

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ УСЛУГ ПРЕДПРИЯТИЙ КОРАБЕЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

QUALITY MANAGEMENT OF SHIP-ENGINEERING ENTERPRISES' SERVICES

Елена ЖУКОВА,
Национальный университет кораблестроения
имени адмирала Макарова, Николаев



Elena ZHUKOVA,
Admiral Makarov National University
of Shipbuilding, Mykolaiv

За годы мирового экономического кризиса, последствия которого продолжают напоминать о себе, значительно снизился объем мирового судостроительного производства. Одновременно сократилось число инжиниринговых компаний, а также средняя численность персонала, занятого проектно-конструкторским, информационным и иным интеллектуальным обеспечением верфей. Существенно изменились структура и объемы кооперации таких компаний в рамках крупных международных проектов: одни вовсе прекратили существование, другие заметно свернули хозяйственную активность или перепрофилировались¹. И лишь те, кто входил в состав солидных корпораций (объединивших более двух-трех верфей), сохранили «живучесть».

Между тем в последнее время всё более проявляются изменения, которые не могут не вселять осторожного оптимизма. Причина – пока незначительное, но все же оживление судостроительного рынка. В этой ситуации бизнес-маятник качнулся в противоположном направлении – возник дефицит проектно-конструкторских мощностей внутри судостроительных корпораций и в целом в мировом судостроительном кластере. Вновь в повестке дня восстановление кооперационных связей с инжиниринговыми компаниями. Каждая же из них столкнулась с обострением конкурентной борьбы за право оказаться в списке исполнителей контрактов и впоследствии стать постоянным аутсорсером с устойчиво нарастающими объемами заказов и соответствующего финансирования. Несомненными преимуществами в этом противостоянии обладают те, кто дальновидно использовал далеко не лучшие времена для повышения гибкости и эффективности управления качеством производственных процессов и оказываемых инжиниринговых услуг. Однако и для них, если рассматривать отдаленную перспективу, эта задача сохраняет свою актуальность.

Проблем управления предприятиями и процессами (в том числе в области качества) посвящено множество исследований. Однако интенсивное развитие интеллектуальных систем поддержки принятия решений в данной области началось лишь в середине прошлого десятилетия. Этому в немалой степени способствовало широкое распространение технологии «агентов» на базе парадигмы «вычислений как взаимодействий» [1], новых методов трансформации предприятий в условиях «цифровой экономики» [2], а также появление практически реализованных экспертных систем и систем информационной поддержки принятия решений в процессах производств [3-6]. Попытки создания интеллектуальных систем с учетом особенностей принятия оперативных решений в области управления качеством на предприятиях корабельной инженерии носили эмпирический и на первых порах лишь прикладной характер [7-9].

В связи с использованием в современном судостроении полного комплекса интегрированных решений для проектирования и постройки судов этап технической подготовки производства,

качество пакета рабочей и технологической документации играет решающую роль в успехе отдельно взятого проекта, равно как и в обеспечении конкурентоспособности судостроительных корпораций. Технологии управления жизненным циклом судна развиваются в направлении полной интеграции систем проектирования морских объектов, а также обеспечивают создание «виртуального близнеца» судна. Такие CAD/CAE/CAM-системы предоставляют уникальные возможности для распределенного проектирования и управления проектной информацией: от разработки концепта до постройки и эксплуатации судна. Они обеспечивают эффективное сотрудничество инженеров, находящихся в любой точке мира, позволяют организовать параллельную работу территориально удаленных друг от друга проектно-конструкторских бюро (ПКБ), способствуя передаче инжиниринга на аутсорсинг. Глобальные судостроительные корпорации решаются на такой шаг, если работы выполняются быстрее² и дешевле³, обеспечивая им дополнительные экономические преимущества, укрепляя в конечном итоге рыночные позиции.

Вопросам стоимости обеспечения качества заказчика и подрядчика во взаимосвязи посвящено множество исследований, в том числе труды Л. Басовского [10], М. Бруна и Д. Георги [11]. Задачи обеспечения качества при аутсорсинге проектно-конструкторских работ нашли своё полное или частичное решение в статьях Д. Амарала и Дж. Паркера [12] и Г. Финна [13]. Влияния сложности продукта и технологического процесса судостроения на качество инжиниринга исследовали Дж. Лю и Ф. Гунасекаран [14]. По оценкам ведущих европейских специалистов, затраты на обеспечение качества составляют около 5% от товарооборота, а на устранение брака на машиностроительных предприятиях – в среднем не менее 20% от суммы продаж [15]. Экономические последствия ошибок инжиниринга, выполненного неквалифицированным подрядчиком, более чем очевидны. Тем более при малой серийности.

