

Р. Р. Муратова

ИННОВАЦИОННЫЙ ИНЖЕНЕР КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ДИФФУЗИИ ИННОВАЦИЙ

Ключевые слова: инновации, создание и структура, инжиниринг.

Создание инноваций является многофункциональным процессом. Любой новый для рынка продукт является результатом инновационного инжиниринга. В структуре производства новых продуктов основным разработчиком является инновационный инженер. Главным фактором, влияющим на качество создаваемого продукта, являются необходимые личностные качества, уровень профессиональной подготовки и накопленный опыт работы.

Keywords: innovations, creation and structure, engineering.

Creation of innovations is a multifunctional process. Any product new to the market is a result of innovative engineering. In a production chain of new product the main developer is an innovative engineer. The priorities affecting the quality of products created are professional experience, education level and personal qualities.

Способность социально-экономической системы производить инновации уже давно является предметом исследований многих экономистов и социологов. Постоянно предпринимаются попытки объяснить, почему одни общества интенсивно создают новые технологии, становясь законодателями мод в различных областях науки и культуры, другие общества, в лучшем случае, довольствуются лишь потреблением чужих результатов. Общества, способные непрерывно порождать инновации, в конечном итоге становятся доминирующими на определенном отрезке истории.

Для современной России, вопрос повышения инновационной активности – это вопрос места страны на мировой арене в ближайшие 20-25 лет. Причем, стоит он не менее остро, чем 10-15 лет назад, поскольку финансовые ресурсы, пришедшие в Россию в 2002-2010 г.г., вслед за ростом цен на нефть, не были эффективно использованы экономикой. Экономика, ее базовые институты оказались не готовы к столь значительному притоку денег. После обвального падения цен на нефть, возник вопрос диверсификации экономики, развития наукоемких отраслей.

В настоящее время уровень и динамика развития инновационных технологий стали определяющими характеристиками производительных сил национальной экономики.

Главная черта инновационного продукта – обязательное завершение инноваций, т. е. получение результата, пригодного для практической реализации. Рыночный успех нового продукта существенно зависит не только от его потребительских параметров и их восприятия, но и от инновационного потенциала потребителя.

Способность общества порождать внутри себя инновации характеризуется пятью основными показателями:

1. Насколько экономическая система готова создавать и финансировать инновации. Поскольку инновационный проект есть разновидность инвестиционного проекта, то готовность идти на риск носит двухсторонний характер. С одной стороны, это готовность

разработчика инновации «браться за дело», с другой стороны, это готовность банков или каких-либо специально созданных фондов финансировать высоко-рискованные проекты в течении длительного срока. Данная готовность зависит, в том числе и от того, на каком рынке он собирается работать. Если рынок существующий, то речь идет о стоимости выхода на рынок, если же создается принципиально новый продукт, то речь идет о стоимости создания нового рынка.

2. С какой интенсивностью в обществе формируются человеческие ресурсы для создания инноваций – уровень производства сертифицированных специалистов.
3. Какое количество человеческих ресурсов, способных создавать инновации, накоплено обществом в настоящий момент – потребность бизнеса в сертифицированных специалистах.
4. Какова динамика накопления таких человеческих ресурсов – количество производимых в экономике инноваций на протяжении 1 года.
5. В какой мере эти ресурсы востребованы бизнесом – количество новых продуктов и технологий, выведенных на рынок в течении истекшего года.

Инновационный процесс представляет собой деятельность, направленную на реализацию законченных научных исследований и инженерных разработок в виде нового или существенно усовершенствованного и реализуемого на рынке продукта. Характер инновационной деятельности связан с предметной областью, в рамках которой создается инновационный продукт.

Инновационная деятельность может быть разделена на следующие основные направления: вещественное, методологическое, программное и системное.

Вещественное инновационное направление, связано с созданием новых веществ, материалов, покрытий, продуктов сельского хозяйства, пищевых продуктов, лекарственных средств, косметики и т.п.

Методологическое инновационное направление включает: новые методы диагностики, предупреждения и лечения заболеваний, новые методы обучения, экономические модели, экспертные системы и др.

