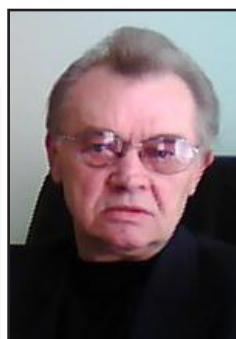


Информация, управление качеством, инженерный менеджмент: общность задач и решений



Владимир АЗАРОВ
Vladimir N. AZAROV

Борис БОЙЦОВ
Boris V. BOITSOV



Валерий МАЙБОРОДА
Valery P. MAIBORODA

Азаров Владимир Николаевич — доктор технических наук, профессор Российского университета транспорта (МИИТ), Москва, Россия.

Бойцов Борис Васильевич — доктор технических наук, профессор Московского авиационного института (МАИ), Москва, Россия.

Майборода Валерий Прохорович — доктор технических наук, профессор Российского университета транспорта (МИИТ), Москва, Россия.

Information, Quality Management, Engineering Management: Common Tasks and Solutions

(текст статьи на англ. яз. —
English text of the article — p. 154)

Оцениваются принципиальные аспекты существующих подходов к управлению организацией, доминанты её устойчивого развития, позволяющие сформировать у специалиста новые дополнительные компетенции, составить теоретическую и практическую базу для подготовки инженера-менеджера. Общность сопутствующих этому задач, решений и синергетика их реализации декларируются в системе приоритетов Всеобщего менеджмента качества (TQM) и современных инновационно-коммуникационных технологий на примере крупных, структурно неоднородных, логистически сложных инфраструктурных систем транспортной индустрии. Авторы ставят цель показать, почему данные положения приобретают особую значимость именно для инфраструктурных транспортно-логистических построений, где цена риска, ошибки, недостаточной защиты информации слишком велика.

Ключевые слова: транспорт, логистика, управление качеством, информация, безопасность, инженерный менеджмент.

Рассматривая синергизм и динамику развития информационных технологий (ИТ), следует прежде всего уточнить, что понимается под термином «информация». Существует большое количество альтернативных смыслов этого термина применительно к различным областям знаний. Основоположник кибернетики и теории искусственного интеллекта Н. Винер, например, считал информацию основополагающим термином, не поддающимся определению в более простых терминах и, в свою очередь, определял её как некую субстанцию, способную передаваться между объектами и системами, при этом не являющуюся материей или энергией.

Математическое определение информации, основанное на противопоставлении понятию энтропии (незнание, хаос, неопределённость), кроме прочего, позволяет сформулировать миссию любого ИТ-специалиста как борьбу с неопределённостью, непрозрачностью, непредсказуемостью системы, как миссию участника процесса автоматизации, модератора хозяйственно-

го, технологического механизма организации. Логическое следствие такого понимания: если в результате деятельности директора по информационным технологиям (Chief Information Officer – CIO) в течение определённого времени количество сбоев автоматизированных систем (признак непредсказуемости) выросло или осталось постоянным, но при этом прозрачность и управляемость бизнеса не увеличились, то у руководства появился кандидат на увольнение.

Не забудем, на снижение энтропии направлены и главные принципы всеобщего менеджмента качества (TQM): системность, процессный подход, принятие решений, основанных на фактах и направленных на достижение долгосрочного успеха путём удовлетворения требований потребителя и обеспечения выгоды для членов организации и общества.

1.

Легко заметить, что миссии IT-специалиста и специалиста в области качества не только пересекаются и синергетически активны, но и фактически должны быть гармонизированы, дополнять друг друга в повседневной деятельности. Особенно явно это проявляется в реорганизации или комплексном внедрении информационных систем и технологий в любой строительной корпорации или организации транспорта. Первым шагом в решении таких задач является описание бизнес-процессов, которые в дальнейшем составят основу системы менеджмента качества, будучи базисом организации. Могут меняться программно-аппаратные средства автоматизации, средства автоматизации проектирования, технологии операций, персонал, участвующий в выполнении операций процесса, но сам процесс не меняется.

Сегодня происходят качественные изменения во всех сферах жизни и хозяйственной деятельности в связи с внедрением принципиально новых средств хранения, обработки и передачи информации, экономика входит в фазу четвёртой по счёту индустриальной революции, а индустрия 4.0 (сила Интернета вещей) определяется десятью технологическими областями.