Эскалация конкуренции (она требует одновременно существенного снижения времени поставки судна и его стоимости, своевременных и качественных проектных решений, безукоризненной технологической документации) привела к ускоренной адаптации ряда интегрированных систем проектирования и производства на базе искусственного интеллекта [16; 17], а также к решению практических задач распределенного аутсорсинга и информационной поддержки принятия корпоративных решений в инжиниринге [18-20].

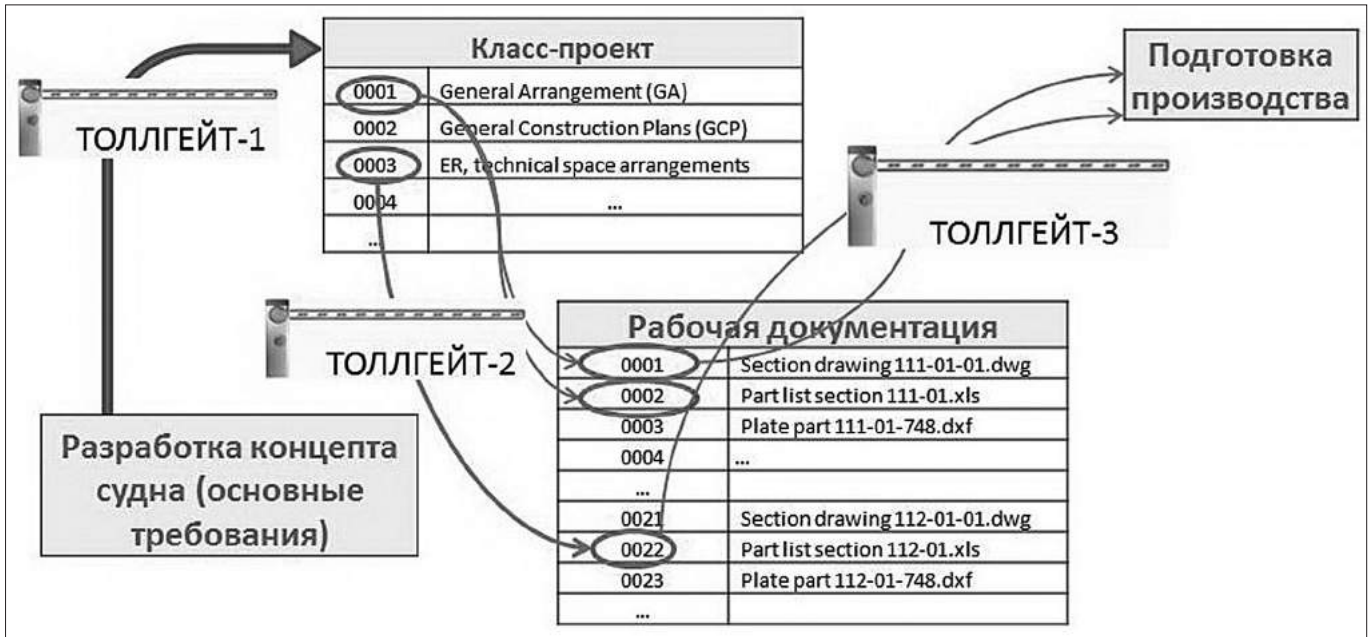
Авторы упомянутых публикаций и другие специалисты, занимавшиеся проблематикой выполнения проектно-конструкторских работ внешним исполнителем, солидарны во мнении относительно сложности организации систем интегрального управления качеством такого рода процессов.

Целью данной работы является анализ особенностей организации процессов производства и систем управления

Рассмотрено влияние особенностей производственных процессов предприятий корабельной инженерии на своевременность и качество принимаемых управленческих решений различного уровня с учетом влияния спада производства на конкурентоспособность проектно-конструкторских и мультисервисных инжиниринговых компаний в мировом судостроении. Получили дальнейшее развитие соответствующие оригинальные модели информационной поддержки таких решений на базе методов сетевых нечетких холонических агентств.

The influence of peculiarities of production processes of ship engineering companies on timeliness and quality of managerial decisions of different levels is considered with a glance on the influence of the setback in production on competitiveness of company at world shipbuilding markets. Corresponding original models of informational support of such decisions making obtained further development based on fuzzy holonic agencies techniques.

Рис. 1. Технология «Tollgate» в корабельной инженерии



качеством предприятий современной корабельной инженерии, их влияние на эффективность управленческих решений различного уровня, а также дальнейшее развитие моделей информационной поддержки принятия решений на базе методов распределенных нечетких холонических агентств.

