

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ПОЛНОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНСТРУКТОРСКО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ СУДОВОЙ АРМАТУРЫ И СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ

П.В. Карышев, И.В. Лисицкая, И.Н. Суслов (Санкт-Петербург)

Введение

Статья посвящена внедрению автоматизированной системы конструкторско-технологической подготовки производства в подразделениях АО «ЦТСС» КБ «АРМАС» и КБ средств технологической оснастки НТФ «Судотехнология».

КБ «АРМАС» является головным разработчиком судовой арматуры, предназначенной для оснащения строящихся, ремонтируемых и модернизируемых кораблей и судов; это единственный в стране держатель подлинников конструкторской документации (более 20 тыс. типоразмеров изделий различного назначения), один из основных поставщиков судовой арматуры для строящихся заказов ВМФ. КБ ведёт ряд опытно-конструкторских работ по созданию нового поколения импортозамещающей регулирующей аппаратуры.

В рамках федеральных целевых программ было проведено масштабное техническое перевооружение комплекса арматурного производства. Введено в эксплуатацию более 40 единиц современных многофункциональных обрабатывающих центров и станков с ЧПУ, позволяющих вести обработку деталей различных конфигураций и степеней сложности.

КБ «АРМАС» осуществляет авторское сопровождение разработанных изделий на предприятиях изготовителях арматуры, основными из которых являются: ОАО «Завод «Буревестник», АО «Армалит», ПАО «Завод «Аскольд», АО «Завод им. Гаджиева».

Несмотря на то, что конструкторская и технологическая документация (КД и ТД) изделий, разрабатываемых КБ «АРМАС», уже давно ведется с использованием САД/САМ-систем, вся КД и ТД передается как в собственное производство, так и предприятиям изготовителям в бумажном виде.

Основной сферой деятельности НТФ «Судотехнология» (НТФ) как структурного подразделения АО «ЦТСС» является:

- разработка технологий постройки, ремонта, модернизации, технического обслуживания, переоборудования и утилизации судов, кораблей и морской техники всех типов и назначений (от принципиальной технологии до отдельных технологических процессов);
- оказание услуг в части выполнения ряда работ при постройке судов;
- разработка и изготовление средств технологического оснащения.

НТФ осуществляет свою деятельность путем выполнения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ, экспериментально-лабораторных исследований, оказания услуг, изготовления образцов технологического оборудования и оснастки.

Направления научно-производственных работ, в которых задействованы силы конструкторского бюро и собственного опытного производства:

- разработка технологий лазерной, плазменной и кислородной резки, проектирование и организация производства многофункциональных машин с ЧПУ типа «Ритм-М», трубогибочных станков, испытательных стендов;
- разработка технологий гибки деталей корпусов подводных, надводных кораблей и судов, а также средств освоения шельфа, разработка и организация

производства многофункциональных гибочно-правильных станков типов МГПС-25 и МГПС-100;

– разработка автоматизированных и роботизированных линий сборочно-сварочного производства.

Специфика конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП), осуществляемой в рамках работ НТФ определяется прежде всего тем, что в подавляющем большинстве случаев это единичное производство образцов новой техники (станков и технологического оснащения для судостроительных производств).

АО «ЦТСС», как и многие другие предприятия, сталкивается с ужесточением требований к производимой продукции. Прежде всего это касается ее стоимости и сроков проектирования и изготовления. В настоящее время пришло четкое понимание того, что основные резервы для сокращения затрат заложены в материалоемкости выпускаемой продукции и технологии, используемой при ее изготовлении. Экономия ресурсов закладывается на этапе конструкторского и технологического проектирования, что в итоге позволяет выпускать больше продукции, используя меньше ресурсов.

В январе 2020 г. Президент России Владимир Путин, находясь в Крыму с рабочим визитом, принял участие в научно-тактической конференции «Российский военно-морской флот в XXI веке». Во время выступления российский лидер заявил, что вся документация по перспективным кораблям должна быть в электронном виде: «Нужно уже сейчас включать в тактико-технические задания на перспективные корабли и суда ВМФ требования о разработке и приёмке электронной конструкторской документации на базе цифровой модели корабля». Он пояснил, что имеет в виду 3D-моделирование, блочно-модульный принцип строительства, а также унификацию вооружений и основного оборудования, наличие современных судостроительных мощностей. Это заявление Президента становится едва ли не большим, чем чисто экономические причины, стимулом к развитию и внедрению современных подходов в КТПП на предприятиях.