Программное инновационное направление включает: новые программные продукты, предназначенные для удовлетворения существующих общественных потребностей и обеспечивающие прогресс в различных областях человеческой деятельности.

Системное инновационное направление включает новые технические системы в широком многообразии практических реализаций.

Разделение инновационной деятельности на отдельные направления носит условный характер. В реальности все направления создания инноваций тесно связаны друг с другом.

К многообразию ресурсов (прямых и косвенных, материальных и нематериальных), используемых при создании инноваций относятся: образование исполнителей, их опыт работы, подбор кадров, микроклимат в коллективе, материально-техническое обеспечение, используемые программно-инструментальные средства разработки, различного рода методы разработки, патентно-информационный фонд, конструкционные материалы, комплектующие изделия и др.

Инновационный инжиниринг определяет характер и методы практической деятельности каждого из участников создания инновационного продукта, а также принципы и порядок их взаимодействия в процессе разработки, проектирования, реализации, продвижения и внедрения (диффузии) инноваций.

В перечень методов, используемых в инновационном инжиниринге, входят: системный инжиниринг, разнообразие методов активизации творческого мышления, функционально-стоимостный анализ, проверка на патентную чистоту и на патентоспособность, инновационный менеджмент, инновационный маркетинг и др.

Применяя профессиональные знания, трудовые навыки, приобретённый опыт и инструментальные средства, инновационные специалисты осуществляют процесс разработки инновационных продуктов.

Процесс взаимодействия и производственные отношения между членами рабочей группы регулируется инновационным инженером, являющимся ответственным исполнителем инновационной стадии жизненного цикла технической системы (ЖЦТС).

Жизненный цикл технической системы включает следующие стадии:

1. Инновационную.
2. Конструкторско-технологическую.
3. Подготовки производства.
4. Производства и сбыта.
5. Эксплуатационную.

Основными задачами, которые должны быть решены в процессе реализации инновационной стадии ЖЦТС, являются:

- Всесторонний анализ первичной идеи (ПИ);
- Анализ потребности, которая должна быть удовлетворена при реализации ПИ;
- Анализ рынка, для которого создаётся новое изделие;
- Проверка новизны инновационного предложения;
- Создание рыночного образа инновации;
- Построение структурно-функциональной модели будущего изделия;
- Осуществление компонентного синтеза;
- Разработка и испытания прототипа;
- Разработка технического задания для осуществления технического проекта.

Инновационная стадия ЖЦТС начинается с формулирования и анализа первичной идеи и заканчивается передачей документации и технического задания для дальнейшей разработки проекта в рамках конструкторско-технологической стадии. В решении задач инновационной стадии участвуют менеджер проекта, экономист, инновационный инженер, специалист по маркетингу и патентовед.

Каждый из специалистов, участвующих в разработке этапов инновационной стадии ЖЦТС, выполняет свою часть инновационного проекта, которая определяется для каждого из них соответствующим комплексом задач. Инновационный характер разработки определяется, в основном, деятельностью инженера, маркетолога и патентоведа.

Процесс разработки ИС ЖЦТС требует особым образом организованного творческого и интерактивного взаимодействия участвующих в реализации этапов инновационной стадии специалистов. Интегративные и менеджерские функции при реализации инновационной стадии ЖЦТС осуществляет инновационным инженером.

Основными исполнительскими функциями инновационного инженера в процессе реализации ЖЦТС являются:

1. Преобразование первичной идеи в инновационный замысел с последующим оформлением инновационного предложения.

Авторами первичных идей далеко не всегда являются специалисты в области техники, к которой эта идея относится. Во многих случаях идеи по улучшению существующих систем, приборов и устройств или по созданию принципиально новых объектов техники возникают у нетехнических специалистов, которые эти системы используют в своей повседневной работе.

Структура системы, представленная к рассмотрению на базе первичной идеи, представляет собой субъективное видение её автором средства и способа решения той или иной проблемы, связанной с удовлетворением существующей или будущей потребности. Предлагаемый вариант решения задач, связанных с реализацией первичной идеи, является

в большинстве случаев стартовым для дальнейшего процесса внедрения инновации. Как показывает практика, задачи, видимые авторами первичных идей, а также пути и методы их решения, необходимые для реализации этих идей, могут быть очерчены спонтанно и непрофессионально. Кроме этого, последующая за процессом возникновения первичной идеи авторская эйфория и «зацикливание» на единственном варианте её реализации, мешает самостоятельному трезвому и всестороннему анализу предложенной первичной идеи.