В течение последних десятилетий украинскими ПКБ в сотрудничестве с мировыми корпорациями накоплен значительный опыт использования различных форм интеграции в глобальную систему судостроения. Наилучшие результаты демонстрировали компании, специализирующиеся на проектах в трехмерных CAD/CAE/CAM-системах. Связано это с тем, что лидеры судостроения из Голландии, Норвегии, Франции, Германии, Японии, Канады, Китая и Сингапура требуют от исполнителя проектно-конструкторскую документацию в виде цифровой базы данных, выпущенной в одной из САПР: Tribon-M3, NUPAS-Cadmatic, AVEVA-Marine, ShipConstructor или MicroStation.

Результатом проведенных обобщений стала концепция «инновационного аутсорсинга» [21], а также модели инжиниринговых процессов на базе методов нечетких холонических агентств [7; 8], соответствующие информационные структуры, алгоритмы мониторинга и управления качеством проектно-конструкторских работ. Один из них предполагает трансфер не только технологий, но также уникальных знаний, стандартов и рабочих методов от заказчика подрядчику [21]. Важное условие реализации этой концепции – налаживание долгосрочных партнерских отношений и взаимного доверия между ними. Кроме того, реализация программы инновационного аутсорсинга предполагает наличие резерва времени для организации и запуска эффективных процессов, связанных с инжинирингом и общим управлением компанией. Пример – новые CAD/CAM-системы, подготовка кадров, создание и внедрение общей системы менеджмента качества (СМК).

Предложенный в [22; 23] метод управления процессами корабельной инженерии с акцентом на безусловное обеспечение за-

данного уровня качества проектно-конструкторской документации получил наименование технологии «Tollgate» (рис. 1). Как видно, она заключается в постоянном контроле в реальном масштабе времени за номенклатурой, полнотой и качеством всех элементов соответствующих информационных потоков с последующим принятием решения о начале работ очередного этапа. Любое отклонение от указанных параметров запрещает дальнейшее продвижение работ по разработке конструкторской или технологической документации (эффект «платного» шлагбаума).

Предварительная организация и динамическая корректировка информационных потоков и персонального состава соответствующих инжиниринговых команд в рамках технологии «Tollgate» и системы информационной поддержки управления качеством инжинирингового проекта СИП КИП (рис. 2) обеспечивают:

- заданный уровень качества (К) поставляемой проектной РКД;
- приемлемый уровень эффективности (Э) разработки этой РКД;

Рис. 2. Основные элементы обобщенной СИП КИП

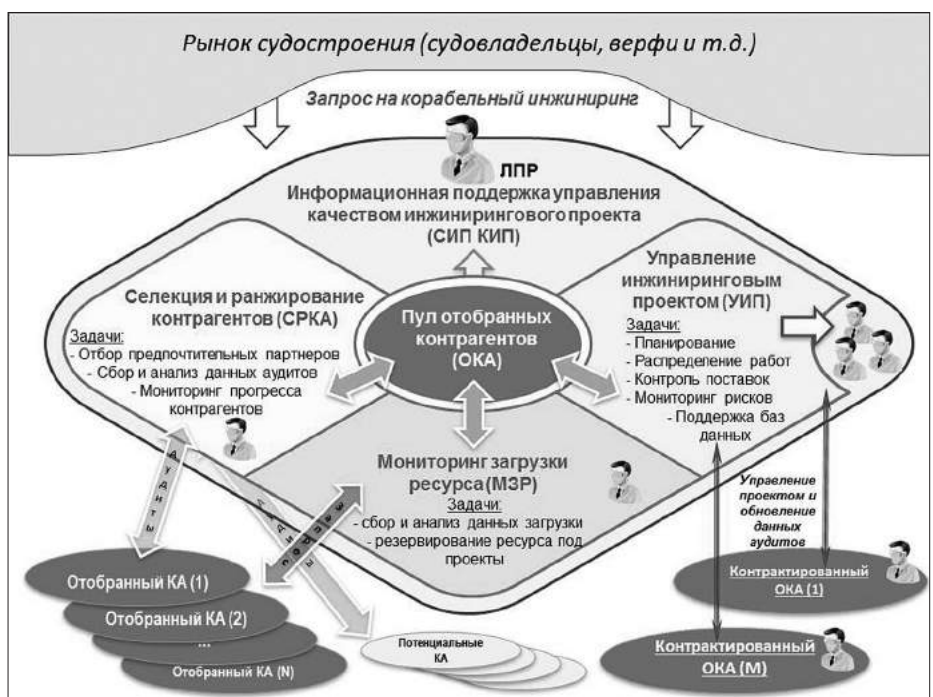
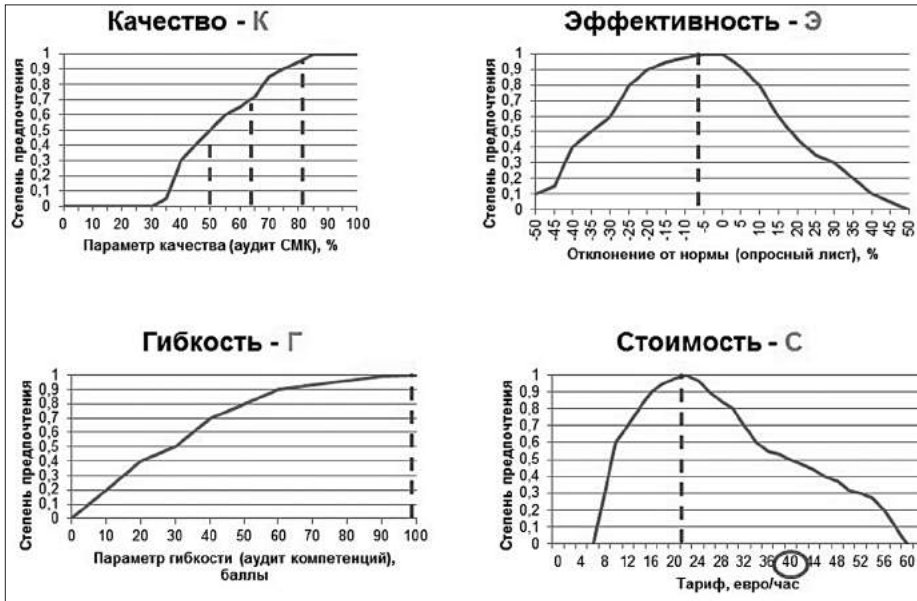


