

# Электронная информационная модель

## ИЗДЕЛИЙ СУДОСТРОЕНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

### О чем пойдет речь

В предлагаемой вашему вниманию статье рассмотрены принципы построения ЭИМК — электронной информационной модели корабля, отображающей его информационную структуру и использование этой структуры на различных этапах его жизненного цикла. Модель выполнена с использованием системы TDMS (разработчик — компания Consistent Software Development) и ряда средств автоматизированного проектирования.

Рассматриваются пути реализации процесса внедрения CALS (ИПИ)-технологий как основы повышения качества и конкурентоспособности наукоемкой продукции на предприятиях судостроительной отрасли (работающих как на российском, так и на внешнем рынке), подходы к специфическим задачам различных этапов жизненного цикла, приводятся примеры их решения. Одной из таких задач является внедрение элементов интегрированной логистической поддержки.

В качестве примера приведены две стадии жизненного цикла корабля: строительство (модернизация) и эксплуатация.

Предложенная структура реализует следующие традиционные модули ЭИМК:

- "Структурная схема корабля";
- "Логистическая поддержка";
- "Интерактивные руководства";
- "3D-модель".

### Модуль "Структурная схема корабля"

Очевидные различия в структуре корабля на различных этапах его жизненного цикла определяются спецификой работы проектных, судостроительных, судоремонтных, эксплуатирующих организаций. Например, основными элементами иерархической структуры корабля на стадии строительства являются строительный район, блок, секция, подсекция, помещения, оборудование, системы, а для эксплуатирующей организации важны такие основные элементы иерархической модели, как корпус, отсек, надстройка, ярус надстройки, палуба, помещения.

В то же время для строительной и эксплуатационной структур корабля существует ряд "общих" иерархических объектов (палуба, ярус, помещение, система, оборудование); представляет интерес положение этих объектов по шпангоутам.

Суммируя сказанное, иерархическую модель корабля на этапах строительства и эксплуатации можно представить в виде схемы (рис. 1).

Для отображения других стадий жизненного цикла (проектирование, ремонт, модернизация, утилизация) схема может быть дополнена соответствующим иерархическим представлением структуры на этих стадиях.

Пример структуры эксплуатационной модели показан на рис. 2. Основные элементы иерархии — отсеки, помещения, документация по системам, систе-

мы в помещениях, документация по живучести, аварийно-спасательное имущество, трехмерные модели помещений и ряд других. Следует отметить, что помимо отсеков, надстроек, палуб, настилов, ярусов и платформ, все элементы иерархии являются "общими" для строительной и эксплуатационной моделей (системы, помещения, оборудование, документация ИЭТР и т.д.). Эти элементы иерархии добавлены в эксплуатационную модель ссылками на справочники элементов иерархии, "общих" для строительной и эксплуатационной моделей.

Пример строительной модели корабля представлен на рис. 3. Основными элементами иерархической структуры являются строительные районы, блоки, секции и подсекции. В иерархию строительной модели входят и "общие" для эксплуатационной и строительной моделей элементы: помещения, системы, оборудование, документация, ИЭТР — они добавлены в иерархическую структуру с помощью ссылок на справочники "общих" элементов.

Разделы-справочники ЭИМК, "общие" для строительной и эксплуатационной моделей, содержат сведения о реальных помещениях, системах, оборудовании. Наибольший объем занимает справочник, представляющий собой два списка: всех систем корабля и список оборудования (состава систем). Записи списка систем имеют соответствующие поля (атрибуты формы ввода), обеспечена возможность записи чертежей и любых

