

Применение универсальных общемашиностроительных систем автоматизированного проектирования в судостроении

В предыдущих статьях этого цикла был рассмотрен ряд комплексных решений по информационному сопровождению жизненного цикла сложных технических изделий (PLM) и некоторые вопросы их практического применения в судостроении. Также обоснованы единые принципы формализации и представления электронной информации о судне и изделиях, входящих в его состав. В этой статье мы рассмотрим следующий после проектирования и строительства этап жизненного цикла судна – этап эксплуатации.

Эксплуатацию можно рассматривать как процесс решения судовладельцем основной задачи, ради которой проектировалось и строилось судно. В этот процесс входят техническое обслуживание, ремонт и модернизация. Под ремонтами (обслуживанием) следует понимать восстановление (поддержание на номинальном уровне) свойств и технических параметров судна, сниженных в процессе эксплуатации или в результате аварии. Плановые и аварийные работы производятся судоремонтными заводами, заводами-строителями или судовыми механиками.

Конструкторские бюро, верфи и производители судового оборудования постоянно стремятся к сокращению суммарной стоимости жизненного цикла своей продукции. Это стремление вызвано требованиями судовладельцев к повышению экономической эффективности флота (до 60 % затрат приходится именно на этап эксплуатации). Повышение ресурса оборудования и сокращение суммарной стоимости владения невозможно без четкой организации, планирования и контроля выполнения процессов технического обслуживания и ремонта (ТОиР). Широко распространенная ранее методика ремонта “по состоянию” становится все менее актуальной. Для коммерческого флота несвоевременное выполнение регламентных работ по ТОиР приводит к внеплановым простоям, что влечет серьезные экономические последствия для судовладельца в виде штрафных санкций и потери выгодных контрактов. Последствиями неправильного выполнения работ по ТОиР могут стать аварии с экологическими последствиями, человеческими жертвами, повреждением ценного груза или даже полным уничтожением судна. Неудовлетворительное техническое

состояние судна может стать основанием для запрета его эксплуатации или введения эксплуатационных ограничений со стороны контролирующих органов.

Управление процессами ТОиР с применением современных информационных технологий позволяет избежать незапланированных расходов (например, устранение экологических последствий аварии), оптимизировать и значительно сократить текущие эксплуатационные затраты. При ведении учета работ в единой информационной системе управления на протяжении всего срока эксплуатации судна появляется достоверная информация о его техническом состоянии (“паспорт технического состояния судна”). Эта информация необходима при сертификации, оценке с целью продажи и страховании (судна или перевозимого груза). Кроме того, передача вновь построенного судна заказчику вместе с готовой к использованию бортовой системой автоматизации процессов ТОиР может стать важным конкурентным преимуществом верфи. Заказчику будет значительно проще иметь дело с заранее настроенной программной средой, чем с многотомной бумажной документацией.

Задачи автоматизации процессов ТОиР решаются в рамках концепции комплексного управления жизненным циклом (PLM) системами класса SAS (Service After Sale – Системы Послепродажного Обслуживания). В общем можно сказать, что эти системы предназначены для обеспечения работоспособности технических средств, а также для оперативной подготовки ремонтов, их быстрого и качественного проведения, предоставления информации о регламентных работах, о замене изношенных частей, об отказах и сбоях оборудования в течение всего срока эксплуатации судна.

Для внедрения и эффективного применения SAS-технологий необходима полная, достоверная и актуальная эксплуатационная информация в электронном виде (полная база данных объектов технического обслуживания).