Системными проблемами, оказывающими негативное влияние на формирование современного облика КТПП, являются:

- санкции на поставки оборудования и программного обеспечения, невозможность наладить эффективное взаимодействие с зарубежными партнерами;
- отставание технологической и проектной базы;
- нерешенные вопросы в части импортозамещения комплектующих изделий, что приводит к срывам сроков изготовления;
- неравномерный спрос на новые заказы;
- низкая производительность труда и нехватка квалифицированных инженерных, рабочих и управленческих кадров.

Предыстория внедрения и выбор программных средств

АО «ЦТСС» с 1997 года является пользователем программного обеспечения ЗАО «АСКОН». В 2010-2011 гг. для КБ «АРМАС», конструкторских подразделений и опытного производства НТФ в рамках выполнения тематик по ФЦП «НТБ» и ФЦП «РОПК» были закуплены и внедрены системы Windchill, EPLAN Electric, Creo Elements/PRO. Опытное производство получает новейшие металлообрабатывающие станки с ЧПУ.

Этими мероприятиями был заложен базис и созданы отдельные элементы автоматизированной системы (АС) КТПП.

Система PLM Windchill вместе с PRO/Engineer оказалась востребована для конструкторской подготовки производства, однако адаптировать её для всего комплекса мероприятий КТПП не удалось. Сотрудники, привыкшие работать в других САД-системах, сопротивлялись переходу на продукты PTC, модуль PTC Windchill MPMLink не удалось настроить для разработки всей необходимой отчетности и оформленной по ГОСТ технологической документации – сказалось недостаточное количество собственных подготовленных специалистов по внедрению, а недооценка руководства фирмы необходимости финансирования технической поддержки не позволила привлечь услуги фирм, занимающихся внедрением продуктов компании PTC.

Курс на импортозамещение, объявленный в России в 2014 г., вынудил отказаться от проекта создания полноценной АС КТПП на основе использования продуктов PTC.

Неуспех внедрения АС КТПП на этом этапе был обусловлен и отсутствием системного подхода к процессу автоматизации. После внедрения программных продуктов не были утверждены регламенты обработки и хранения электронных документов, в результате чего выбор места хранения 3D-моделей и документов был отдан на откуп пользователей: часть конструкторов и технологов хранили документы в PDM Windchill, часть – в файловых хранилищах на серверах предприятия или на локальных компьютерах. Это приводило к дублированию информации, невозможности отследить актуальную версию электронного документа. Такая путаница приводила к торможению рабочих процессов, а главное – недовольству самих пользователей: программы вроде бы внедрены, но эффективность от автоматизации низкая.

В последние годы необходимость реальной автоматизации КТПП ощущалась все острее и было принято решение о поиске альтернативы решению PTC.

Идеальное решение для автоматизации КТПП должно удовлетворять, как минимум, следующим требованиям:

- быть комплексным и объединить в рамках единой информационной среды различные системы проектирования (CAD, ECAD, CAE, CAM), управления производственными процессами (MES) и производства (ERP);
- обеспечивать сквозной процесс конструкторско-технологической подготовки производства от планирования до передачи изделия в производство;
- эффективно обеспечивать информационную безопасность инженерных данных предприятия;
- учитывать специфику отрасли в части проектирования, оформления документации в соответствии с отечественными стандартами, согласования документации и технологической подготовки;
- иметь возможность расширяться и дорабатываться за счет собственных приложений предприятия.

Вендор должен иметь положительный опыт внедрения своего решения на предприятиях отрасли, само решение должно внедряться и интегрироваться непосредственно разработчиком или сертифицированным интегратором.

При выборе решения необходимо также учитывать такие показатели, как функциональность (необходимость и достаточность функций, обеспечиваемых системой), стоимость продукта, затраты на внедрение и стоимость технической поддержки, выполнение требований по импортозамещению.

Автоматизация КТПП не заканчивается внедрением программных продуктов. Для самого предприятия и службы, ответственной за нормальное функционирование систем, работа только начинается. И дело тут не в том, что решение оказалось плохим

или недостаточно функциональным: любое предложенное на рынке решение требует адаптации к особенностям и потребностям предприятия. Важно, чтобы выбранное решение позволяло осуществлять необходимые доработки, производить настройки.

Основными претендентами на внедрение были комплексные решения белорусской фирмы «ИНТЕРМЕХ» и компании ЗАО «АСКОН». В конечном итоге руководством организации было принято решение использовать для автоматизации КТПП программное обеспечение компании ЗАО «АСКОН».

Решение компании ЗАО «АСКОН»

В практике внедрения своих систем компания ЗАО «АСКОН» использует собственное бизнес-решение «Сквозная 3D-технология» (далее СТ3D). Структура бизнес-решения представлена на рисунке 1.

Бизнес-решение СТ3D – это программно-методический комплекс, предназначенный для обеспечения информационной поддержки процессов жизненного цикла изделия (ЖЦИ).