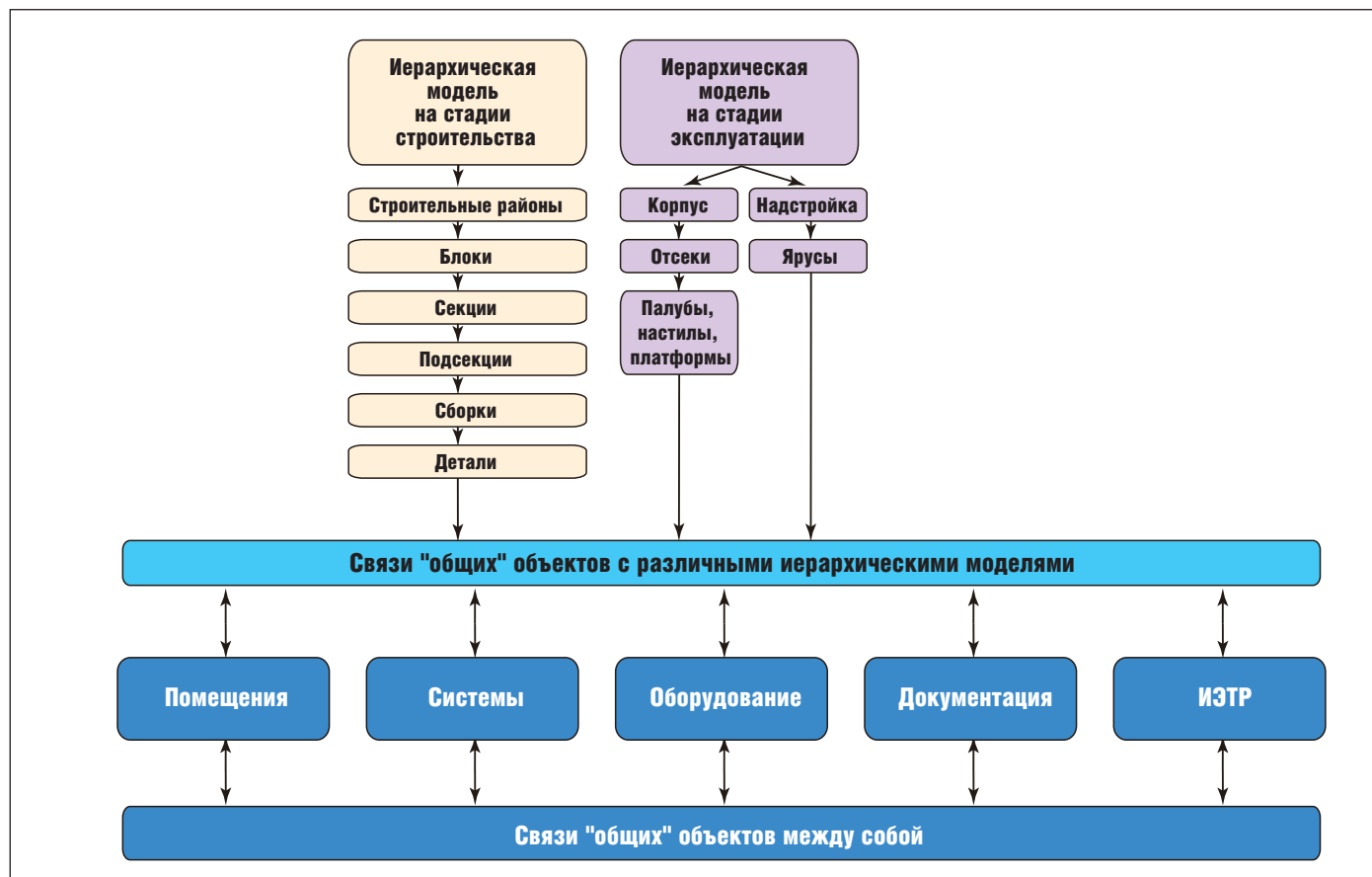


Рис. 1. Основные элементы иерархии информационной модели корабля на стадиях строительства и эксплуатации

других документов. Любая из записей списка систем имеет ссылки на записи списка элементов систем.

