

О создании дружественной среды для продвижения инновационных решений

О. Н. НАЗАРОВ, канд. техн. наук, заместитель генерального директора ОАО «ВНИИЖТ»



Обязательным условием экономической эффективности инновационной разработки является формирование для нее дружественной среды. В области железнодорожного транспорта основные составляющие этой среды — организация межведомственной команды проекта, планирование жизненного цикла изделия, выбор компетентных партнеров, организация исследовательской программы, направленной на накоплении знаний и создание нормативных документов.

В последнее время слово «инновация» вошло в моду. В области железнодорожного транспорта практически каждую новую разработку стали гордо называть «инновационной», хотя в большинстве случаев такое наименование — обычный рекламный лозунг, используемый с целью привлечь внимание потребителя.

Настоящая инновация в области железнодорожного транспорта подпадает под определение, сформулированное председателем Объединенного ученого совета ОАО «РЖД» Б. М. Лапидусом: «Инновации — это система прорывных улучшений в технике и технологиях, направленных на открытие новых возможностей для роста эффективности железных дорог» [1]. Ключевая фраза — «прорывные улучшения» — отражает главное отличие инновационной разработки от просто новой. Инновация — это не всякое новшество, а только такое, которое существенно повышает эффективность действующей транспортной системы.

Появление самого железнодорожного транспорта как новой отрасли, несомненно, было одной из крупнейших инноваций XIX в., повлекшей за собой мощный макроэкономический эффект. Автосцепка, система электрической тяги переменного тока напряжением 25 кВ — это характерные примеры крупнейших инноваций на железных дорогах, кардинально изменивших технологию работы и эффективность перевозочного процесса, давших серьезный импульс развитию функционально взаимосвязанных технологий и целых отраслей промышленности.

Когда мы говорим о современных инновационных продуктах, законо-

мерно возникают ассоциации с такими понятиями, как «технопарк», «венчурный фонд», «Сколково». Эти институты развития создают питательную среду для новорожденной идеи и помогают ей превратиться в реальный коммерческий продукт, способный конкурировать на рынке. Но если для продвижения продуктов массового применения в различных отраслях такой поддержки обычно бывает достаточно, то в сфере транспорта ситуация складывается иначе.

Транспортная система в целом должна сохранять баланс стабильности и обеспечивать безопасность, именно поэтому далеко не все предлагаемые и даже широко востребованные на рынке инновационные продукты получают развитие на железнодорожном транспорте. Железнодорожный транспорт — система технологий, функционально взаимодействующих друг с другом; изменение одной из ее составляющих неизбежно потребует изменений в других. В предложенном определении инноваций данный аспект отражен в ключевом слове «система».

При оценке потенциала применения или при разработке плана внедрения того или иного инновационного решения на железных дорогах следует прогнозировать и планировать необходимые инновационные изменения в поддерживающих процессах, которые, в свою очередь, могут вызвать следующую волну инновационных изменений. В конечном итоге транспортная система должна постепенно преобразовываться в саморазвивающуюся инновационную среду, а это и есть главная цель инновационного развития компании ОАО «РЖД».

Эффективные проекты

В качестве примеров успешных инноваций последних лет в области подвижного состава обычно приводят высокоскоростные электропоезда «Сапсан» и «Аллегро», а также пригородные электропоезда и локомотивы с асинхронными тяговыми двигателями.

Эффективность проектов «Сапсан» и «Аллегро» определяется комплексом экономических, эксплуатационных и социальных эффектов, связанных с существенным сокращением продолжительности поездки. Сегодня мы уже можем утверждать, что внедрение высокоскоростного движения привело к коренному изменению всего рынка пассажирских перевозок в регионе, появились новые уникальные услуги, повысился уровень безопасности перевозок. «Сапсан» и «Аллегро» стали катализаторами новых инновационных решений, самые существенные из которых внедрены в такие области, как организация движения поездов, конструкция объектов инфраструктуры, технологии технического обслуживания и ремонта подвижного состава и инфраструктуры, система организации продажи проездных документов, технологии пограничного контроля.