1. Горизонтальная и вертикальная системная интеграция инфраструктурных и логи-

стических построений. Индустрия 4.0 требует пересмотра отношения к используемым данным и сетям. Ныне это средство взаимодействия не только департаментов внутри предприятия, но и различных предприятий-партнёров в производственном цикле.

2. Интернет вещей. Устройства и встроенные датчики инфраструктуры будут обмениваться информацией в режиме реального времени.

3. Кибербезопасность. Без неё невозможно создание доверенной среды (принципиально важной для больших транспортно-логистических систем), в которой смогут работать миллиарды устройств и пересекающихся информационных потоков.

4. Облака. Задача поддержки множества типов устройств и сенсоров, а также массы генерируемых ими данных наилучшим образом решается при помощи облачных сервисов, которые смогут обеспечить и требуемую скорость обработки данных, и масштабируемость инфраструктурных решений.

5. Анализ больших данных. Доступность данных по всем фазам и аспектам разработки, производства и испытаний позволяет точнее планировать бизнес-процессы, инновации, маркетинг и стратегию развития.

6. Моделирование. Имея в распоряжении большие данные и большую вычислительную мощность, предприятия смогут виртуально моделировать сценарии использования продукта или услуги, тем самым ускоряя их тестирование и расширяя инновационный процесс: неудачные решения будут выявляться быстро.

7. Аддитивное производство (3D-печать). Методы аддитивного производства будут широко применяться для изготовления по индивидуальному заказу небольших партий продуктов, которые призваны сочетать в себе преимущества сложных конструкций при минимальном весе и позволят снизить затраты на транспортировку и сократить складские запасы.

8. Дополненная реальность. Работники будут получать инструкции по замене неисправного узла непосредственно в тот момент, когда они его рассматривают. Необходимая информация попадает в поле зрения исполнителя при помощи устройств



дополненной реальности, например «очков».

9. Роботы. В большинстве своём они реализуются в виде механических рук, работающих на сборочных линиях, но их интеллект растёт, что позволяет решать более сложные задачи, нежели выполнение элементарных сборочных или транспортных операций.

10. Смарт-управление. Резкое увеличение мобильности труда любого сотрудника. Инженер-менеджер может работать в ERP-системе со своего смартфона, и производственным процессом можно управлять в удалённом режиме. Благодаря тому, что 3D-печать (она же называется и аддитивным производством) переносит производство ближе к источнику сырья или комплектующих, возможность создавать продукт и управлять его производством с мобильного устройства становится вполне реальной.

Всё это накладывает новые требования на специалиста в области качества и инженерного менеджмента, процессы его подготовки, а внедрение ИТ в системы управления организацией транспортно-строительного комплекса предполагает в первую очередь:

- определение влияния организационно-функциональной структуры организации на архитектуру корпоративной информационной системы (КИС);
- структуру и набор ИТ, которые нужны для повышения эффективности бизнес-процессов в составе каталогов ИТ-сервисов;
- оценку возможности поддержания ИТ-сервисов имеющейся КИС, обоснования её параметров и стоимости;
- расчёт эффективности применяемых ИТ-сервисов и затрат на ИТ;
- оценку влияния нарушения (прерывания) ИТ-сервисов на основные бизнес-процессы;
- оценку рисков нарушения ИТ-сервисов, методов и стоимости информационной защиты;
- разработку метрики ИТ-сервисов и метрики автоматизированных бизнес-процессов;
- создание организационных структур поддержки ИТ-сервисов, систем управления информационной безопасностью и в целом ИТ-инфраструктуры компании.

Понятно, что для эффективного решения перечисленных задач требуются специалисты, имеющие как профессиональные инженерные компетенции, так и компетенции в области менеджмента качества, экономики, ИТ-технологий.

Профессиональные компетенции инженера-менеджера — это системное мышление, междотраслевые коммуникации, управление проектами, бережливое производство, информационно-коммуникационные технологии, робототехника, искусственный интеллект, программирование, отношения с людьми, работа в условиях неопределённости, риски, навыки художественного творчества, экологическое мышление.