Для каждой единицы оборудования систем имеется соответствующая форма с атрибутами – полями регистрации и поиска в базе; предусмотрена возможность записи файлов чертежей и иных документов в электронном виде. Все системы и единицы оборудования системы связаны с записями справочника ЗИП

(на этом мы подробнее остановимся ниже – в разделе "Модуль "Логистическая поддержка"). Все справочники связаны по соответствующим полям, реализован механизм детализации оборудования по системам и разбиения общекорабельных систем по помещениям (включая оборудование соответствующих систем в помещениях).

Каждая атрибутивная карточка объекта иерархии имеет вкладку Связи, ото-

бражающую следующую информацию: состав объекта иерархии (что в него входит), в состав чего именно входит данный объект иерархии (входимость), где данный объект иерархии используется (применяемость). Кроме того, каждый объект, отображаемый на вкладке Связи любого элемента иерархии, может быть "раскрыт", что предполагает получение его карточки, анализ состава, входимости и применяемости. Таким образом, этот метод отображает состав, входимость и применяемость не только объекта иерархических структур, но и связанных с ним объектов. Метод не накладывает ограничений по степени вложенности, благодаря чему один из важнейших документов судостроения, так называемый "кирпич", формируется автоматически.

Кроме того, в ЭИМК создан раздел документации, включающий разделы технического проекта, рабочего проекта и эксплуатационной документации с подразделами. Каждый элемент справочника имеет атрибуты для регистрации и поиска в базе, а также обеспечивает возможность записи файлов чертежей, нормативных, справочных, юридических, административных и прочих документов.

Помимо справочников, "общих" для строительной и эксплуатационной модели, в ЭИМК разработаны иерархичес-