При этом следует отметить, что сам подвижной состав выполняет функцию локомотива инновационной среды.

Успешное внедрение этих инноваций стало возможно благодаря комплексному системному подходу. Проект организации высокоскоростного движения с использованием электропоезда «Сапсан» включал в себя:

- выполнение комплекса исследований (технических, маркетинговых, экономических, методических), направленных на комплексную оптимизацию проекта и выбор его ключевых параметров;
- детальную, проведенную совместно с компанией Siemens отработку конструкции и функциональности поезда, сравнительные испытания и моделирование ключевых процессов взаимодействия поезда с инфраструктурой;
- создание новых систем сигнализации и связи, интеграцию их в систему

управления электропоездом, создание новых скоростных стрелочных переводов, контактной подвески, устройств электроснабжения, шумозащитных экранов и других объектов инфраструктуры;

- работы по модернизации инфраструктуры линии, разработку технологии ее содержания, создание нового ремонтного депо и технологии технического обслуживания и ремонта электропоезда;

- полный пересмотр методологии и технологии проведения испытаний с исключением дублирующих работ, создание новых испытательных и измерительных средств;

- работы в области тарификации перевозок и продажи билетов, организации новых пассажирских услуг;

- разработку и корректировку нормативных и нормативно-технических документов, законодательных инициатив.

Именно этот далеко не полный комплекс мероприятий обеспечил дружественную среду для инновации и запрограммировал проект на успех. Фактически была отработана новая технология организации и продвижения комплексных проектов, связанных с использованием инновационного подвижного состава. Эта же технология используется в проектах создания и внедрения пассажирского подвижного состава «Аллегро», «Тальго», «Дезиро» («Ласточка»). Сегодня мы позиционируем такую технологию взаимодействия, как серийный инжиниринговый продукт.

В неблагоприятных обстоятельствах

Свойствами «прорывных улучшений» обладает разработанный во ВНИИЖТ инновационный продукт — тепловоз ЧМЭЗ, переоборудованный для работы на природном газе в газодизельном цикле (рис. 1). Заказчик — ОАО «РЖД» — связывает потребность в данном продукте прежде всего с достижением определенных экономических параметров.

Базируясь на положительном и отрицательном опыте эксплуатации газотепловозов ТЭМ18Г, специалисты института в процессе работы над проектом решили задачи, которые заказчик назвал особо важными. В их числе:

- повышение бортового запаса природного газа до 5 суток;
- обеспечение надежности газового оборудования;
- повышение доли замещения дизельного топлива газом с 45 до 60 %;

- расширение области устойчивой работы на газе до 2-й позиции контроллера машиниста.

При создании газотепловоза применены инновационные решения, такие как микропроцессорная система управления, электронная система регулирования подачи газа, новые алгоритмы управления топливоподачей, газовые баллоны высокого давления.

Заявленные расчетные параметры были подтверждены на реостатных испытаниях. Содержание вредных выбросов в выхлопных газах газотепловоза снижено в 1,5–2,5 раза. Техно-экономические расчеты показали, что при среднерыночной на заправочных станциях Московской области цене дизельного топлива (28,6 руб./кг) и природного газа (15,4 руб./кг) экономия затрат на топливо для среднесетевых условий работы маневровых тепловозов составит 25–30 %. В настоящее время не существует каких-либо альтернативных вариантов модернизации дизелей тепловозов, позволяющих хоть немного приблизиться к ЧМЭЗ в области экономичности и экологии.