К сожалению, современное состояние российского образования характеризуется недостаточным уровнем подготовки инженерных специалистов в области экономики и управления. Это приводит к многочисленным попыткам передать ведущие управленческие позиции в высокотехнологичных областях так называемым «профессиональным менеджерам», большинство из которых не обладают необходимыми инженерными знаниями и системным мышлением, что отрицательно сказывается на эффективности сложных технологичных производств, информационных систем и систем менеджмента качества.

На наш взгляд, образовательная программа подготовки такого специалиста наряду с классическими инженерными дисциплинами транспортно-строительного комплекса, управления качеством и ИТ должна включать следующие «не очень инженерные» разделы:

- тенденции развития информационных технологий управления;
- информационные ресурсы, информация как предмет труда;
- теория качества, цикл постоянного улучшения, инструментарий Парето;
- модель зрелости производственных процессов (СММІ);
- основы анализа и проектирования сложных систем;
- анализ и моделирование интегральных бизнес-процессов;
- управление ИТ-услугами и ИТ-сервисами;

- информационная безопасность, управление рисками.

2.

Уточним некоторые аспекты современных подходов к управлению организацией, изучение которых позволит инженеру несколько по-иному взглянуть на своё место в ИТ-инфраструктуре компании, сформировать у него новые дополнительные компетенции, а главное — составит надёжную теоретическую и практическую базу для начинающего инженера-менеджера.

В современных условиях масштабные задачи, стоящие перед программистами, подчас оказываются настолько сложными, что автоматизация процессов на текущем уровне технологий либо не представляется возможной, либо не является рентабельной. То есть сложность обрабатываемых процессов и объектов инфраструктуры достигла уровня, на котором затруднено получение быстрого и гарантированного результата в части автоматизации, а обрабатывающие автоматизированные системы, включающие и обслуживающий персонал, в силу своей сложности демонстрируют непредсказуемость, выражающуюся в снижении надёжности.

Это явление в индустрии информационных технологий начало проявляться достаточно давно и к настоящему времени приобрело характер кризиса, который привёл к выделению двух направлений развития: разработка методов управления информационными системами с особым упором на их «человеческую» составляющую и применение методов формализованного описания объектов реального мира на языках, с одной стороны, приближенных к естественному, с другой — строгих для того, чтобы обеспечить облегчённое «машинное» представление (программирование).

Логическим результатом первой тенденции «сопротивления кризису» стало появление стандартов, наборов рекомендаций и моделей управления ИТ-службами — ISO 20000, COBIT, Information Technology Infrastructure Library (ITIL), Capability Maturity Model (CMM) и др. В общем виде идеологию этой тенденции отражают слова: «лучшая практика — это следование лучшим практикам». При этом «лучшие

практики» закрепляются в постоянно обновляющихся стандартах, что сопровождается и доработкой соответствующих методик объективной оценки соответствия организаций их требованиям.

В рамках второй тенденции развития ИТ-технологий создан значительный задел в виде парадигмы объектно-ориентированного проектирования автоматизированных систем и универсального языка моделирования UML (Universal Modeling Language). Продолжаются работы и по развитию универсальных форматов описания документов — XML.

В системе лучших практик особое место отводится моделям зрелости производственных процессов. В середине 80-х годов прошлого века по инициативе министерства обороны США одним из подразделений Carnegie Mellon University (Software Engineering Institute — SEI) была разработана первая модель зрелости организации — Capability Maturity Model (CMM). Цель её создания — обеспечить предсказуемый уровень качества программного обеспечения сторонних разработчиков путём их ранжирования по эффективности внутренних процессов производства. Идеология проекта — базовый постулат теории качества: качественный продукт может производиться только при условии существования качественных производственных процессов. Основа начальной версии модели — матрица зрелости управления качеством (Quality Management Maturity Grid — QMMG), предложенная в [1]. В ноябре 2011 года выпущена очередная версия — 1.3 CMMI (I — integration или объединённая), которая содержит пять уровней зрелости организации:

- Initial (начальный);
- Managed (управляемый);
- Defined (регламентированный);
- Quantitatively Managed (количественно управляемый);
- Optimizing (оптимизированный).