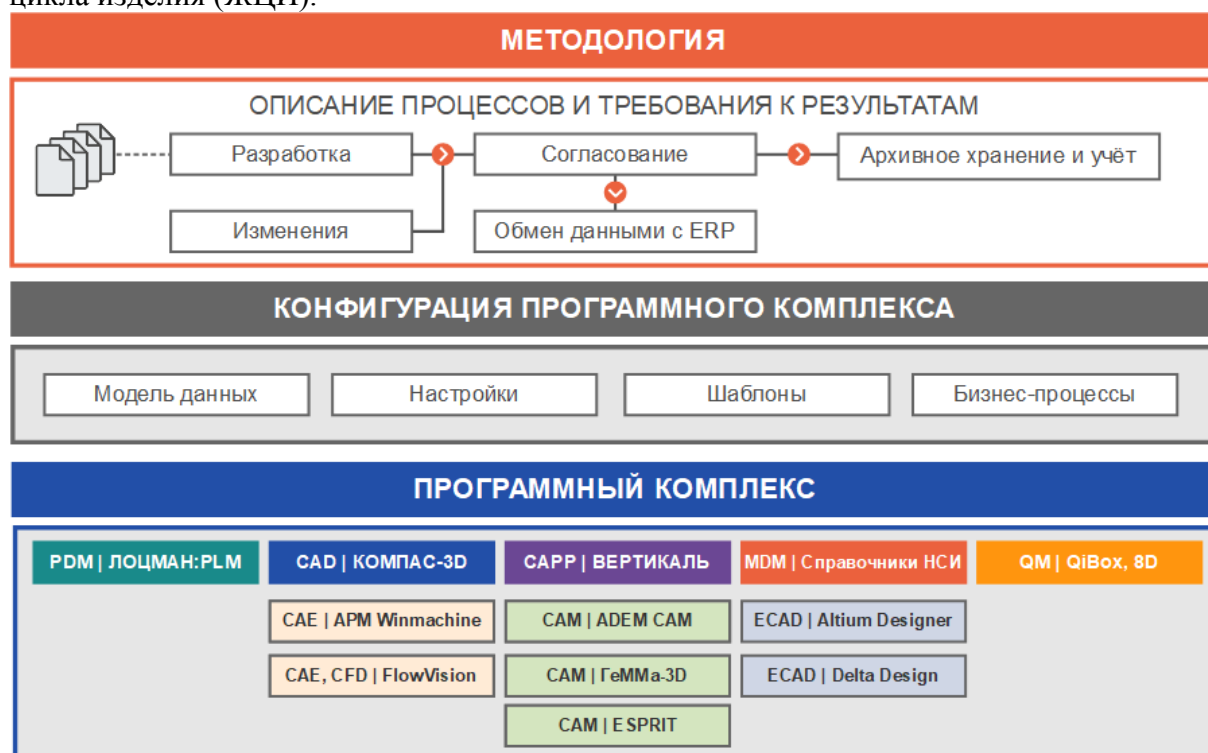


Рисунок 1 – Структура бизнес-решения СТ3D

Стратегия бизнес-решения СТ3D созвучна со стратегией CALS-технологий (ИПИ-технологий): создание единого информационного пространства (ЕИП) для всех участников ЖЦИ, включая потребителя изделия, на основе создания полного электронного описания изделия – Electronic Product Definition (EPD).

Бизнес-решение СТ3D обеспечивает инструментарий и методологию для создания ЕИП предприятия и реализации базовых принципов CALS-технологий:

- анализ и реинжиниринг бизнес-процессов;
- безбумажный обмен данными с использованием электронной подписи;
- параллельный инжиниринг.

ЕИП обеспечивается наличием общей базы данных системы управления данными об изделии ЛОЦМАН:PLM, содержащей всю информацию об изделиях в виде электронного описания изделия, а также данные, необходимые для обеспечения взаимодействия участников процессов ЖЦИ. Участники процессов ЖЦИ работают с

общей базой данных как непосредственно (через клиентское приложение ЛОЦМАН:PLM), так и через интегрированные с ЛОЦМАН:PLM программные инструменты (CAD, ECAD, CAE, CAPP, CAM). Взаимодействие участников и инструментов осуществляется на основании единых методов и правил, определенных в методологии СТЗД.

Основными разделами методологии являются:

- электронное описание изделия – представление в Системе данных об изделии;
- процессы – подробное описание процессов деятельности на этапах ЖЦИ;
- ролевые руководства – функции, выполняемые пользователями.

Электронное описание изделия

Понятие электронное описание изделия (ЭОИ) определено в ГОСТ 2.054¹.

