекта или программы на протяжении всего жизненного цикла системы.

Таким образом, инновационный инженер — это инженер продуктивного квалификационного уровня, обладающий сформированным механизмом принятия инновационных решений в своей и связанных с ней областях науки, техники и технологий. Базовой основой этого уровня квалификации прежде всего являются качественный уровень образования в области точных наук и специальных дисциплин, владение необходимыми для работы компьютерными технологиями, программами и методами проектирования, знание и использование в работе методов поиска информации, системного инжиниринга и методов активизации творческого мышления. Акцент на практическое использование получаемых знаний уже в процессе обучения будущих инженеров, а также совершенствование системы последипломного образования требуют серьёзных изменений программ и методов подготовки инженеров вообще и инновационных инженеров в особенности.

Самые совершенные методы обучения рассчитаны на мотивационно подготовленного студента. Результат обучения прежде всего зависит

от желания студента приобрести конкретную специальность и стать членом соответствующего профессионального сообщества. Профессиональная мотивация может быть разделена на частную и общую. Частная мотивация ориентирована на решение конкретной проблемы или задачи. Её возникновение обусловлено различными причинами и обстоятельствами. Эти причины могут иметь производственный, социальный, личностный и учебный характер. В учебном варианте частная мотивация положена в основу проблемного, поискового и исследовательского методов обучения. Ученик — не сосуд, который надо наполнить, а светильник, который надо зажечь! Эта мысль принадлежит И.Г. Песталоцци — одному из самых известных педагогов в истории человечества. Озадаченный конкретной проблемой учащийся, студент или состоявшийся специалист становится прагматиком в поиске, усвоении и интерпретации всей получаемой информации в проекции на искомое решение. Желание (мотивация) и настойчивость в решении проблемы являются существенной составляющей успеха. Известный киноактёр и режиссёр Чарли Чаплин в этой связи сказал: «Меня часто спрашивают, как возник замысел того или иного фильма. Я и сейчас не могу исчерпывающе ответить на этот вопрос. С годами я понял, что идеи приходят, когда их страстно ищешь, когда сознание превращается в чувствительный аппарат, готовый зафиксировать любой толчок, побуждающий фантазию, — тогда и музыка, и закат могут подсказать какую-то идею». Нередки случаи когда частная профессиональная мотивация перерастает в общую, когда специалист или студент, увлечённый перспективой решения интересной или социально значимой проблемы, считает что его знаний для этого недостаточно, решает сменить специальность или специализацию и получить при этом ещё одно или совсем другое специальное образование.

Общая профессиональная мотивация — это действие конкретных побуждений, которые обуславливают выбор профессии и продолжительное выполнение обязанностей, связанных с этой профессией. Она формируется под влиянием факторов окружающей действительности, а также в результате проводимой профориентации. К факторам окружающей действительности относятся уважение и предпочтение, которое

оказывает общество и семья представителям той или иной профессии. Замечено, что в одну эпоху творили целые созвездия талантливых музыкантов, в другую — художников, в третью — физиков. Очевидно, огромное значение имеет социальный престиж профессии, который, в свою очередь, выражает потребности общества и ту роль, которую общество придает данной деятельности. Откуда же берется уверенность в призвании? Есть, конечно, люди (и их, как правило, немного) с отчетливой склонностью к музыке, математике, языкам. Гораздо больше просто способных, которые с равным успехом занимались бы и биологией, и медициной, и физикой. Вот здесь-то вступает в силу социальный престиж профессии, то уважение, которое оказывает ей общественное мнение, семья и средства массовой информации. И молодому человеку — сознательно и подсознательно — начинает казаться, что полупроводники, лазеры или космические ракеты — это и есть то, для чего он рожден. Однако за последние десятилетия в развитых странах существенно снизился интерес молодежи к инженерным профессиям и желание участвовать в развитии новых и перспективных направлений науки и техники. Референтными группами стали адвокаты, бизнесмены, менеджеры, представители отдельных медицинских специальностей и др. Представители инженерных специальностей в этом перечне не значатся. Результатом этого стало то, что на естественно-научные и инженерные специальности университетов поступает значительное количество тех, кто по среднему баллу не смог пройти на престижные в настоящее время факультеты и специальности. Желаящих созидать меньше, чем управлять, торговать, быть адвокатами, артистами, топ-моделями или банковскими служащими. Происходит «перекачка» существенной части талантливой молодёжи в непромышленные сферы, что ослабляет научный, инженерный и изобретательский потенциал общества. К примеру, в процентном соотношении в Израиле наибольшее в мире количество адвокатов на душу населения. Тем не менее эта статистика не убавляет количества желающих учиться на юридических факультетах университетов. Похожая ситуация в современной России, где быть инженером, технологом или ученым абсолютно непрестижно и даже *антипрестижно*.