Рост зрелости организации предполагает возрастание качества услуг или производимых продуктов, снижение рисков и персональной зависимости, снижение внутренних и внешних конфликтов, а также переход от управления проектами к практике управления процессами.



На основе первичных описательных характеристик уровней модель СММ предоставляет относительно простой инструмент для экспресс-оценки текущего состояния организации и выработки первичных рекомендаций по формированию стратегии развития. Модель уделяет значительное внимание явлению «конфликта», могущему заявить о себе на различных этапах реализации проектов и выполнения процессов. При этом конфликт рассматривается как феномен неизбежный, часто полезный и требующий управления. Причём управление конфликтами — это управление процессом адаптации организации к изменяющимся внешним условиям, а также её элементов друг к другу. Наличие, величина и эффективность разрешения конфликтов непосредственно связываются с достижением определённого уровня зрелости и служат его характеристикой.

Такой подход полностью соответствует положениям теории сложных систем, где конфликт рассматривается как естественный процесс их взаимодействия в рамках процесса развития.

Что такое сложный или простой проект, сложная или простая система?

Между простой и сложной системами существует своя граница: если система состоит из менее чем восьми объектов, то она простая, а при более восьми элементах она сложная. Критерием в данном случае является способность мозга человека (наблюдателя) контролировать некоторое количество объектов одновременно [2].

В математической теории различают два основных показателя сложности: статическую сложность и динамическую сложность. Под статической понимают количество объектов, входящих в систему, и количество связей между ними. Динамическая — учитывает изменяющиеся с течением времени процессы, происходящие в системе (между составляющими объектами) и с её участием. Дополнительную проблему в анализе и проектировании сложных систем представляет тот факт, что при объединении (взаимодействии) двух или нескольких из них объединённая система получает набор так называемых эмергентных свойств и параметров, не являющийся суммой параметров и свойств вошедших в неё совокупностей. Часто из

наличия данных свойств выводят определение системы как синергетической сущности, состоящей из множества элементов, которые при объединении обеспечивают проявление новых значимых системообразующих качеств. Именно поэтому в инженерной практике часто возникает ситуация, когда совмещение эффективно работающих подсистем приводит к нарушению корректного функционирования системы в целом.

3.

С инженерной точки зрения важно то, что едва ли не любая функционирующая система (организационная, информационная, механическая, электронная и т.д.) является сложной системой и, как следствие, не поддаётся эффективному анализу, прогнозированию и контролю, поскольку нередко состоит даже не из десятков, а из миллионов элементов, динамически взаимодействующих друг с другом. Системы менеджмента качества, системы бизнес-процессов организации, КИС безоговорочно относятся к классу сложных систем. Поэтому подходы к их анализу и проектированию всегда инвариантны. И в данном случае не обойтись без методологии, которую часто называют системным мышлением, предполагающим совмещение видения комплексности любого объекта и его включённости в другие системы в зависимости от цели рассмотрения. При этом деление реального мира на отдельные системы и уровень детализации определяются сообразно пониманию ограничений рассмотрения, исключительно по воле наблюдателя, исходя из краткосрочных целей его деятельности, и должны меняться при изменении исходных установок.

Собственно, потому при разработке функциональных требований к автоматизированной системе необходимо корректно выбирать уровень рассмотрения (уровень детализации). На этом этапе проектирования система фигурирует как целостная сущность, взаимодействующая с другими автоматизированными системами и пользователями — так называемый «чёрный ящик». Однако описание в требованиях отдельных элементов проектируемой системы было бы излишним, ибо тогда игнорируется ограниченность способности



автора требований и других заинтересованных лиц (заказчика, исполнителя и т.д.) эффективно, с минимальным количеством ошибок анализировать реальные потребности предметной области и суметь выполнить согласование проектного документа на нескольких уровнях детализации одновременно.

Описанный подход в инженерной методологии называют абстрагированием. В общем случае **абстрагирование** — это исключение из рассмотрения деталей системы (или её связей), несущественных для проектировщика на текущем этапе работы.

Частой ошибкой проектирования является попытка восприятия системы без точной привязки к моменту времени или этапу жизненного цикла проекта (продукта). В этом случае трудно реализовать своё представление о системе без фиксации целевого состояния проекта, оно как бы растянуто по времени, причём на неограниченную перспективу. Именно в такой ситуации в функциональных требованиях появляются пункты о «возможности гибкой настройки пользователем», «универсальности», «поддержке разнородных перспективных платформ» и т.д. Получается, проектировщик или руководитель проекта значительно усложняют свою задачу за счёт увеличения динамической сложности.