В январе 2011 г. газодизельный тепловоз ЧМЭЗГ-1994 был направлен для эксплуатационной проверки в депо Лихоборы-Окружные Московской дороги и в апреле введен в работу на газовом топливе. За 6 месяцев эксплуатации не зафиксировано ни одного отказа газового оборудования, замещение дизельного топлива газом составило от 43 до 59 %. Таким образом, полностью подтверждены заявленные параметры надежности и экономичности газотепловоза в эксплуатационном цикле работы на газе.

Однако до начала эксплуатации процесс заправки тепловоза природным газом на дороге не был организован. Для ускорения начала работ институт в качестве заправочной площадки предоставил территорию Экспериментального кольца в Щербинке. Заправка осуществлялась индивидуально с помощью автогазозаправщика, это повлия-



Рис. 1. Тепловоз ЧМЭЗ, переоборудованный для работы на природном газе в газодизельном цикле

ло на периодичность заправок газом и в конечном итоге привело к существенным дополнительным затратам.

Опытная эксплуатация проводилась при нерегулярных заправках тепловоза газом (в течение 70 % от общего числа рабочих смен тепловоз не был заправлен газом и работал на дизельном топливе) и недостаточной загрузке тепловоза на маневровых работах (среднее время работы тепловоза на холостом ходу составило 69 % при средней сетевой величине для маневровых тепловозов около 45–50 %). Применяемый автогазозаправщик не был снабжен дожимным компрессором, поэтому тепловоз заправлялся газом не более чем на 60 % от расчетного объема.

За весь период эксплуатации, с учетом работы как на газе, так без газа, общее замещение дизельного топлива газом составило 16 %. Стоимость природного газа с учетом затрат на доставку примерно вдвое превысила цену дизельного топлива. В итоге при доказанной экономичности газодизельного цикла и подтвержденной надежности газового оборудования вместо ожидаемой экономии в 25–30 % в условиях эксплуатации фактически произошло увеличение затрат на топливо на 8,2 %. Очевидно, что эффективный, экономичный и экологичный газодизельный тепловоз ЧМЭЗГ не попал в дружественную инновациям среду.

Готовится путевка в жизнь

На выставке «ЭКСПО-1520» в сентябре 2011 г. была продемонстрирована новая совместная разработка ВНИИЖТ и НПО «Энергия» — энергетический вагон для питания путевой техники (рис. 2). В качестве силовой установки здесь применены водородно-кислородные электрохимические генераторы «Фотон». Кроме того, конструкция энерговагона включает в себя комплекс инновационных решений, в числе которых:

- микропроцессорная система регулирования с полностью автоматическими процессами управления;
- электронная система регулирования подачи газов;
- баллоны высокого давления;
- статический преобразователь на IGBT-транзисторах;
- накопитель энергии;
- многоуровневая система обеспечения пожаро- и взрывобезопасности.

Энерговагон прошел полный цикл испытаний, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору выдала разрешение на его эксплуатацию.



Рис. 2. Энергетический вагон для питания путевой техники

От существующих моделей дизель-генераторных модулей новая энергетическая установка выгодно отличается высоким КПД (до 80%) и полным отсутствием вредных для окружающей среды и здоровья работников выбросов. Последнее обстоятельство позволяет с высокой эффективностью применять инновационный энерговагон для обслуживания инфраструктуры в тоннелях, исключив при этом дополнительные затраты на обеспечение приточной вентиляции тоннелей в процессе работ.

В конце 2011 г. предусмотрена передача вагона для эксплуатации на Северо-Кавказскую железную дорогу. Совместно с Центральной дирекцией инфраструктуры и ПКБ ЦП специалисты ВНИИЖТ проработали технологию использования энерговагона, были рассмотрены вопросы его технического обслуживания и заправки, проводится обучение персонала. Учитывая новизну, эффективность и актуальность разработки следует признать, что перед эксплуатирующей организацией стоит сложная задача дать путевку в жизнь новому техническому средству, оказать содействие разработчикам в доведении его характеристик до современных требований и задач эксплуатации.