Данная функция является одной из основных. Инновационный замысел является концептуальной формой представления первичной идеи. Он должен содержать необходимое техническое, экономическое, маркетинговое и патентное обоснование.

Значения слова «замысел» происходит от существительного «мышление». Это значит, что любой замысел является результатом процесса мышления. Т.е. процесс перевода первичной идеи в инновационный замысел предполагает реализацию методов, основанных на использовании различных форм воображения, а также существующего перечня мыслительных операций и способов мышления.

Преобразование (перевод) первичной идеи в инновационный замысел включает:

- Построение рыночного образа (функциональной модели) изделия, которое необходимо создать на базе предлагаемой первичной идеи;
- Анализ и классификация рыночной потребности в новом изделии в соответствии с её видом и характером возможного удовлетворения;
- Внешняя системная и рыночная адаптация функциональной модели будущего изделия, создаваемого на базе первичной идеи;
- Формирование инновационного замысла и оформление инновационного предложения.

2. Структурно-функциональный и компонентный синтез инновационного продукта.

Построенные в соответствии с требованиями рынка и условиями патентования структурно-функциональная модель и рыночный образ инновации определили её обобщённую функциональную структуру, предназначенную для системы, в которой инновация станет одним из элементов. Эту структуру можно назвать внешней по отношению к разрабатываемому нововведению. Она должна определять и обеспечивать все необходимые функциональные связи инновации с остальными элементами системы, в среде которой она должна функционировать.

Структурно-функциональный синтез (СФС) производится для создания оптимальной внутренней функциональной структуры инновации, которая должна соответствовать ранее построенной внешней структурно-функциональной модели новой ТС. Внутренняя функциональная структура, по сравнению со структурой внешней, более конкретна в пла-

не будущей реализации и ориентирована на использование реальных системных компонентов.

Компонентный синтез производится на основе построенной внутренней структурно-функциональной модели новой ТС.

В процессе компонентного синтеза:

- Производится поиск и выбор системных компонентов, каждый из которых способен выполнять одну или несколько функций внутренней структуры будущей ТС;
- Проверяется сочетаемость характеристик реальных системных компонентов новой ТС при их совместном функционировании;
- Производится оценка характеристик выбранных системных компонентов по множеству декларируемых показателей (рабочая температура, напряжение электропитания, размеры, вес и т.п.);
- Производится моделирование или макетирование нового продукта как системы с выявлением и исправлением ошибок предварительного компонентного синтеза.

3. Разработка, изготовление и испытания прототипа.

Разработка, изготовление и испытания прототипа является логическим продолжением и натурным воплощением компонентного синтеза, реальным способом проверки качества его реализации. Целями создания прототипа являются выявление и исправление ошибок структурно-функционального и компонентного синтеза, а также проверка в заданных условиях (лабораторных, производственных, полевых, экстремальных) функций и характеристик разрабатываемого изделия. При разработке прототипа не учитываются параметры будущего изделия, связанные, например, с его конкретным конструктивным исполнением и дизайном, если они не влияют на его основные характеристики. В процессе разработки прототипа инновационный инженер должен продемонстрировать знания и умения инженера системотехника и инженера-конструктора. При разработке прототипа должны быть также учтены и проверены возможности технологической реализации будущего изделия.

4. Разработка и оформление технического задания для дальнейшего продвижения инновационного процесса на этапах стадии технического проекта (стадии конструкторско-технологической разработки).