Рис. 3. Пример системы размытых предпочтений ЛПР для КА



- достаточную гибкость (Г) производства как в выборе САПР, так и в учете специфики стратегии и технологии постройки судна на конкретной верфи;
- наилучшую конкурентную стоимость работ (С) при прочих равных условиях (включая особые условия контракта).

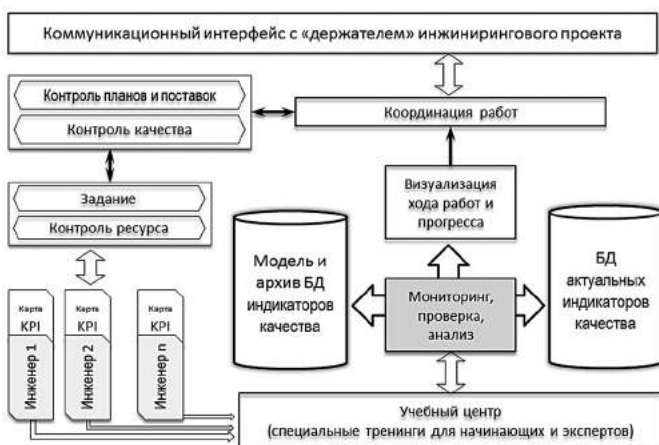
Соответствующее холоническое агентство по реализации функций СИП КИП, «очувствленное» с помощью системы экспертных оценок, состоит в свою очередь из трех компонентов [7; 8; 23]:

1. СРКА – агентство селекции и ранжирования инжиниринговых контрагентов (КА).
2. МЗР – агентство мониторинга загрузки ресурса исполнителей.
3. УИП – агентство оперативного управления и контроля качества инжинирингового проекта постройки судна.

Как правило, запрос на выполнение конкретного проекта поступает от судовладельца, верфи или судового брокера лицу, принимающему решение (ЛПР) в компании корабельной инженерии⁴. В процессе предварительного обсуждения такого запроса на базе эмпирического опыта у ЛПР складывается ментальная модель команды исполнителей проекта.

Параллельно формируется набор критериев подбора специалистов и их весов, которые и составляют содержание запроса ЛПР в адрес СИП КИП. В результате моделирования и формирования из пула отобранных контрагентов (ОКА) проектной команды получают ранжированный перечень вероятных исполнителей. В него попадают лишь те из них, кто доступен по свободному ресурсу в заданный период времени (ответственность МЗР).

Рис. 4. Пример схемы интеграции процессов УИП и СМК



Важнейшей функцией и ответственностью холонического агентства СРКА [8; 23] является формирование пула контрагентов, удовлетворяющих критерий КЭГС (качество-эффективность-гибкость-стоимость). Прямых методов его квантификации не существует из-за лингвистической природы, нечеткости или «размытости». Поэтому предложенные модели разработаны в терминах теории и практики размытых множеств [6]. В качестве инструмента измерения в этом случае выступают аудиты компаний-претендентов с привлечением экспертов.

