

# Применение информационных технологий для управления жизненным циклом судов и морской техники



**П. В. Филиппов,**  
д-р техн. наук,  
профессор, директор  
НИИ «Лот»  
ФГУП «Крыловский  
государственный  
научный центр»



**М. Ю. Шумаев,**  
канд. техн. наук,  
доцент, начальник  
13-го НИО стандартизации  
оборонной продукции НИИ  
«Лот» ФГУП «Крыловский  
государственный  
научный центр»



**А. В. Марченко,**  
начальник 112-го сектора  
управления электронным  
фондом НТД НИИ «Лот»  
ФГУП «Крыловский  
государственный  
научный центр»

Сегодня в мире широко применяются информационные технологии для управления и сокращения стоимости жизненного цикла (ЖЦ) изделий. В Российской Федерации нет единой системы управления ЖЦ судов и морской техники. Внедрение информационных технологий и обеспечение данного процесса нормативными документами позволит решить эту проблему.

В течение последних десятилетий во многих странах мира широкое распространение получили системы управления жизненным циклом (СУ ЖЦ) изделий. Понятие «жизненный цикл» включает в себя все этапы жизни изделия: от изучения рынка перед проектированием изделия до утилизации изделия после его использования. Появление СУ ЖЦ обусловлено тем, что постоянно повышаются требования к уровню характеристик таких наукоемких изделий, как современные суда и объекты морской техники, возрастает сложность их разработки и производства, увеличивается стоимость их ЖЦ, особенно на стадии эксплуатации, которая может достигать десятков лет.

В этих условиях особенно актуальны специальные меры, направленные на обоснование, достижение, поддержание заданных значений характеристик и решение задач оптимизации систем технического (сервисного) обслуживания, подготовки персонала, расходов на создание, изготовление, эксплуатацию, ремонт и утилизацию, сроков разработки и поставки изделий, что и составляет содержание управления ЖЦ. Цель такого управления состоит в уменьшении сроков постройки, стоимости проектирования и производства, а также стоимости эксплуатации, модернизации и утилизации в условиях нестабильной экономической среды и жесткой конкуренции на мировых рынках.

Как показал опыт иностранных компаний, такой подход приводит к перераспределению денежных затрат: увеличивается стоимость начальных стадий

ЖЦ, но стоимость всего жизненного цикла снижается на 15–20 %.

Система управления жизненным циклом складывается из многих составляющих. Главные из них – организационная модель взаимодействия всех участников создания и эксплуатации судна, обеспечение этих процессов информационной поддержкой, нормативной правовой и технической документацией.

Для управления ЖЦ судов и объектов морской техники за рубежом внедряются и используются СУ ЖЦ, основанные на концепции Continuous acquisition and life cycle support (CALS), что дословно можно перевести как непрерывность поставок продукции и поддержки ее ЖЦ. Подчеркнем, CALS – это не программный комплекс, не технология. Скорее это именно концепция, способ организации электронной поддержки продукта на протяжении всего ЖЦ. Основу концепции CALS составляет повышение эффективности процессов ЖЦ изделия за счет повышения эффективности управления информацией об изделии. Задача CALS – преобразование ЖЦ изделия в высокоавтоматизированный процесс в результате реструктуризации (реинжиниринга) входящих в него бизнес-процессов [1].