Разработка и оформление технического задания (ТЗ) является заключительным этапом инновационной стадии. В случае разработки технических систем, ТЗ является исходным документом на проектирование объекта техники. ТЗ устанавливает основное назначение разрабатываемого объекта, его технические характеристики, показатели качества и технико-экономические требования, предписание по выполнению необходимых стадий создания документации (конструкторской, технологической, программной и т. д.) и её состав, а также специальные

требования. Существуют различные формы заданий, близких по своей сущности к ТЗ, на создание чего-то нового в ряде предметных областей. Например, в области медицинской техники разрабатываются и оформляются медико-технические требования (МТТ), в области военной техники – тактико-технические требования (ТТТ), при создании технических средств обучения и обучающих систем – технико-дидактические требования (ТДТ).

В соответствии с международными стандартами качества (ISO 9000), в зависимости от структуры системы, ТЗ должно быть представлено, как минимум, двумя документами:

- Hardware Requirements Specification – для аппаратной части,
- Software Requirements Specification – для программной части.

Рекомендуемое содержание ТЗ приведено в ряде стандартов, однако в каждом конкретном проекте оно устанавливается в соответствии с особенностями предмета разработки, фирмы, страны и др. В любом случае, в ТЗ должен быть отражён весь список требований, необходимый для создания рыночного продукта, который соответствует концепции инновационного замысла. В соответствии с этим, вполне логично, что разработка ТЗ осуществляется инновационным инженером. ТЗ, как юридический документ, утверждается после его согласования со всеми заинтересованными сторонами.

Таким образом, инновационный инженер относится к категории специалистов, работа которых относится к высшим формам человеческой деятельности (творческие работники, учёные, инженеры-изобретатели, педагоги, врачи, адвокаты). Процесс подготовки этих специалистов отличается тем, что достижение ими продуктивного (или высокого) квалификационного уровня происходит через 10 - 12 лет с момента начала учёбы в университете. Это связано с тем, что в педагогике профессионального обучения за обозримый исторический период каких-либо существенных методологических прорывов, направленных на сокращение сроков профессионального становления, не произошло. Стихийно-повседневный процесс приобретения индивидуального профессионального опыта является доминирующим для этой категории специалистов.

В отличие от традиционных образовательных методов, процесс подготовки инновационных инженеров должен также иметь инновационный характер. Необходима разработка обучающих методов, которые способствуют повышению качественных показателей обучения и сокращению сроков достижения специалистами уровня профессионального мастерства.

Уровень развития образовательных технологий по части технического обеспечения, разнообразия и доступности учебной информации, а также её мультимедийности за последние годы существенно возрос. Поисковые системы Интернета, игровые обучающие и тренинговые программы, виртуальные инструменты и экспериментальные установки стали реальными компонентами общеобразовательных и обучающих технологий.

Однако, эти достижения в развитии технических средств обучения (ТСО) не привели к осязательному прогрессу в области образования. Причиной этого является то, что консервативным элементом системы обучения является сам обучаемый. Если более конкретно, то это свойственные человеку механизмы восприятия, связанное с этим восприятием мышление и последующее ассоциативное запоминание учебной информации.

Необходима разработка дидактических методов, учитывающих психологию восприятия, т.е. возможности студентов воспринимать и эффективно усваивать определённый объём учебной информации за единицу времени. Педагогика, как наука и часть общей системы знания, не является обособленной и невосприимчивой к использованию междисциплинарных моделей или аналогий. Возможность использования в разрабатываемых образовательных методах аналогий и изоморфных явлений других предметных областей является эффективным средством повышения КПД учебного процесса.

Реализация процесса объединения изоморфных явлений, аналогий, процессов, принципов и законов для целей образования и обучения является составной частью ассоциативной дидактики, которая, помимо снижения объёма учебной информации, позволяет значительно повысить коэффициент полезного действия образовательного процесса в направлении расширения междисциплинарного кругозора, развития общего и системного мышления, а также повышения прочности знаний. Основой метода является принцип тематического объединения, реализуемый путём взаимной ассоциативной привязки тем и решаемых задач изучаемых предметов к похожим явлениям и задачам других предметных областей. Тематическое объединение может быть произведено также на основе общего ассоциативного признака (например, общей математической модели). Практическое осуществление метода ассоциативной дидактики производится путём соответствующего логического анализа учебных материалов и подбора изоморфных явлений, математических и семантических моделей из существующей системы знания, состоящей из множества взаимосвязанных предметных областей.