В результате построения интегральных свертков экспертных оценок по критериям предпочтения ЛПР (рис. 3) система автоматически ранжирует отобранных контрагентов под конкретную задачу с учетом всех условий и ограничений. Аудиты КЭГС потенциальных (ПКА) и уже отобранных контрагентов (ОКА) производятся неоднократно. Первичный аудит – для всех претендентов, но позже (регулярно, с различной периодичностью) – даже для ОКА. При этом все без исключения аудиты КЭГС сфокусированы на анализе следующих основных соответствий и параметров КА:

□ К – требуемый уровень качества инжиниринга. Означает соответствие выпускаемой документации специфическим стандартам верфи-строителя заказа и требованиям классификационного общества; поставку документации «с первого предъявления» без существенных затрат заказчика на контроль качества; наличие реально действующей системы менеджмента качества (СМК) и актуального сертификата ISO 9001:2008 [24];

□ Э – приемлемая эффективность инжиниринга. Означает, что работа выполняется в заданные сроки с конкурентным потреблением нормо-часов; не требует больших трудозатрат заказчика на координацию проекта;

□ Г – достаточная гибкость персонала. Означает быструю адаптацию управленческого и производственного персонала к специфическим требованиям проекта (к версии САПР, к параметрам технологического оборудования и стратегии постройки судна на конкретной верфи, к полноте и последовательности исходной информации);

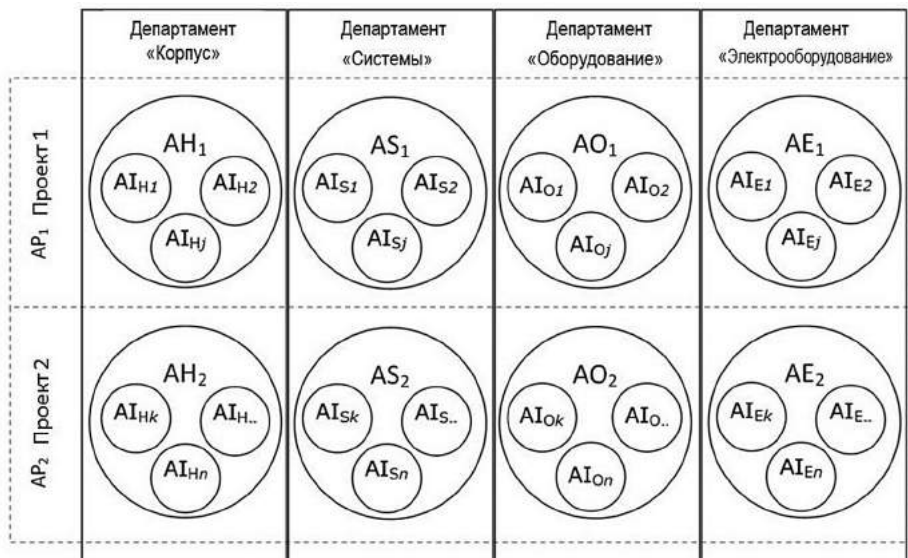
□ С – наилучшая стоимость работ (фиксированная цена) при равных контрактных условиях. Означает конкурентное сочетание тарифа и объема квотированных работ в нормо-часах с учетом особенностей (возможностей) авансирования, помесичной или поэтапной оплаты работ, процентовки прогресса, учета дополнительных работ и т.п.

Совместное рассмотрение выводов аудита КЭГС с результатами исследований агентства МЗР (сбор и анализ текущей загрузки ОКА, запрос на резервирование команд исполнителей конкретного проекта и др.) дают ЛПР возможность с минимальным риском подписать контракты на аутсорсинг распределенных в пространстве и времени инжиниринговых команд из пула ОКА для выполнения рассматриваемого проекта.

Модель агентства УИП построена на базе процессов инжиниринга актуальной системы менеджмента качества (СМК) предприятия в рамках требований международного стандарта ISO 9001:2008 [24; 25]. В этой модели предполагается, что все указанные процессы определены, адаптированы к наилучшим практикам и требованиям возможных заказчиков, а также безусловно исполняются. Кроме того, в ходе реального проектирования все количественные показатели и индикаторы СМК являются объектами постоянного мониторинга, обобщаются путем актуализации баз данных СМК, относящихся и к предприятию в целом, и к его отдельным департаментам, включая ключевые индикаторы качества и эффективности (КПИ) каждого конструктора (рис. 4).

Как видно, в левом нижнем углу схемы присутствуют автономные, индивидуально самодостаточные агенты-холоны (AI-holons), ассоциированные с конкретными инженерами команды проектантов.

Рис. 5. Структура агентства УИП



Эти виртуальные близнецы реальных людей-исполнителей полностью «повторяют» их производственные действия в соответствии с поставленными задачами и сроками выполнения. Они имеют те же специфические индикаторы эффективности, способностей и качества, а также квалификационные показатели и текущие рейтинги. Обновление информации об «эволюции» и производственной «деятельности» каждого AI-holon осуществляется в разных масштабах времени.