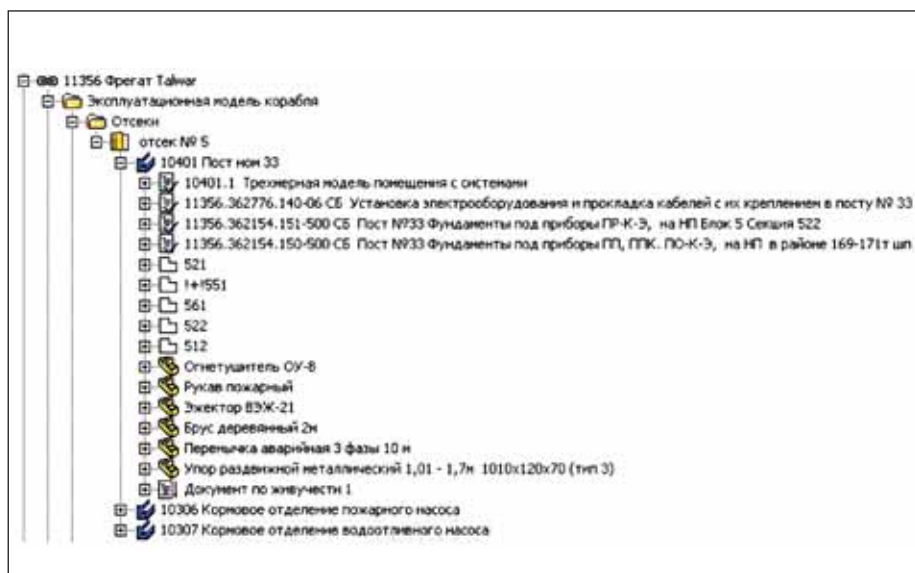


Рис. 2. Основные элементы иерархии эксплуатационной модели

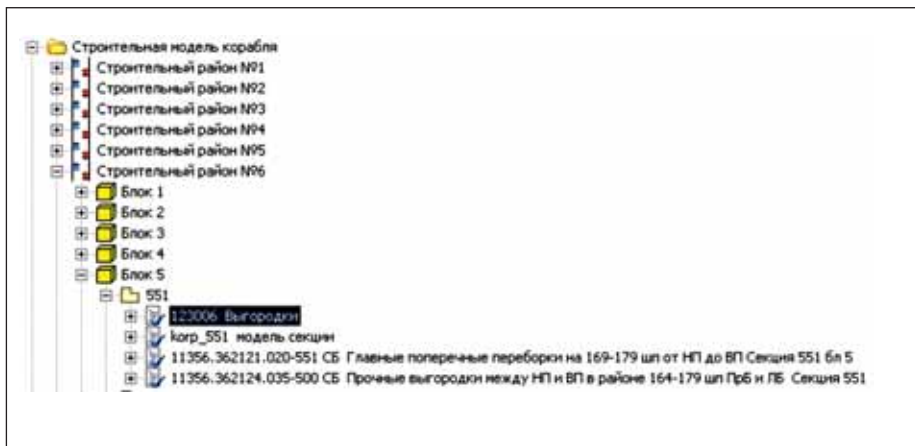


Рис. 3. Основные элементы иерархии строительной модели

кие структуры, соответствующие стадиям строительства и эксплуатации.

Предложен механизм отображения связей строительной и эксплуатационной структур с элементами, "общими" для этих структур. В частности, системы и оборудование связывались как с соответствующими элементами иерархической модели эксплуатационной структуры (отсеками, помещениями, палубами), так и с соответствующими элементами иерархической структуры строительной модели (строительными районами, блоками, секциями).

### Модуль "Логистическая поддержка"

Одной из важнейших и наиболее востребованных подсистем ЭИМК является подсистема создания электронных каталогов предметов снабжения (ЭКПС): оборудования и ЗИП, необходимого при эксплуатации и ремонте изделия. ЭКПС обеспечивает интегрированную логистическую поддержку (ИЛП) изделия на этапе эксплуатации, поддерживает механизм формирования заявок на пополнение ЗИП (запасные части, инструмент, принадлежности).

В модуле логистической поддержки реализованы инструменты, позволяющие планировать наличие на складе организации-поставщика тех или иных предметов снабжения, необходимых для плановых регламентных работ.

Наряду с инструментом поддержки плановых регламентных работ, создан механизм сбора информации о внеплановых заказах предметов снабжения. Причины внепланового заказа могут быть самыми различными: отказ оборудования или выход его из строя по вине эксплуатирующей организации, аварийные ситуации; к этой же группе относятся заказы ресурсных предметов снабжения, выработка ресурса которых не поддается планированию. Данная информация накапливается в системе и подвергается статистическому анализу с

использованием методов математической статистики. Это позволяет прогнозировать внеплановые заказы тех или иных предметов снабжения и обеспечивать их заблаговременную поставку на склад комплектующей организации, анализировать степень надежности поставщиков.

Суть работы механизма сводится к следующему: представитель эксплуатирующей организации имеет возможность, используя как "обычный", так и "тонкий" клиент (web-браузер), обратиться к базе ЭИМК и выбрать необходимый для пополнения ЗИП. После формирования заявки на пополнение ЗИП она отправляется по системе встроенной в ЭИМК электронной почты на адрес соответствующей организации.

В электронной информационной модели корабля осуществляется разграничение прав доступа к разделам информации: например, эксплуатирующая организация имеет доступ лишь к разделам эксплуатационной документации, эксплуатационной структуре, электронному каталогу предметов снабжения, системе формирования и подачи заявок на пополнение ЗИП.

В дальнейшем станет возможным создание интерфейсов между соответствующими складскими и прочими системами учета, а также модулями ERP/MRP-систем конкретного предприятия. С одной стороны, это позволит решить проблемы создания функционала, обеспечивающего ИЛП со стороны обслуживающей организации, а с другой — исключит дублирование информации о состоянии складов и заказов в организациях-субподрядчиках.

ЭИМК имеет ряд механизмов, позволяющих в перспективе синхронизировать справочники вышеперечисленных систем и справочники ЗИП, созданные в ЭИМК. Для этих целей осуществляются следующие операции:

- периодическое обновление справочников ЭИМК (автоматический экс-

порт и импорт информации в соответствующие справочники);

- синхронизация справочников ЭИМК со справочниками всех действующих в общем процессе систем в режиме реального времени.