Зона риска

Внедрение любой новой техники и особенно инновационной сопровождается решением различных технических проблем, которые неизбежно возникают на начальном этапе эксплуатации. Поэтому крайне важно, чтобы разработчик и эксплуатирующая организация располагали достаточной информацией для поиска эффективных решений этих проблем. Известно, что применение инженерных методов на

стадии разработки изделия позволяет локализовать до 90–95% потенциальных проблем, а проведение углубленных испытаний опытного образца увеличивают результат еще на 5–10% (рис. 3). Грамотно организованный процесс разработки и испытаний приводит к практически полному отсутствию технических проблем при эксплуатации изделия. Это позволяет проводить эксплуатационные испытания, как и положено, для оптимизации процессов эксплуатации, обслуживания и ремонта. Но так происходит не всегда.

К сожалению, стандартный процесс разработки с последовательно меняющимися этапами не всегда применим к инновационной продукции. Зачастую так происходит из-за того, что существует «область незнания» особенностей новых технологий. Требования к таким изделиям либо не определены, либо определены нечетко, либо меняются по ходу разработки. В этих условиях важ-

ную роль играет управление рисками, связанными с использованием новых технологий, и рисками возможных ошибок в требованиях. Подобные риски проявляются, как правило, на этапе испытаний или эксплуатации, когда число возможных вариантов исправления ситуации намного меньше, чем в начале реализации проекта.

Исходя из опыта, многие разработчики подвижного состава, стремясь к минимизации затрат, на этапе разработки недооценивают возможность возникновения проблем в эксплуатации. Мнимая экономия на начальных этапах разработки и на испытаниях в эксплуатации практически всегда оборачивается неизбежными финансовыми потерями и для поставщика, и для оператора. Из теории известно (а многие поставщики уже убедились в этом на практике), что устранение технических недочетов изделия на этапе эксплуатации обходится не в разы, а в десятки и сотни раз дороже.



Рис. 3. Локализация и стоимость решения проблем на разных стадиях жизненного цикла изделия

И чем меньше исследовательской информации о работе инновационного изделия накоплено на начальных этапах разработки, тем выше цена допущенной ошибки.

В этот капкан недооценки рисков инноваций попали такие нашумевшие проекты последнего времени, как скоростной электропоезд «Сокол» и двухсистемный пассажирский электровоз ЭП10.

В зоне инновационного риска находятся и электровозы с асинхронными тяговыми двигателями, применительно к которым на основании зарубежных данных декларируются фантастические сцепные свойства и возможность существенной экономии электроэнергии. При этом из опыта известно о серьезных «побочных эффектах» новинки — например, таких как электромагнитная совместимость (рельсовые цепи, радиопомехи, взаимное электромагнитное влияние оборудования, приводящее к сбоям и помехам) или пульсации момента на валу тяговых двигателей, являющиеся дополнительными источниками вибраций в тяговом приводе. Мы будем искать решение этих проблем уже в процессе эксплуатации, хотя со значительно большей эффективностью данную задачу можно было бы решить на этапе разработки и испытаний электровозов.

Комплексная технология

Предложенная новая технология организации и продвижения комплексных проектов, связанных с использованием инновационного подвижного состава, предусматривает углубленное изучение функциональной взаимосвязи подсистем подвижного состава и инфраструктуры и последовательную верификацию проекта на этапах эскизного и технического проектирования, а также испытаний. Прогнозное планирование жизненного цикла подвижного состава и текущие оценки ключевых параметров проекта позволяют своевременно внести изменения в технические требования и при необходимости — в нормативно-технические документы. Все это значительно снижает риски сбоев в эксплуатации, а в тех случаях, когда полностью исключить возникновение проблем не удастся, накопленные знания позволяют эффективно и быстро найти решение.