То есть каждый рабочий день с самоотчетом и оценкой прогресса – самим исполнителем. Раз в неделю – координатором проекта по специализации. Периодически (по мере оценки прогресса работ) – руководителем департамента. Поэтапно и по завершении проекта – директором инжиниринга и ответственным по контролю качества. Одновременно каждый AI-holon является частью холонического агентства (команда исполнителей проекта по специализациям – корпус, системы, электрооборудование) для каждого из проектов, находящихся в исполнении в компании (рис. 5).

Кроме того, каждый AI-holon, как и холоническое агентство в целом, состоит из равноценных блоков. Первый из этих пяти блоков (блок коммуникации) предназначен для обмена информацией с элементами проектного окружения, другими холонами и агентствами, базами данных и знаний. Второй (блок индивидуальности) – для формирования и ведения базы собственных экспертиз и индикаторов качества,

эффективности, гибкости. Третий (блок планирования) – для контроля графиков работ и исполнения расписания. Четвёртый (операционный блок) предназначен для прогнозирования и фиксации актуального прогресса по каждому из разделов заданий и этапов работ. Пятый блок является блоком принятия технических и организационных решений.

Таким образом, «поведение» холон определяется информационными потоками на входе и выходе соответствующего агента или агентства, внутренними правилами и стандартами, базами данных и знаний, а также собственным предшествующим опытом. Агенты и агентства всех уровней иерархии УИП обеспечивают ЛПР и других руководителей различного уровня информацией о ходе выполнения проектов в компании с учетом большинства основных показателей, необходимых для принятия решений, в том числе и в области управления качеством продукции.

Дополнительной функцией СИП КИП является поддержка объективизации прогнозов потенциальных контрактов в средней и долгосрочной перспективе, а именно моделирование перспективной загрузки на множестве альтернативных предложений рынка судостроения, распределение кадрового потенциала, мониторинг рисков, планирование роста квалификации персонала и конкурентных преимуществ компании.

Тестирование, адаптация и внедрение разработанных концепций, структур, моделей, методов, алгоритмов и программных комплексов автоматизации и информационной поддержки процессов менеджмента качества (СМК) производились на базе ряда отечественных и зарубежных судостроительных инжиниринговых компаний. Компания «Aker Yards Design Ukraine, LLC» имеет более чем десятилетний опыт работ в области современной корабельной инженерии для ряда верфей мирового рынка судостроения. Компания «Marine Design Engineering Mykolaiv, LLC» свыше семи лет работ оказывает соответствующие услуги верфям одного из лидеров мирового рынка судостроения – Группе компаний DAMEN. По проектной и конструкторской документации этих СПКБ построено более двухсот судов различных типов и размеров на верфях Нидерландов и Германии, Норвегии и Кубы, Сингапура и Румынии, Индонезии и Канады, а также украинских и российских судостроительных заводов.

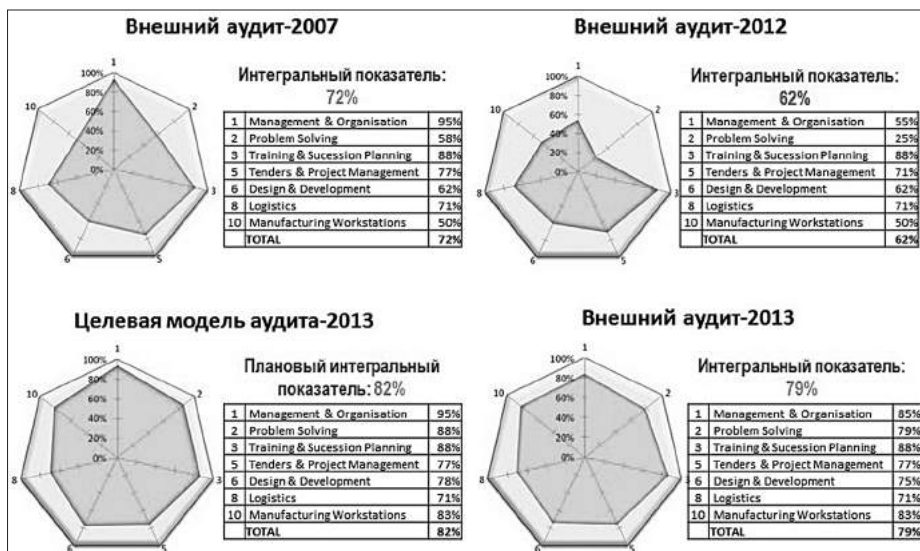
Иллюстрацией эффективности внедрения и положительного влияния разработанных инструментов СИП КИП на управляемость

процессов контроля качества и повышение конкурентоспособности инжиниринговой компании на мировом рынке может служить сопоставление основных интегральных характеристик и показателей качества актуальной системы СМК одной из рассмотренных компаний за пять лет в до- и посткризисный периоды (рис. 6).