В предыдущих статьях этого цикла мы неоднократно говорили об источниках этой информации. В контексте применения PLM-технологий таковыми являются универсальные системы управления данными об изделии (например, Dassault Systemes ENOVIA SmarTeam). В этих системах на этапе проектирования и постройки формируется единая информационная модель судна, содержащая его иерархическую структуру и связанные

Продолжение. Начало в REM № 1-4, 2007

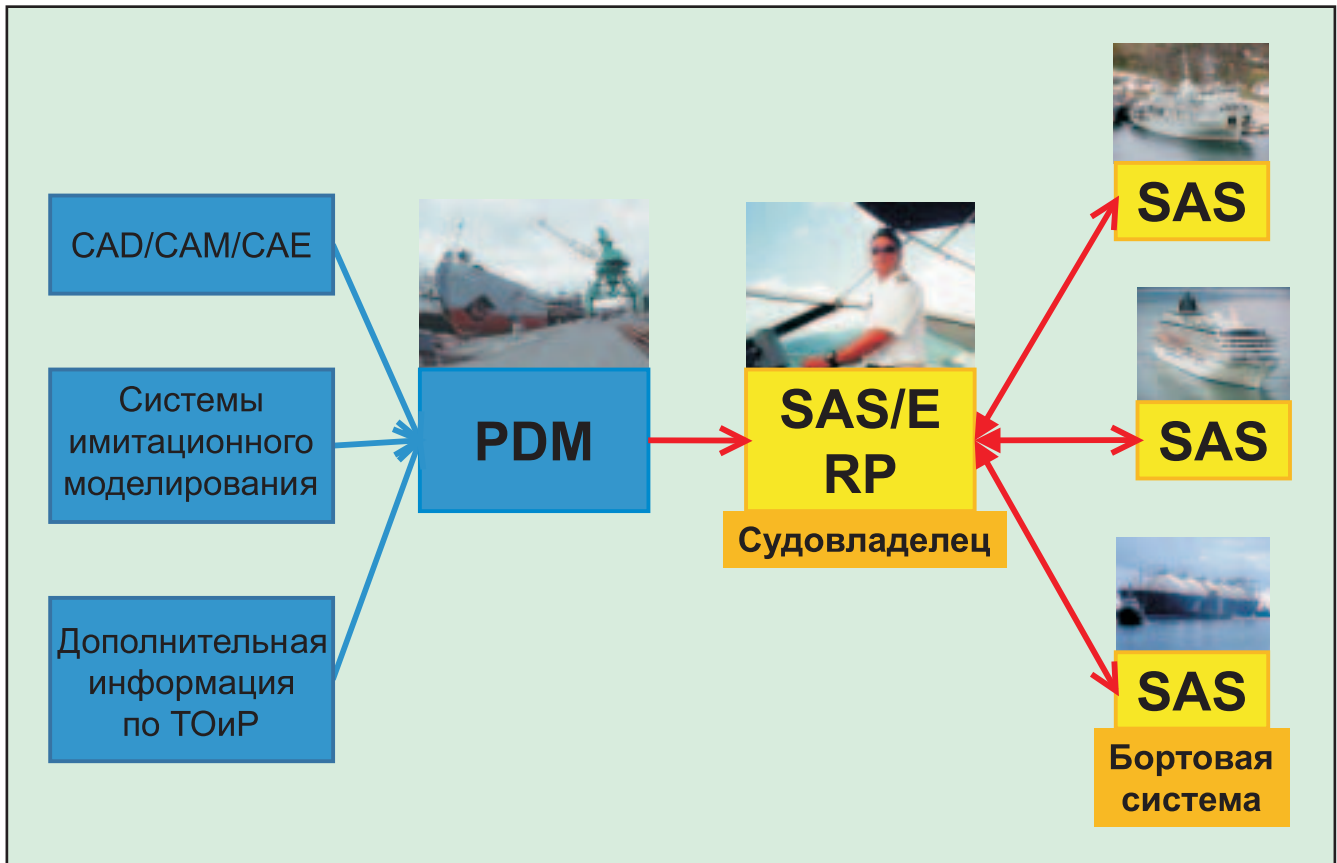


Рис. 1. ИТ-инфраструктура обеспечения ТОиР

с элементами (узлами) этой структуры данные – такие как 3D-модели, чертежи, спецификации, инструкции, нормативные документы, стандарты и т.д. В этой модели присутствуют и данные, непосредственно связанные с процессами ТОиР: трудоемкость работ, требуемые материальные и людские ресурсы для выполнения работ, периодичность и т.д. Данные для наполнения PDM-системы создаются в специализированных и универсальных CAD/CAM/CAE-системах, системах имитационного моделирования (они позволяют выполнить моделирование и оптимизацию процессов ТОиР, а также автоматически сгенерировать интерактивные руководства по выполнению этих операций) и других. PDM-система обеспечивает хранение, структурирование, поиск, контроль актуальности и использования всех данных, связанных с судном. При проектировании структуры базы данных необходимо заранее предусмотреть возможность хранения эксплуатационной информации (дополнительные поля, узлы и связи), что позволит передать информацию по ТОиР (как части информационной модели) в SAS-системы в автоматическом или полуавтоматическом режиме.

Если на этапе проектирования судна не была создана необходимая информация по ТОиР в электронном виде, то можно сделать это в дальнейшем (непосредственно в SAS-системе) по имеющейся эксплуатационной документации (силами судовладельца или внедряющей компании). Также для этих целей может быть применена и PDM-система. В последнем случае сбор данных от многочисленных поставщиков и субподрядчиков значительно упрощается благодаря

WEB-интерфейсу и встроенному функционалу управления бизнес-процессами.

Таким образом, первым шагом на пути успешной автоматизации процессов ТОиР, в необходимости которой мы убедились, является информационное наполнение SAS-системы.