В целом же, надо заметить, абстрагирование предусматривает сознательное и обоснованное наложение максимального количества ограничений на проектируемую систему или реализуемый проект, исходя из приоритетов оперативных целей, существующих в текущий момент времени.

Следующий подход — **иерархия** — является противоположностью и одновременно дополнением абстрагирования. При абстрагировании не берутся во внимание внутренние детали системы и анализ или проектирование не могут быть полностью выполнены. Иерархия позволяет устранить этот недостаток. Рассмотрев систему в целом, мы можем выполнить её декомпозицию на ограниченное количество элементов (подсистем), которые на следующем этапе будут подвергнуты индивидуальному анализу в качестве «чёрных ящиков». Учитывая наличие границы между простой и сложной системами, число таких элементов на каждом этапе детализации не должно превышать определённого предела, чтобы сохранить представление об их взаимодействии в процессе работы.

Подобную декомпозицию проводят неоднократно до достижения необходимого уровня детализации, создавая таким образом иерархию представлений, которые на каждом из уровней доступны для вос-



приятия аналитиком. Этот аналитик может быть в свою очередь принадлежностью иерархической организационной структуры, в которой на верхнем уровне детализации оказывается, например, генеральный конструктор, или выполнять свою работу, последовательно перемещаясь между уровнями «сверху—вниз» или элементами декомпозиции в рамках одного уровня детализации.

При проведении декомпозиции на различных этапах и уровнях детализации могут быть использованы различные принципы и критерии. В инженерной практике наиболее часто декомпозиция проводится по функциональному признаку с учётом возможности эволюции или индивидуального жизненного цикла элемента как самостоятельного продукта. Например, при разработке сложного программного комплекса выделяются элементы, которые могут в дальнейшем модернизироваться и продаваться в качестве самостоятельных программных продуктов. Другой инженерный подход к декомпозиции использует критерии поддержания равного уровня сложности разделяемых элементов при минимизации взаимосвязей между ними. Типичный образец такой декомпозиции — автоматическая компоновка электронных компонентов и проводников на слоях печатных плат.

Пределом декомпозиции при анализе или проектировании служит достижение уровня, на котором составляющие подсистемы могут быть представлены типовыми унифицированными сущностями. Это фактически и есть третий важнейший подход в инженерной методологии сложных систем — **унификация**.

При этом эффективным инструментом анализа и проектирования становится **визуализация**, позволяющая активизировать интуитивное и образное мышление аналитика и проектировщика. Визуализация предполагает наряду с созданием графических изображений материальных объектов различного уровня детализации разработку абстрактных схем различного типа, для анализа и оптимизации которых с успехом применяются формальные математические методы теории графов. Основными здесь являются структурные схемы, которые содержат информацию об элементах сис-

темы и их связях на текущем уровне рассмотрения, и функциональные схемы, которые детализируют информацию о функциях элементов и связей между ними.

4.

На практике используется большое количество стандартных схем, иллюстрирующих протекание процессов. К таким относятся, например, IDEF0-диаграммы, которые позволяют стандартным графическим языком описать последовательность выполнения операций.

На этапе первичного описания автоматизированных систем достаточно эффективным считается также применение так называемых стандартных «диаграмм прецедентов» или «диаграмм вариантов использования» (use case), которые являются частью универсального языка моделирования UML (Universal Modeling Language).

Принципиально то, что система организации предусматривает исполнителей, используемые ими инструменты и оборудование, методы и процедуры работы. Эти составляющие поддаются замене — специалист может занять вакансию и покинуть её, оборудование заменяется в связи с реальным или моральным износом, отдельные процедуры и технологические методы, формы услуги могут совершенствоваться, замещаться или исключаться. При этом функционирование организации, предоставление услуг и выпуск продуктов с её стороны сохраняются за счёт поддержания компоненты, объединяющей все составляющие процесса. То есть процессный подход остаётся основой управления и организации ИТ-услуг, ИТ-сервисов, направленных на обеспечение качества и удовлетворение потребностей бизнеса.