Процесс профессиональной подготовки инновационного инженера рассчитан на 2-х годичный период. Примерный перечень изучаемых предметов для подготовки специалистов в области технических систем включает следующие целевые адаптированные курсы:

1. Прикладную математику.
2. Прикладную физику.
3. Общую теорию систем и законы развития технических систем.
4. Развитие творческого мышления и творческого воображения.
5. Теорию решения изобретательских задач.
6. Функциональные компоненты технических систем (включая химические и биологические структуры).
7. Основы программирования и программирование встроенных систем.

8. Функциональный и компонентный синтез технических систем.
9. Инструменты и системы компьютерного моделирования и проектирования.
10. Функционально-стоимостный анализ.
11. Системный инжиниринг.
12. Инновационный маркетинг.
13. Инновационный менеджмент.
14. Патентование.

Базовой основой для профессиональной подготовки инновационных инженеров являются основные личностные качества специалистов. Личностные качества - это вид социально - и профессионально - значимых качеств, способствующих адаптации и успешности человека в его деятельности и в обществе. По разным оценкам, существует от 30 до 50 различаемых личностных качеств. Значительная часть из них являются социальными, т.е. связанными с поведением человека в социуме. Что же касается профессиональных качеств креативных специалистов, то творческая их составляющая основана на базовых личностных качествах – мотивации, воображении и мышлении.

Желание, как конкретизированная потребность, является побуждением к действию или мотивацией. Мотивация является важным и первичным фактором в появлении инновационных идей. Человек, озадаченный конкретной проблемой, становится прагматиком в поиске, усвоении и интерпретации всей получаемой информации в проекции на искомое решение. Мотивация и настойчивость в решении проблемы являются существенной составляющей успеха. В отношении к любому виду деятельности мотивация имеет внутреннюю и внешнюю составляющие.

Внутренняя мотивация обусловлена содержанием конкретной деятельности. Субъекту мотивации нравится сам процесс и характер этой деятельности. В значительной степени это связано с его способностями к конкретной деятельности и устойчивыми положительными результатами выполняемой работы.

Внешняя мотивация связана с влияющими на неё факторами, находящимися вне конкретной деятельности субъекта мотивации.

К таким факторам относится материальная заинтересованность, высокие социальные притязания и т.п. В случае доминирования внешних мотивов привлекательна не деятельность сама по себе, а только то, что связано с ней (например, престиж, слава, материальное благополучие), а этого часто бывает недостаточно для побуждения к эффективной творческой деятельности.

Если в процессе деятельности, связанной с непосредственным созданием инноваций, внешние мотивы не будут подкреплены процессуально-содержательными, то есть интересом к содержанию и процессу деятельности, то они не обеспечат максимального творческого эффекта. Отсюда значимость профессиональной ориентации и профессионального отбора для творческих видов деятельности. Вместе с тем, обеспечивающие уровни инновационного процесса (государственный, региональ-

ный, отраслевой, муниципальный, фирменный) должны создавать условия внешней мотивации для творческих и продуктивных исполнителей инновационных разработок.

Вторым по значимости фактором, благодаря которому появляются инновационные идеи, является воображение. Воображение — это способность сознания создавать образы, представления, идеи и манипулировать ими. Воображение играет ключевую роль в следующих психических процессах: моделирования, планирования, творчества, игры, человеческой памяти. В широком смысле, всякий процесс, протекающий «в образах» является воображением. Разновидностью творческого воображения является фантазия. Воображение, как одна из форм отражения мира, является психическим процессом, заключающимся в создании образов и манипулировании ими в различных ракурсах, состояниях и сочетаниях в прошлом, настоящем и в будущем времени. С помощью воображения осуществляется процесс прогнозирования этапов будущей деятельности и её результатов.

Воображение является сложным психическим процессом с соответствующей этой сложности классификационной структурой. Из многообразия компонентов структуры этого процесса, которые в большинстве своём более важны для целенаправленного формирования воображения как важного для генерации инновационных идей качества, выделим активное и пассивное воображение.

Пассивное воображение не предполагает какую-то реализацию создаваемых образов, так как ими, по большей части, являются мечтания или грёзы. Активное воображение, в свою очередь, может быть творческим или воссоздающим, т.е. создающее образы по готовым описаниям.