Сложившаяся ситуация требует разворота правительственных структур, средств массовой информации и научно-технических общественных организаций в сторону повышения престижа естественно-научных и инженерных специальностей. США в настоящее время резко меняют своё отношение к образованию и профессиональной ориентации школьников. Это является составной частью государственной политики обеспечения готовящегося нового прорыва в науке и технологиях.

Реализация нового 6-го технологического уклада приведёт к появлению новых научных и технологических направлений, что повлечет неизбежный количественный рост инженерного корпуса. В новых технологических условиях расширится перечень инженерных специальностей и специализаций. Глобальная экономика ещё более усилит конкуренцию и, как следствие, быструю сменяемость технологий во всех сферах человеческой деятельности. Для поддержания конкурентоспособности разрабатываемой продукции в настоящее время и в будущем инженеры должны обладать высоким уровнем квалификации, инновационного мышления,

профессиональной мобильности и соответствующей мотивацией. В преддверии наступления прогнозируемых и радикальных изменений в науке и технологиях назрела необходимость в общественном признании важности инженерной деятельности и в изменении принципов, методов и подходов, касающихся построения системы инженерного образования.

Реальные результаты такого подхода в строительной науке представлены в работе [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фиговский О., Гумаров В. Инновационные системы: достижения и проблемы. — Lambert AP (Германия), 2018. — 646 с.
2. Фиговский О., Гумаров В. Инновационные системы: прогнозы и перспективы. — Lambert AP (Германия), 2019. — 602 с.
3. Левков К., Фиговский О. Инновационный процесс и инновационный инженер. Лекция Открытого университета Сколково [Электронный ресурс]. — 2012. — Режим доступа: <https://www.park.futurerussia.ru/extranet/blogs/figovsk/226>.
4. Левков К., Фиговский О. Как готовить инновационных инженеров // Экология и жизнь. — 2010. — № 8 (105). — С. 14–19.
5. Figovsky O., Beilin D. Advanced Polymer Concretes and Compounds. — CRC Press (USA), 2013. — P. 272.

ПОДПИСКА-2019

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «ПАНОРАМА»

www.panor.ru

ЖУРНАЛ «ПРОЕКТНЫЕ И ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

БЕЗ ИЗЫСКАНИЙ — НЕТ ПРОЕКТА, А БЕЗ ПРОЕКТА — НЕТ ОБЪЕКТА

Это журнал для тех, кто занимается вопросами современной архитектуры, градостроительством, особенностями строительного проектирования различных объектов: от загородного коттеджа до крупного торгового центра и здания аэропорта. Ведущие эксперты анализируют на его страницах возможности и сферы применения технологий информационного проектирования объектов, рассказывают о новых строительных материалах и конструкциях, представляют

наиболее успешные проекты зданий и сооружений.

Немало полезной информации для специалистов в области инженерных изысканий. Для них: новинки геодезического, геофизического, ультразвукового и бурового оборудования, программные комплексы для обработки данных инженерно-геологических исследований.

Редакция журнала успешно сотрудничает с пресс-службой Минстроя России, Национальными объединениями строителей (НОСТРОЙ), проектировщиков (НОП), изыскателей (НОИЗ).



Подробнее о журнале смотрите на сайтах <http://panor.ru/pirs> или www.panor.ru
Тел. редакции: (495) 274-2222

ПОДРОБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ПОДПИСКЕ:
тел. (495) 274-2222 (многоканальный)
E-mail: podpiska@panor.ru, www.panor.ru