Важными требованиями к SAS-системам (помимо функциональных требований) являются:

- ▶ низкие требования к аппаратным ресурсам,
- ▶ надежность и стабильность работы,
- ▶ простота инсталляции и использования,
- ▶ наглядность графического интереса пользователя (GUI).

Последние два требования являются особенно важными, так как система устанавливается непосредственно на борту судна, где квалификация персонала в области информационных технологий может оказаться весьма невысокой или вообще отсутствовать.

Представленная модель (рис. 1) организации ИТ-инфраструктуры предполагает установку системы в головном офисе компании-судовладельца для организации и контроля процессов ТОиР всего флота, а также бортовой SAS на каждом судне. Базы данных бортовых и офисной систем регулярно синхронизируются по каналам спутниковой или сотовой связи для внесения сведений о фактически произведенных работах и требуемых ресурсах. Исходя из полученных фактических данных, судовладелец составляет график приостановки ремонтов и оптимизирует материально-техническое снабжение. Вместо офисной SAS-системы может присутствовать полнофункциональная ERP-система (например, SAP R3).

Минимальный набор данных, которые необходимы для работы SAS-системы, включает в себя перечень, иерархию и описание объектов технического обслуживания, типовых (повторяющихся) и разовых работ, материалов и комплектующих, видов исполнителей (по специальности и квалификации); описания типовых технологических процессов, иерархию работ (приоритеты), перечни контрагентов и поставщиков, а также некоторые другие данные. Вся эта информация хранится в базе данных в виде взаимосвязанных таблиц и отображается в виде деревьев. Связи между элементами могут иметь собственные атрибуты (например, атрибутом связи материал – объект может быть количество). В системе могут быть и введенные связи с внешними документами (например, с чертежами, 3D-моделями, интерактивными руководствами, видеофайлами и т.д.), дополняющими информацию по объектам и работам.

Рассмотрим типовые функциональные возможности, которые обеспечивают современные SAS-системы на примере стандартных систем автоматизации процессов технического обслуживания и ремонта (одна из них – Logihold датской компании Logimatic Software A/S).