Разработанная система СИП КИП проявила себя как надежный практический инструмент обеспечения высокого качества работ, а также развития, загрузки и повышения конкурентоспособности предприятия. В период до мирового экономического кризиса компания имела постоянных заказчиков из Германии, Канады, Франции и Норвегии. Работала внутрикорпоративная система планирования и трансфера инженерных знаний, в частности специфики судостроительных технологий каждой из верфей-заказчиков.

Интегральный показатель СМК достигал величины 72%, что обеспечивало вхождение

Рис. 6. Динамика изменения интегрального показателя СМК



в пул предпочтительных контрагентов. После существенного спада активности на рынке судостроения и по ряду иных обстоятельств компании пришлось осваивать новые для себя рынки – Дальнего Востока и России⁵. Изменилась структура, номенклатура и содержание поставляемых пакетов РКД, соответственно произошла некая перекалфикация персонала.

Однако по-прежнему положительную роль играли наработанные конкурентные преимущества – гибкость, эффективность производства и, разумеется, качество. Между тем, стремясь к экспансии этих новых рынков, пришлось существенно снижать тариф для сохранения цены услуг на конкурентном уровне.

В посткризисный период к компании стали возвращаться прежние заказчики с по-прежнему высокими и даже ещё более возросшими требованиями к СМК и управлению всеми производственными процессами. В полную силу заработали принципы бережливого производства, что потребовало принятия срочных мер к внедрению адекватных инструментов автоматизации СМК. Первый же серьезный внешний аудит СМК подтвердил актуальность этой проблемы (к началу 2012 года интегральный показатель эффективности СМК в ручном исполнении снизился на 10 пунктов – до 62%). Пошаговое внедрение, адаптация и развитие тестируемой и внедряемой СИП КИП позволили в кратчайший срок смоделировать и спрогнозировать перспективы совершенствования автоматизированной интеллектуальной СМК (внутренний аудит начала 2013 года продемонстрировал возможности роста интегрального показателя СМК на 20 пунктов – до 82%).

Практика подтвердила правильность принятых корректирующих мер и соответствующих внутренних программ развития. Было осуществлено обновление части аппаратных и программных средств, ряда ИТ решений, проведены целевые тренинги большинства персонала. Интегральный показатель качества актуального СМК компании по результатам внешнего аудита в конце 2013 года вырос в итоге на 17 пунктов – до 79%. Результат – стремительный взлет компании в рейтинге предпочтительных КА с девятого на третье место, подписание ряда долгосрочных соглашений, рост среднего уровня загрузки до 85%.

Повышенные практические стандарты управления качеством позволили некоторым проектно-конструкторским компаниям расширить номенклатуру инжиниринговых сервисов, включая мультисервисное обслуживание корпоративных заказчиков в области маркетинга, поддержку международных компьютерных сетей, специальных расчетов и т.п.

ВЫВОДЫ

1. Анализ влияния особенностей производственных процессов корабельной инженерии на своевременность и качество принимаемых управленческих решений различного уровня позволил определить основные направления повышения конкурентоспособности отечественных СПКБ на мировом рынке судостроения. Применение предложенной концепции «инновационного аутсорсинга», соответствующих моделей и алгоритмов управления качеством проектно-конструкторских работ на практике открывает новые перспективы развития отечественного проектно-конструкторского потенциала. Практически подтверждена эффективность предложенной системы информационной поддержки принятия решения при выборе аутсорсингового партнера и при управлении качеством продукции.

2. Применение предложенной концепции и модели на базе технологии «Tollgate» обеспечивает бесперебойное распределенное проектирование, позволяя отечественным ПКБ полноценно конкурировать в условиях растущего спроса на рынке инжиниринговых услуг в судостроении и океанотехнике. Практическая реализация предложенного подхода осуществлена в ходе создания и развития двух отечественных СПКБ (около 200 рабочих мест высококвалифицированного персонала);

3. Эффективность разработанных инструментов информационной поддержки принятия решения подтверждена в ходе реализации более 50 проектов проектирования, конструирования и подготовки постройки различных типов судов на многочисленных верфях мира.

ССЫЛКИ

¹ И могло ли бы быть иначе, если собственники, памятуя о «своей рубашке», которая, как известно, «всегда ближе к телу», компенсировали потери от снижения объемов строительства судов на принадлежащих им верфях автоматическим отказом от сотрудничества с субподрядчиками. Включая тех, с кем деловые отношения строились на фундаменте традиционного аутсорсинга.

² Сокращение сроков возможно благодаря временно свободным или легко наращиваемым проектным мощностям. Например, путем субконтрактирования внутри кластера проектных организаций.

³ Главным образом, будем откровенны, из-за относительной дешевизны рабочей силы.

⁴ При обработке рассматриваемого запроса используют текущую информацию баз данных агентств СРКА и МЗР.