Высшей формой активного воображения является творческое воображение, которое предполагает самостоятельное создание образов и их последующую реализацию. Этот вид воображения – неотъемлемая часть любого вида творчества, так как он присущ любой творческой личности – писателю, художнику, изобретателю. Без этого вида воображения не были бы решены многие изобретательские задачи, не были бы сделаны великие открытия, не появились бы на свет шедевры искусства и т.д. Примеров великих достижений человеческого гения во всех областях деятельности достаточно много, но всех авторов этих известных миру инноваций объединяет единое качество – творческое воображение.

Такие известные учёные как Давид Ландау, Альберт Эйнштейн и Нильс Бор справедливо считали, что в науке воображение и мышление в тысячу раз важнее знаний.

Творческое мышление является третьим по значимости личностным качеством инновационного инженера. В его базисной основе находится творческое воображение. В отличие от наглядно-образного, наглядно-действенного и словесно - логического мышления, обеспечивающих оценку и анализ реально наблюдаемых и воспринимаемых объектов и событий, творческое мышление оперирует виртуальными объектами. Оно требует способ-

ности удерживать в воображении множество предметов, образов и взаимосвязей между ними. При этом вся эта синтезированная изначально в статике система подвергается различного рода комбинаторным или целенаправленным структурно-функциональным изменениям до достижения приемлемого результата. Творческое мышление является осуществляемым в воображении процессом мысленных манипуляций с проектируемой системой в статике и динамике, в пространстве и во времени, в подсистемах и в надсистеме с использованием известных операций и способов мышления.

В психологии выделяют следующие операции мышления: анализ, синтез, обобщение, сравнение, классификацию, абстрагирование, конкретизацию. С помощью этих операций осуществляется процесс проникновения вглубь той или иной стоящей перед человеком проблемы, рассматриваются свойства составляющих эту проблему элементов, их взаимосвязь и характер противоречий. Решение задач, развивающих профессионально ориентированное мышление, является одним из аспектов подготовки инновационных инженеров.

На сегодняшний день российская национальная инновационная система переживает процесс адаптации в рамках перехода от полностью государственной плановой экономики к экономике рыночной. Вместе с тем российская наука удерживает свои позиции по некоторым результатам научной деятельности, по вкладу в мировую научную продукцию. Национальные цели российского государства в инновационной сфере состоят в увеличении производства и экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью в развитии инновационного предпринимательства. Для реализации такой стратегии нужна, помимо реформы образовательных про-

грамм, новая налоговая политика в отношении высокотехнологичных отраслей и видов деятельности, которая создает условия для накопления капитала, обновления инфраструктуры, а также меры по стимулированию внутреннего спроса.

Научно технический потенциал России пока еще остается достаточно мощным, что дает основания для оптимистических ожиданий относительно возобновления движения к экономике, базирующейся на знаниях.

Литература

1. «On the training of innovative engineers. Scientific Israel - Technological Advantages» K. Levkov, O. Figovsky (vol. 12, No.4, 2010, pp. 179-186)
2. «Инженерное творчество и проблемы современного инженерного образования» Рыжов В.П. Открытое образование 5/2005.
3. «Инновационное управление». <http://innovation-management.ru/>
4. «Инновационный менеджмент и государственная инновационная политика», Огарков С.А. , Кузнецова Е.С., Грязнова М.О. (Издательство «Академия Естественных наук», 2011 год.)
5. «Экономическая теория», Седов В.В. (Часть 1: Введение в экономическую теорию. Учебное пособие. Челябинск 2002, стр. 15-16)
6. «Инновации в России: системно-институциональный анализ», С.И. Агабеков, Д.И. Кокурин, К.Н. Назин.
7. «Методология инновационного инженерного образования», М.Н.Гаранина, В.В.Кондратьев (Казанская наука, 2012, №5, С.9-17).
8. «Особенности инновационного инженерного образования», Г.С.Дьяконов, В.Г.Иванов, В.В.Кондратьев (Вестник Казанского технологического университета, 2010, №12, С.13-17).