Планирование работ

В системе может выполняться как стратегическое (долгосрочное), так и оперативное (краткосрочное) планирование. План может быть сформирован по видам работ или для любой комбинации типа и группы работ, а также по видам исполнителей. Планирование может выполняться не только по датам работ, но и по значениям счетчиков (например, по часам наработки). Стандартное описание работы содержит: порядковый номер, код и наименование работы, плановую дату выполнения, дату начала выполнения, номер (код) и наименование объекта технического обслуживания. Расширенное описание работы дополнительно содержит вид работы (типовая или разовая), код и наименование приоритета работы, код и наименование типового технологического процесса, суммарную плановую трудоемкость (по всем видам исполнителей).

Возможность расчета суммарной плановой трудоемкости позволяет оценить выполнимость плана работ и оптимизировать загрузку персонала на любой период времени. Пользователю системы всегда доступна актуальная информация о выполненных, просроченных работах и работах с не наступившим сроком исполнения. В системе автоматически выполняются расчеты по потребностям в материалах, комплектующих и предстоящим финансовым затратам. Стандартная информация о материале в системе содержит номер (код) материала (комплектующего) и его наименование, количество (планируемое для выполнения работ), остаток на складе, количество материала (комплектующего), включенного в подтвержденные поставщиком заявки, но не полученные на склад (“заказано”). Если количество материала, планируемое для выполнения работ, превышает остаток на складе, то выводится соответствующее предупреждение и работа помечается в списке. Функционал бюджетирования позволяет



Рис. 2. Перечень работ и его представление в виде диаграммы Ганта

оценить стоимость предстоящих работ. Пользователь в системе может выполнять ряд операций, в том числе начать работу (вводится дата и время начала работы), распечатать подробное задание на выполнение для передачи его непосредственному исполнителю, просмотреть описание работы, закончить работу (вводится дата и время окончания работы), просмотреть технологический процесс, связанный с работой; перенести работу на другое время; отобразить план выполнения работ в виде диаграммы Ганта (рис. 2); подготовить отчет.

Учет выполнения работ

Система позволяет заносить, отображать и хранить данные о фактической трудоемкости выполненных работ, фактическом расходе материалов и комплектующих. Важную роль в организации учета выполнения работ играют задания на выполнение работ. Этот документ содержит исчерпывающее описание предстоящих работ. Помимо общих данных (кода, вида, наименования, даты начала, периодичности и т.д.) задание содержит: данные об исполнителях, материалах и комплектующих, поля для внесения фактической информации и комментариев, подробное текстовое описание и графическое иллюстрирование технологического процесса.

Процесс выдачи заданий и учета выполненных работ может быть организован по следующему типовому сценарию.

До начала работ выполняются следующие операции:

- ▶ проверка списка планируемых работ на их выполнимость с учетом наличия необходимых исполнителей, комплектующих и расходных материалов;
- ▶ распечатка заданий на выполнение работ и задача их конкретным исполнителям.

По окончании работ выполняются следующие операции:

- ▶ внесение исполнителями в задания на выполнение работ фактических дат их исполнения, трудоемкости, расхода комплектующих и материалов – в случае, если они отличаются от плановых показателей; запись, при необходимости, любых замечаний;
- ▶ сбор подписанных заданий на выполнение работ от исполнителей (например, задания сдаются главному механику судна);

- ▶ в соответствии с полученными от исполнителей заданиями внесение в систему записей о выполнении запланированной работы; корректировка, при необходимости, с плановых на фактические даты выполнения работы, трудоемкости, расхода комплектующих и материалов; внесение замечаний;
- ▶ сдача заданий с подписью исполнителя в бумажный архив документов.