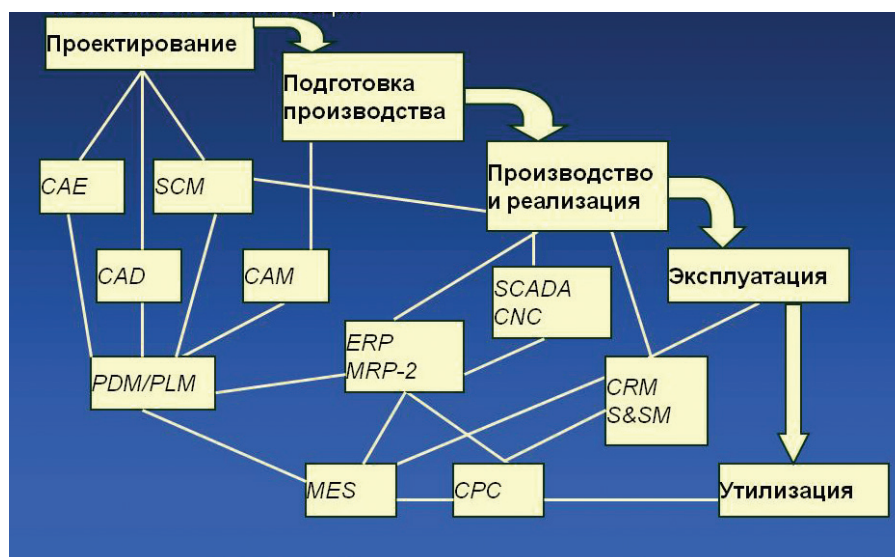
Концепция CALS возникла в середине 1980-х годов в оборонном комплексе США из необходимости повысить эффективность управления и сокращения затрат на информационное взаимодействие во время заказа, поставок и эксплуатации средств вооружения и военной техники. Тогда и появилась

потребность в организации «единого информационного пространства», обеспечивающего оперативный обмен данными между заказчиком (федеральными органами), производителями и потребителями военной техники [2]. Предметом CALS стала безбумажная технология взаимодействия между организациями, заказывающими, производящими и эксплуатирующими военную технику, а также формат представления соответствующих данных. CALS-технологии было проще внедрить в оборонную промышленность благодаря тому, что единственный собственник – государство, кроме того, жестко закреплена структура взаимодействия участников ЖЦ.

После того как была доказана эффективность CALS-технологий, их начали активно применять не только на военных предприятиях, но и в промышленности, строительстве, на транспорте и в других отраслях экономики. Тем самым такие технологии получили более широкую трактовку – как непрерывная поддержка ЖЦ [2]. По внедрению CALS-технологий в гражданских областях во всех странах мира, в частности в России, лидируют аэрокосмическая промышленность, атомная, автомобилестроение. В судостроении наиболее целесообразно внедрение CALS-технологий для управления ЖЦ судов и морских объектов (ледоколов, судов для перевозки нефти и сжиженных газов, буровых платформ и др.), участвующих в освоении месторождений полезных ископаемых на арктическом шельфе по следующим причинам:

- 1) у судов указанных типов и морских объектов гораздо меньше вероятность смены собственника;
- 2) такие объекты представляют собой сложные инженерные сооружения узкой направленности, имеющие высокую стоимость;
- 3) объекты эксплуатируются в суровых климатических условиях и агрессивных средах;
- 4) сходное функциональное назначение объектов – добыча и транспортировка газа и нефти;
- 5) высокие требования по компоновке, обеспечению взрывопожаробезопасности и предотвращению загрязнения окружающей среды.

Если суда и морские объекты используются для освоения арктического шельфа, ошибки на начальных стадиях их ЖЦ могут привести не только к су-



Концепция CALS-технологий. Стадии жизненного цикла изделий судостроительной промышленности и системы их автоматизации

щественному удорожанию проекта, недостаточной его функциональности и срыву сроков сдачи, но и к катастрофическим последствиям для обслуживающего персонала, техники и окружающей среды.

Как показала практика использования, управленческие и информационные технологии CALS позволяют решать с большой эффективностью и с меньшими издержками, чем другие методы, следующие задачи [3]:

- 1) накопления, хранения и систематического обновления данных о судне;
- 2) согласования, утверждения и отслеживания выполнения требований к характеристикам судна и его компонентов на всех этапах ЖЦ;
- 3) обеспечения надежности (безотказности, долговечности) судна как конструктивными, так и эксплуатационными средствами;
- 4) обеспечения ремонтпригодности и технологической «оснащенности» во время эксплуатации;
- 5) формирования регламентов и технологических операций технического обслуживания;
- 6) определения рациональной периодичности планово-профилактических работ (единицы календарного времени или наработки), оценки продолжительности и стоимости выполнения тех или иных технологических процессов;
- 7) анализа и реализации возможностей сокращения продолжительности и стоимости техпроцессов;
- 8) определения рациональной номенклатуры и количества запасных частей, расходных материалов и при-