Управление ИТ-услугами реализуется их поставщиками путём использования наиболее рационального сочетания людей, процессов и информационных технологий.

По мере расширения круга задач, которые могут быть решены с применением информационных технологий, и перевода всё большего числа бизнес-процессов в цифровую форму роль ИТ-отделов кардинально меняется. Успех фирмы сегодня в значительной степени зависит от того, насколько эффективно и качественно её

IT-служба помогает решать управленческие задачи, поддерживать конкурентоспособность и удовлетворять растущие запросы потребителей. Для качественного сервисного обслуживания необходимо чётко обозначить набор оказываемых услуг и сделать их доступными для тех, кто в них нуждается.

Более того, само понятие IT-услуги неразрывно связано с управлением качеством и опирается на измеримые метрики, достоверные сведения. Не следует рассматривать IT-услуги как нечто статичное — они естественным образом изменяются в соответствии с теми задачами и потребностями, которые их порождают и сопровождают на протяжении всего жизненного цикла.

Причём одной из обязательных сфер деятельности в области инженерного менеджмента, IT-технологий и управления качеством является обеспечение информационной безопасности, уровня синергетического взаимодействия с системой транспортной безопасности. Хотя часто безопасность информационных технологий и её корреляция с транспортной безопасностью не вполне точно понимаются как руководством организаций, так и сотрудниками. Между тем, организация безопасности и контроль качества — две первейшие задачи для любого предприятия. Организация безопасности — это защита от угроз, а контроль качества — обеспечение запланированного и стабильного производства продукции или услуг.

Подчеркнём: на пути нашего перехода от индустриального общества к обществу знаний информация является основополагающей. Поэтому она должна быть защищена [3, 4], что для многих предприятий также будет означать и фундаментальные изменения в сознании людей, ведь и в этой сфере никто не отменял так называемый человеческий фактор. Невозможно представить реализацию бизнес-процессов без информационной поддержки, а информационные технологии не считать залогом предпринимательского успеха.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для инфраструктурных транспортно-логистических построений, где цена риска и ошибки слишком велика, рассмотренные в статье положения имеют особую значимость. Обеспечить информационную безопасность — это значит перейти от неопределённого уровня безопасности к заданному путём внедрения организационных мероприятий, реализуемых в рамках всей компании. К таким мероприятиям в первую очередь следует отнести разработку политики локальной безопасности на каждой из ступеней иерархической лестницы организации. Постоянно применяемые на профессиональном уровне механизмы контроля качества в конечном итоге должны содействовать и укреплению безопасности. При этом целостная система управления информационной безопасностью хотя и состоит из сходных организационных и технических компонентов, но будет разной для тех или иных компаний в зависимости от бизнес-моделей, степени формирования процесса электронного оборота IT-инфраструктуры, средств связи и структуры охраны, а также общей исполнительной дисциплины.

Совершенно очевидно, что цели обеспечения информационной безопасности и требования к качеству продукции и услуг должны быть гармонизированы и взаимно увязаны на технологическом уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Crosby, Philip B. Quality Is Free: The Art of Making Quality Certain. McGraw-Hill, 1979, 309 p. [Русский текст Электронный ресурс]: <http://www.pqm-online.com/assets/files/lib/books/crosby1.pdf>. Доступ 31.07.2017.
2. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений / Грэд Буч, Роберт А. Максимчук, Майкл У. Энгл, Бобби Дж. Янг, Джим Коналлен, Келли А. Хьюстон. — 3-е изд. — М.: Вильямс, 2010. — 720 с.
3. Международный стандарт ISO/IEC27001:2005 «Информационные технологии. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования». — М.: ИСО/МЭК, 2005; ЗАО «Технорматив», 2006.
4. Международный стандарт ISO/IEC27002:2005 «Информационные технологии. Свод правил по управлению защитой информации». — М.: ИСО/МЭК, 2005; ЗАО «Технорматив», 2007.

Координаты авторов: **Азаров В. Н.** — vazarov52@gmail.com, **Бойцов Б. В.** — kaf104@mai.ru, **Майборода В. П.** — qm-miit@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 03.04.2017, принята к публикации 31.07.2017.