Использование предлагаемой машинно-бумажной технологии по организации выполнения и учета работ по техническому обслуживанию и ремонту имеет следующие преимущества:

- ▶ путем распечатки заданий и выдачи их исполнителям упрощается организация работ – без системы автоматизации управления работ по техническому обслуживанию и ремонту выписка заданий на выполнение каждой работы была бы весьма затруднительной;
- ▶ исполнители получают на руки задания с достаточно подробным описанием технологического процесса, что позволяет им в большинстве случаев обходиться без дополнительной документации;
- ▶ возрастает исполнительская дисциплина, т.к. требуется подпись о выполнении конкретного технологического процесса, включенного в задание;
- ▶ учет выполнения работ – внесение в систему записей о выполнении работ на основании возвращаемых исполнителями заданий – достаточно прост, не трудоемок и документально подтвержден;
- ▶ параллельно с созданием базы данных о выполненных работах создается бумажный архив.

Фактические данные позволяют проследить историю выполненных замен, откорректировать плановые значения трудоемкости и расхода ресурсов, оптимизировать план работ на следующие периоды. Учет разовых (аварийных) работ, а также замечаний исполнителей тоже очень важен при дальнейшем планировании.

Материально-техническое снабжение

В SAS-системах предусмотрена возможность ведения учета наличия на складе комплектующих и расходных материалов, формирования заявок на поставку для отправки их поставщику (например, при поломке оборудования в море можно сформировать и отправить заявку на необходимые запасные части, с тем чтобы к моменту прихода судна в порт необходимые материалы были доставлены и ремонт мог быть выполнен в период стоянки); ведения учета заказанного количества, учета выполнения заявок на поставку (это позволяет контролировать добросовестность поставщиков).

Стандартная заявка на поставку содержит номер заявки, статус, подразделение, сформировавшее заявку; дату формирования заявки; предполагаемую дату поставки; счет учета затрат; перечень заказываемых материалов и комплектующих. Сформированные в системе заявки могут иметь различный статус: “не заказано”, “заказано”, “частично

поставлено”, “полностью поставлено”. Помимо предоставления данных о текущем количестве имеющихся и заказанных запасных частей и расходных материалов имеется возможность видеть историю движения запасов. Сопоставление данных об отказах оборудования и данных о поставках запасных частей позволяет сделать выводы о качестве поставляемых комплектующих. Эта информация может стать объективным основанием для смены поставщика или подтверждением его добросовестности.

SAS-система может быть интегрирована с системой бухгалтерского учета или корпоративной информационной системой управления (ERP).

Учет затрат

Затраты на техническое обслуживание и ремонт в системе формируются из заработной платы собственных и сторонних исполнителей, накладных расходов, а также стоимости запасных частей и расходных материалов. Учет затрат аналогичен функционалу бюджетирования, однако учитывает фактические данные, а не плановые показатели.

Рассмотренные возможности являются общими и стандартными для большинства распространенных SAS-систем. Практически все крупные ERP-системы реализуют функционал автоматизации процессов ТОиР, однако для бортового применения эти решения чрезмерно сложны в освоении и ресурсоемки, кроме того, они требуют наличия связи с центральной базой данных, что весьма затруднительно обеспечить в рейсе. Если требуется автоматизация только процессов ТОиР – SAS-система наиболее предпочтительна.

Можно сделать следующие основные выводы.

SAS-системы являются важным, естественным и необходимым элементом комплексных решений по информационному сопровождению жизненного цикла сложных технических объектов.

Универсальные PDM-системы обеспечивают информационное наполнение SAS-решений.

Функциональность стандартных SAS-систем “необходима и достаточна” для решения всех задач автоматизации процессов технического обслуживания и ремонта флота.

Применение SAS-систем приводит к значительной экономии всех видов ресурсов, повышает безопасность мореплавания и предоставляет судовладельцу ряд стратегических преимуществ.

SAS-система – это реальное конкурентное преимущество для верфи. Сопровождение судна многочисленными томами эксплуатационной документации уходит в прошлое, как и кульман в проектировании.

**Д. А. Липис, руководитель
департамента маркетинга,
А. В. Машин, руководитель
департамента PLM технологий,
ЗАО «Центр Информационных Технологий “Мебиус”»**

Продолжение следует