надлежностей, поставляемых вместе с судном;

9) кодификации продукции, позволяющей упорядочить поставки и сократить время удовлетворения заявок на запасные части, расходные материалы и принадлежности;

10) мониторинга хода эксплуатации, позволяющего накапливать и анализировать фактические данные о надежности, расходовании ресурсов всех видов, эффективности применения и т. д., с целью последующего использования этих данных при модернизации существующих и проектировании новых судов;

11) стандартизации процессов и технологий управления и информационного взаимодействия всех участников.

После реализации CALS-технологий в иностранных компаниях улучшены следующие показатели [4]:

- 1) в процессе проектирования и инженерных расчетов:
  - сокращение времени проектирования на 50 %;
  - сокращение затрат на изучение выполнимости проектов на 15–40 %;
- 2) в процессе организации поставок:
  - уменьшение количества ошибок при передаче данных на 98%;
  - сокращение времени поиска и извлечения данных на 40 %;
  - уменьшение стоимости информации на 15–60 %;
  - повышение показателей качества на 80%;
- 3) в процессе эксплуатационной поддержки изделия:
  - сокращение времени на изменение технической документации на 30 %;

– уменьшение стоимости технической документации на 10–15 %.

Сегодня в отечественном судостроении функции управления ЖЦ реализуются в рамках СУ разработкой, производством и эксплуатацией, которая была сформирована в СССР в 1970–1980-х годах. Функционирование этой системы обеспечивается взаимодействием заказчиков, эксплуатирующих организаций и других участников, осуществляющих разработку, изготовление, ремонт и утилизацию судов. Ключевые механизмы и процедуры функционирования СУ ЖЦ регламентируются стандартами СРПП.

Информационная поддержка существующей СУ ЖЦ базируется преимущественно на традиционном бумажном документообороте. Лишь на некоторых ведущих предприятиях судостроительной промышленности внедрены и используются в полной мере корпоративные программно-технические комплексы автоматизации проектирования, технологической подготовки производства, управления производством и ЖЦ продукции (системы CAD, CAE, CAM, PDM, ERP, PLM). Они основаны на применении электронной конструкторской и технологической документации без их интеграции в единую информационную среду участников ЖЦ.

Возможности современных информационно-коммуникационных технологий для организации взаимодействия участников ЖЦ судов и морской техники используются слабо, особенно на стадиях эксплуатации, ремонта, модернизации и утилизации. В то же время основой информационной под-

держки процессов ЖЦ должно быть единое информационное пространство, в котором вся информация, созданная на каком-либо этапе (как правило, на этапе проектирования) ЖЦ судна, сохраняется и становится доступной (согласно имеющимся правам) всем участникам указанных процессов. Важное конкурентное преимущество и эффективное решение подобного комплекса задач состоит в использовании интегрированных систем поддержки ЖЦ изделия (Product Life Cycle Management, PLM).

Из практического опыта известно, что для реализации информационной поддержки CALS-технологий с использованием PLM-систем и построением информационных моделей судов необходимо действовать последовательно. К сожалению, и в теоретических публикациях, и при дальнейшей реализации системы управления ЖЦ приводятся обоснования и подходы к информационной поддержке ЖЦ, построению PLM-систем без учета реальных ступеней развития информационного пространства. Однако бессмысленно говорить о полноценном внедрении информационной поддержки CALS-технологий, создании информационных моделей судов без преодоления всех ступеней [5]. Ступени внедрения информационной поддержки ЖЦ, основанной на концепции CALS-технологий, представлены на рисунке.

Программные продукты, реализующие функции информационной поддержки ЖЦ, сегодня широко известны и представлены на рынке программного обеспечения (ПО). К сожалению, основная масса решений в области ПО

вычислительной техники, внедряемых на российских предприятиях, традиционно базируется на продуктах SAP, Oracle, IBM, Microsoft, других западных и азиатских производителей. Поэтому большое значение для судостроительной отрасли в условиях применения санкций приобретают разработка и использование отечественного ПО.