Особенности использования механизмов, рассмотренных нами выше, зависят от ряда факторов: применяемых на предприятии систем автоматизации складского учета, ERP/MRP-систем и т.д. Для их реализации в модуле "Логистическая поддержка" необходима детализация задачи на конкретном предприятии.

### Модуль "3D-модель"

Создание этого модуля требует уточнения ряда вопросов. К примеру, достаточно важен принятый на предприятии тип системы трехмерного моделирования. ЭИМК может загружать структуры изделия из следующих систем: CATIA, Unigraphics, Pro Engineer, Autodesk Inventor, Solid Edge, SolidWorks. Разработана технология взаимодействия со специализированными системами, применяемыми в судостроении: TRIBON и FORAN. При необходимости возможно создание интерфейсов с другими системами трехмерного моделирования. Кроме того, ЭИМК взаимодействует с системами AutoCAD и КОМПАС.

При создании ЭИМК разработана технология, позволяющая, обращаясь к тому или иному компоненту 3D-модели, который создан в одной из перечисленных систем 3D-моделирования, получать необходимую информацию о выбранном компоненте в иерархических структурах строительной и эксплуатационной моделей. Используется формат публикации двумерных и трехмерных графических документов DWF (разработчик — компания Autodesk). Этот формат обеспечивает защищенную передачу графических данных, исключает внесение в эти данные каких бы то ни было изменений и сводит к минимуму объем информации, передаваемой по каналам. Выоер, обеспечивающий просмотр документов, свободно распространяется через Internet.

Пользователь ЭИМК инициализирует соответствующую опцию выюера 3D-модели, после чего происходит автоматический переход к карточке выбранного элемента модели в дереве объектов ЭИМК (рис. 4). Доступна вся информация о связях данного элемента с другими объектами структуры ЭИМК, можно получить их формы, атрибуты, файлы и т.д. При этом пользователь получает информацию о связанных элементах иерархии и их характеристиках, может перенести элемент на рабочий стол.



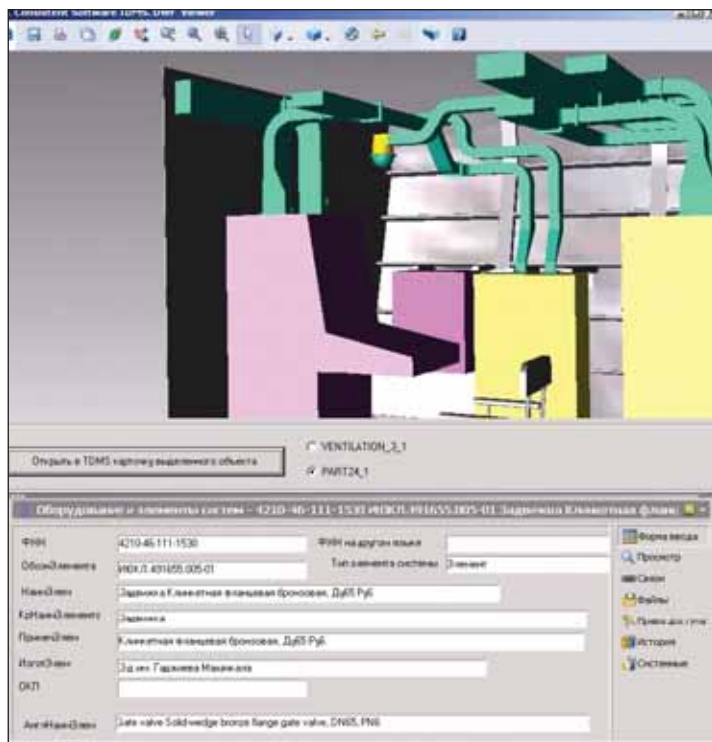


Рис. 4. Переход от 3D-модели к карте выбранного элемента

## Модуль "Интерактивные руководства"

Как уже сказано, в систему включено дерево документации, каждый узел которого (чертеж, ссылающийся документ, спецификация, нормативный документ и т.д.) связывается с соответствующими объектами эксплуатационной и/или строительной структуры. Все элементы дерева документации имеют форму с полями для регистрации и поиска в базе, а также непосредственно файлы документов.