⁵ Констатируем, что российская специфика производства и применяемые технологии существенно (и не в лучшую сторону) отличаются от новейших мировых стандартов.

ЛИТЕРАТУРА

- Luck M. et al. *Agent Technology: Computing as Interaction. A Roadmap for Agent-based Computing* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agentlink.org/roadmap/al3rm.pdf>.
- Turban E. et al. *Information Technology for Management – transforming organizations in the digital economy* [Текст]. – 4th Edition, John Wiley & Sons, 2004. – Pp. 543-552.
- Monostori L. et al. *Agent-Based Systems for Manufacturing* [Текст]. – *Annals of the CIRP*, vol. 55/2, 2006. – Pp. 382-385.
- Leitao P. *Agent-based distributed manufacturing control: A state-of-art survey* [Текст]. – *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, No. 22. – Elsevier, 2009. – Pp. 979-991.
- Chaiia et al. *Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature* [Текст]. – *Expert Systems with Applications*, vol. 40, 2013. – Pp. 3872-3885.
- Жукова Е. Ю. *Применение современных методов принятия решений к выбору инжинирингового аутсорсера* // В сб. материалов МНТК «Инновации в судостроении и океанотехнике». – Николаев, НУК, 2013. – С. 42-44.
- Жеребetsky А. В., Жуков Ю. Д. *Холонические агенты в моделях инжиниринговых процессов* // В сб. «Инновации в судостроении и океанотехнике». – Николаев, НУК, 2013. – С. 44-48.
- Zhukov Yu., Zhukova E., Zherebetsky A. *Agent-based Ship Engineering Management System // Innovations in Shipbuilding and Offshore Technologies.* – Nikolayev, NUS, 2013. – Pp. 40-41.
- Жукова Е. Ю. *MDEM – теория и практика управления компаниями* // *Экономист.* – 2010. – №7. – С. 18-19.
- Басовский Л. Е. *«Экономический анализ»* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://бизнес-учебники.рф/ekonomika_teorija/ekonomika-kachestva.html, 2008.
- Брун М., Георги Д. *Управління якістю: витрати і прибуток* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.management.com.ua/qm/qm002.html>, 2006.
- Amaral J., Parker G. *Prevent Disasters in Design Outsourcing* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hbr.org/2008/09/prevent-disasters-in-design-outsourcing/>, 2008.
- Finn G. *Building quality into design engineering* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.qualitydigest.com/feb00/html/design.html>, 2000.
- Lyu J., Gunasekaran A. *Design for Quality in the Shipbuilding Industry* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.emeraldinsight.com/journals.htm/journals.html>, 2003.
- Цена качества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.labex.ru/page/kpkfjpkspos> 18.html, 2012.
- Kilambi S., Kilambi J. *Artificial Intelligence Manufacturing and Design.* – *United States Patent US 20020049625A1*, pub. Apr. 25, 2002.
- Hogan M.A. *Modular Hierarchically Organized Artificial Intelligence Entity.* – *United States Patent US006738753B1*, pub. May 18, 2004.
- Heggen J. *Virtual Outsourcing agency System and Method.* – *United States Patent US 2013032213A1*, pub. Dec. 12, 2013.
- Deal S.V. *Massively Distributed Problem Solving Agent.* – *United States Patent US 20140101079A1*, pub. Apr. 10, 2014.
- Hall M., Jones K., Gould S., Williams P.G. *Collaborative Decision Making.* – *United States Patent US 20140101088A1*, pub. Apr. 10, 2014.
- Жукова Е. Ю. *Инновационный аутсорсинг в организации современного судового проектирования* // В сб. материалов ВНТК с МУ «Современные технологии проектирования, постройки, эксплуатации и ремонта судов, морских технических средств и инженерных сооружений». – Николаев, НУК, 2013. – С. 33-36.
- Zhukov Yu.D., Zhukova E.Yu. *Information Flow and "Tollgate" Concept in Naval Engineering* // В сб. материалов ВНТК с МУ «Современные технологии проектирования, постройки, эксплуатации и ремонта судов, морских технических средств и инженерных сооружений». – Николаев, НУК, 2013. – С. 9-10.
- Zhukov Yu., Zhukova E., Zherebetsky A. *Application of fuzzy holonic models for decision support in ship engineering management* // *Int. Conf. on Modelling and Simulation Book of Abstracts, MS'13 Chania, Crete, Greece, 7-8 Nov. 2013.* – Pp. 3-4.
- ISO 9001:2008 «Системы менеджмента качества. Требования» ИСО – Международная организация по стандартизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iso.org/iso/ru/home.htm>, 2013.
- ISO 9001:2008 *Руководство по «Аутсорсингу процессов» Часть 4.1* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iso.org/iso/ru/home.htm>, 2013.