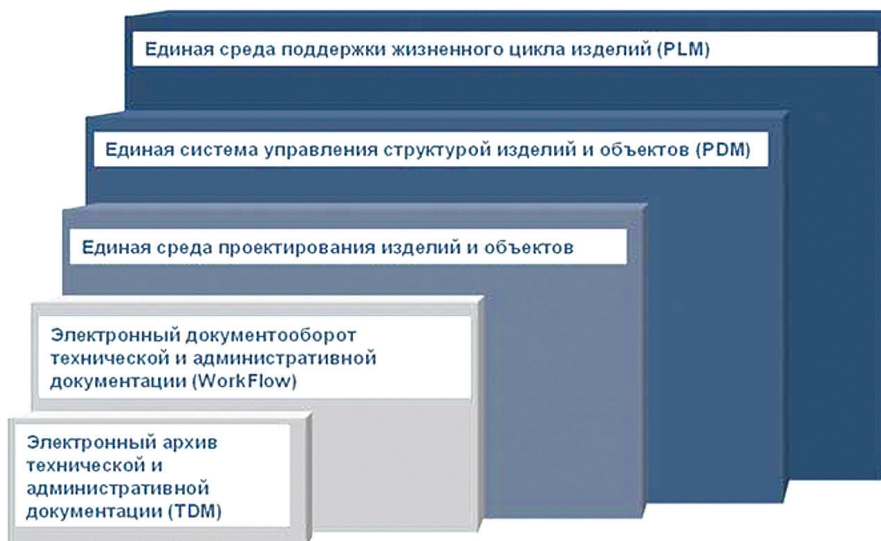
После выполнения программы импортозамещения ПО должна снизиться стоимость закупки и обслуживания программных продуктов, быть обеспечена независимость от иностранных компаний-разработчиков. Кроме того, будут решены вопросы информационной безопасности.

В апреле 2015 г. Минпромторг и Минкомсвязи утвердили планы импортозамещения электроники и программного обеспечения. Если в 2014 г. доля импорта в общем объеме рынка бизнес-приложений (ERP, CRM, СЭД, управление проектами и т. д.) составила 75 %, то к 2020 г. значение этого показателя должно снизиться до 50 %, а к 2025 г. – до 25 %. Доля зарубежных решений в области ПО для промышленности (PLM, CAD, CAM, CAE) должна уменьшиться с нынешних почти 90 % до 50–60 % [6].

В судостроительной отрасли вопросы интеграции функционирующих программных комплексов в единое информационное пространство важны не только для каждого предприятия, но и для отрасли в целом.

Следует отметить необходимость создания и использования в СУ ЖЦ электронной информационной модели судна. Представления о структуре судов и других изделий судостроения, в отличие от продуктов, например, машиностроения, строительства, на тех или иных этапах ЖЦ должны различаться [7]. Это определяется спецификой работы проектных, судостроительных, судоремонтных, эксплуатирующих организаций и предприятий, выполняющих утилизацию судна. Так, например, основные элементы структуры судна на стадии строительства следующие: строительный район, блок, секция, подсекция, помещения, оборудование, системы и т. д.

Для эксплуатирующей организации интерес представляют такие структурные элементы, как корпус, отсек, надстройка, ярус надстройки, палуба, помещения. Кроме того, представленные модели должны содержать необхо-



Ступени внедрения информационной поддержки жизненного цикла



димую для эксплуатации часть информации, которая появляется на стадии проектирования и строительства. Это могут быть чертежи помещений, систем, эксплуатационная документация на те или иные системы, оборудование, на их элементы, разработанные в проектной, строительной организации или в организациях – поставщиках и производителях оборудования, систем и их элементов. Блок ценной информации, без которой эксплуатационная модель была бы неполной, составляют данные, связанные с логистической поддержкой судна в целом, его систем, оборудования. Важно, чтобы была возможность не только получать информацию о необходимых элементах, но и планировать их заказ, а позже выполнять его.