Одна из ветвей дерева содержит интерактивные руководства. Они доступны как непосредственно из дерева документации, так и из дерева эксплуатационной и/или строительной модели корабля, поскольку каждое интерактивное руководство не только размещено в соответствующей ветви дерева документации, но и с помощью ссылок включено в эксплуатационное и/или строительное дерево корабля. К настоящему времени реализован механизм перехода из интерактивного руководства в дерево иерархических структур ЭИМК. Переход осуществляется автоматически по щелчку на соответствующем объекте руководства.

## Практическая реализация электронной информационной модели корабля

Ядром решения при реализации ЭИМК стала российская система TDMS (разработчик — компания Consistent Software Development).

Основные характеристики системы:

- практически неограниченная масштабируемость;
- надежная защита данных;
- возможность хранения документов внутри базы данных, на файл-серверах и в файловой системе;
- поддержка версий объектов и документов;
- возможность просмотра истории разработки любого объекта;
- ведение журнала доступа пользователей;

**Важной особенностью системы TDMS является ее российское происхождение, открытость и подтвержденный опытом сравнительно небольшой срок внедрения**

- встроенный модуль просмотра файлов графических форматов;
- интеграция с внешними приложениями для редактирования и просмотра файлов документов, а также для произвольной обработки данных системы;
- импорт данных в систему из любой структуры;
- экспорт данных из системы в любую структуру;
- встроенные языки программирования VB Script и Java Script;

- платформа — СУБД Microsoft SQL Server 2000 и Oracle 9.2;
- удобный интерфейс, отвечающий стандартам Windows.

Для описания и настройки всех иерархических структур и связей между ними применялись встроенные механизмы системы.

При создании модели также использовались СУБД Oracle и MS SQL Server (базы TDMS создаются в этих СУБД).

В качестве приложений для работы с файлами чертежей использовался встроенный в систему TDMS вьюер (CS Viewer, также разработанный компанией Consistent Software Development) и внешние подключаемые приложения, предназначенные для работы с соответствующими форматами файлов: AutoCAD, КОМПАС 2D.

Работу с перечисленными выше системами трехмерного моделирования обеспечивает интерфейс между ними и TDMS — система "Навигатор".

В процессе создания ЭИМК реализованы механизмы импорта-экспорта информации между базами TDMS и базами систем учета, а также складских систем.

Разработана технология взаимодействия с 3D-моделями и соответствующими объектами иерархической структуры (с целью получения различного рода информации о той или иной части 3D-модели).

Важной особенностью системы TDMS является ее российское происхождение, открытость и подтвержденный опытом сравнительно небольшой срок внедрения. Например, при модернизации платформы Hutton по проекту "Приразломная" на ФГУП "ПО Севмаш" требовалось создать электронную информационную модель платформы, организации хранения и управления информацией (порядка 200 тысяч чертежей и иных документов) в иерархической структуре, описывающей платформу. При создании электронной информационной модели были учтены и отображены классификация объектов иерархической структуры и классификация документации согласно принципам компании-производителя.

Все работы по внедрению выполнялись силами специалистов ФГУП "ПО Севмаш" при технической поддержке CSoft Санкт-Петербург (Бюро ESG). Срок внедрения составил около двух месяцев.

**Ольга Галкина,**  
**Алексей Рындин,**  
**к.т.н. Леонид Рябенский,**  
**к.т.н. Александр Тучков,**  
**Игорь Фертман**  
**Тел.: (812) 496-6929**  
**E-mail: aryndin@csoft.spb.ru**