Например, благодаря накопленным знаниям в сжатые сроки была решена проблема повышенного износа колес электропоезда «Сапсан», неожиданно возникшая буквально в первый месяц зимней эксплуатации. Совместными

усилиями российских и немецких специалистов на основе теоретических и экспериментальных исследований, моделирования по результатам проведенных испытаний был разработан и внедрен новый нелинейный профиль поверхности катания колес, изменены параметры гасителей колебаний электропоезда. В настоящее время пробег электропоездов «Сапсан» между обточками колес составляет более 300 тыс. км без ухудшения динамических показателей.

Для подтверждения экономического эффекта инноваций принято решение использовать методологию оценки стоимости жизненного цикла. Ее применение возможно только при наличии достоверных данных о прогнозных параметрах подвижного состава. Если же такие данные отсутствуют, возможны только экспертные оценки — к сожалению, не всегда корректные. По отношению к характеристикам и эксплуатационным параметрам асинхронного тягового привода оценки разных экспертов могут варьироваться в широких пределах. Поэтому, чтобы сформировать единую методическую базу, требуется проведение серьезных исследований и глубокий анализ данных эксплуатации первых локомотивов.

Заявленная экономическая эффективность инновационного проекта должна быть подтверждена в процессе эксплуатационных испытаний. Крайне важно при подготовке к эксплуатации определить область наиболее эффективной работы подвижного состава, подобрать полигон и нагрузки, которые позволяли бы уже на первом этапе продемонстрировать эксплуатационные преимущества нового изделия. При этом необходимо принимать во внимание и планировать процессы обучения персонала, подготовки ремонтной базы, экипировочных комплексов.

Гармонизация нормативной базы

Действующие стандарты, нормы, правила и эксплуатационные документы зачастую непригодны для инновационных проектов, иначе они не назывались бы инновационными. Таким образом, разработка системы нормативных документов — обязательная составляющая комплексного инновационного проекта. В противном случае будут буксовать процессы обязательного подтверждения соответствия и сертификации.

Зарубежные изготовители обычно предлагают принять за основу имею-

щиеся к ним документы и стандарты. Иногда это оправдано, но надо принимать во внимание, что иностранные нормативные документы в методическом отношении существенно отличаются от действующих на пространстве железных дорог колеи 1520 мм [2]. Это отличие обусловлено прежде всего технологическими, инфраструктурными и климатическими особенностями железных дорог, поэтому зарубежный разработчик должен планировать дополнительные инвестиции в изучение нормативов.

Создание гармонизированных нормативных документов — очень деликатный процесс, требующий учета множества факторов и оценок влияния на существующие процессы и функциональные взаимосвязи в железнодорожной системе. Разработка новых стандартов, норм и правил, в том числе и гармонизированных, должна опираться на имеющиеся результаты проектирования, моделирования и испытаний. Крайне важно в рамках реализации инновационных проектов создание информационных потоков, подпитывающих разработчиков нормативов.

Опыт показывает, что для успешной реализации сложных инновационных проектов целесообразно объединять усилия специалистов заказчика, разработчика, изготовителя, эксплуатирующих организаций и крупных научных центров. Можно объективно утверждать, что выбор разработчиком из соображений экономии в качестве научных консультантов небольших дисконтных испытательных центров экономически не оправдан. Эти центры в абсолютном большинстве не обладают необходимыми для накопления знаний компетенциями, не могут обеспечить требуемые в рамках проекта взаимодействие и информационный обмен и, как правило, не имеют опыта разработки нормативных документов [3].

Литература:

1. Лапидус Б. М., Мачерет Д. А. Эволюция железнодорожного транспорта: на пути к инновационному ренессансу // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. — 2011. — № 1.
2. Назаров О. Н. Международное сотрудничество по созданию подвижного состава. Аспекты стандартизации // Транспорт Российской Федерации. — 2007. — № 12.
3. Назаров О. Н., Кобзев С. А. Испытания железнодорожной техники: рыночные тенденции и перспективы развития // Железнодорожный транспорт. — 2009. — № 3.