Для судоремонтного завода наиболее интересно иное представление о структуре изделия судостроения. Оно должно включать не только описание специфических объектов, но и необходимую информацию, разрабатываемую и вносимую в единую информационную модель на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации.

Структурное представление для предприятий, выполняющих утилизацию, может отличаться от приведенных. Обычно это обусловлено спецификой деятельности указанных организаций.

Создание СУ ЖЦ судов и морской техники, внедрение CALS-технологий должно быть регламентировано нормативными документами. В настоящее время разработан ряд стандартов серии ГОСТ Р ISO 10303 – адекватных переводов соответствующих международных стандартов. В этих доку-

ментах, имеющих общую техническую направленность, не учтены особенности отечественной судостроительной промышленности и эксплуатирующих организаций.

Для формирования российского нормативного обеспечения СУ ЖЦ судов и морской техники необходимо следующее:

1) анализ государственных стандартов СРПП;

2) анализ фонда отраслевых нормативных документов судостроительной промышленности с учетом принятого в 2015 г. ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации»;

3) создание группы стандартов «Управление жизненным циклом в судостроении»;

4) разработка новых стандартов, регламентирующих СУ ЖЦ судов и морской техники;

5) использование опыта разработки нормативных документов в кораблестроении в ходе выполнения пилотных проектов.

Работа по формированию нормативного обеспечения СУ ЖЦ судов и морской техники должна выполняться на консенсусной основе специалистами судостроительной промышленности и эксплуатирующих организаций. Общую координацию осуществляет НИИ «Стандартизации и сертификации «Лот» ФГУП «Крыловский государственный научный центр», на который возложена функция управления фондом отраслевых нормативных документов судостроительной промышленности. На базе НИИ «Лот» функционирует технический комитет № 5 «Судостроение», который в 2015 г. был успешно реформирован. Был создан

подкомитет № 11 «Информационные технологии (судостроение и эксплуатация судов). Управление жизненным циклом продукции судостроительной промышленности».

Необходимо еще раз отметить, что внедрение СУ ЖЦ и информационных технологий оказывается наиболее привлекательным для судов и морской техники, имеющих одного собственника на протяжении всего ЖЦ. К таким объектам можно отнести суда и морскую технику, используемую при разработке месторождений арктического шельфа. Поэтому во внедрении СУ ЖЦ, CALS-технологий должны быть заинтересованы такие организации, как ПАО «Совкомфлот», ФГУП «Атомфлот», ОАО «Газпром», ОАО «НК «Роснефть», ОАО «ЛУКОЙЛ» и др. ■

#### Литература

1. Андропова О., Бойцов И. CALS по-русски означает ИПИ // Компьютер Информ. 2003. № 17.
2. Шалумов А. С., Никишкин С. И., Носков В. Н. Введение в CALS-технологии: учеб. пособие. Ковров: КГТА, 2002. 137 с.
3. Спиринов Д. В., Аркатова Н. А. Эффективное проектирование средств технологического оснащения при автоматизированной подготовке машиностроительного производства // Изв. Москов. гос. техн. ун-та «МАМИ». 2009. № 2(8). С. 202.
4. Горбач В. Д. Некоторые аспекты реализации CALS-технологий в российском судостроении // Материалы 4-й междунар. конф. по морским интеллектуальным технологиям. СПб.: МОРИНТЕХ, 2001. С. 5–9.
5. Рындин А. А., Рябенский Л. М., Тучков А. А., Фертман И. Б. Ступени внедрения ИПИ-технологий // САПР и графика. 2006. № 4.
6. Импортзамещение. Идем дальше // Новый оборонный заказ. Стратегии. 2015. № 5 (37).
7. Тучков А. А., Рябенский Л. М., Рындин А. А., Фертман И. Б. Технологии обеспечения жизненного цикла сложных изделий (PDM/PLM/CALS) – основа формирования ЕИП предприятия // Тезисы докл. на конф. «Интеграция предприятий: Организационные и технологические схемы электронного взаимодействия участников создания и эксплуатации корабля. Инновационный проект в судостроении». – URL: www.esg.spb.ru.