Согласно ГОСТ:

- ЭОИ представляет собой логически полную совокупность информационных объектов, содержащих всю необходимую информацию, описывающую конструкцию изделия и свойства (характеристики) изделия (составной части изделия) на конкретной стадии разработки;
- при создании и использовании ЭОИ необходимо строго соблюдать технологии управления данными, реализуемые, как правило, применением для этого систем PDM;
- структурной основой представления ЭОИ в базе данных изделия является ЭСИ-PDM. ЭСИ-PDM следует формировать на основе информационных объектов.

Основой представления ЭОИ в базе данных ЛОЦМАН:PLM является ЭСИ-PDM, реализованная в виде структуры объектов различных типов в зависимости от вида ЭСИ, на основе которой структурируется электронная документация, описывающая изделие.

Процессы

Решение СТЗД предназначено для автоматизации деятельности специалистов предприятий, связанной с разработкой, хранением и управлением данными об изделиях, на следующих стадиях ЖЦИ (согласно Р 50.1.031²):

- проектирование;
- технологическая подготовка производства (ТПП);
- изготовление, эксплуатация, утилизация.

Схема процессов в жизненном цикле изделия представлена на рисунке 2.

В качестве основных процессов деятельности, подлежащих автоматизации, рассматриваются:

- планирование и управление деятельностью специалистов, участвующих в ЖЦИ;
- разработка технических документов и обработка данных;
- согласование и утверждение документов и данных;
- проведение изменений в документах и данных;

¹ ГОСТ 2.054–2013 Единая система конструкторской документации. Электронное описание изделия. Общие положения.

² Р 50.1.031-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь. Часть 1. Стадии жизненного цикла продукции.



Рисунок 2 – Процессы в жизненном цикле изделия

- регистрация в архиве и хранение технических документов и данных на изделие, выдача и абонентский учет документов;
- согласование и хранение прочих видов документации;
- управление НСИ КТПП.

Ролевые руководства

Работа пользователей в АС КТПП регулируется регламентами, а права пользователей ограничены их ролью – именованным набором прав доступа к типам объектов и документов, находящимся в определенных состояниях, по умолчанию предоставляемым для выполнения служебных обязанностей должностям и пользователям, которым сопоставлена эта роль.

Реализация проекта

В марте 2020 г. приказом генерального директора АО «ЦТСС» был инициирован проект по внедрению АС КТПП на базе комплекса «АСКОН» (далее – Проект), утверждена постоянно действующая проектная группа, в состав которой вошли представители конструкторских подразделений, планово-диспетчерского бюро, специалисты по ценообразованию, коммерции, работники производства, специалисты ИТ. В соответствии с приказом было составлен план-график и организовано предварительное обследование конструкторских и технологических процессов подразделений, инициирована разработка устава проекта внедрения АС КТПП.

Предпроектное обследование КБ «АРМАС»

Необходимость предпроектного обследования требовала серьезной аргументации. Для руководства договор, завершающийся отчетом с систематизацией данных, полученных в ходе обследования, – это «ни к чему не обязывающий документ». В частности, было важно понять:

- Проект – это не инсталляция коробочного продукта;
- необходима привязка к специфике существующей организации конструкторско-технологического документооборота и специфике производства на различных площадках предприятия;
- требуется оценить в ходе исследования, способно ли предприятие внедрить систему и каковы требования, предъявляемые к проекту внедрения;
- требуется оценить, способно ли решение поставщика удовлетворить запросы конструкторов, технологов, коммерческих служб,

- каковы узкие места существующих процесса КТПП;
- каковы варианты оптимизации ресурсов, бюджет, сроки, этапы и критерии завершения этапов;
- что представляют собой используемые на предприятии средства автоматизации.

Предпроектное экспресс-обследование было проведено силами специалистов фирмы ЗАО «АСКОН».

Цели и задачи обследования:

1. Собрать предварительные сведения об организации следующих процессов на предмет выявления возможности их автоматизации:

- разработки конструкторской и технологической документации;
- работы архива технической документации;
- ведения справочников нормативно-справочной информации (НСИ).

2. Выработать предложения по организации сквозного процесса прохождения данных жизненного цикла изделий, разрабатываемых в подразделениях предприятия.

3. Подготовить предварительный план работ по Проекту.

Были обследованы подразделения, участвующие в процессах КТПП: конструкторские отделы оборудования гражданского и военного назначения, отдел авторского сопровождения, испытательный центр, бюро технической документации, технологическое и планово-диспетчерское бюро, отдел менеджмента качества, стандартизации и нормоконтроля.

Для каждого подразделения были описаны:

- основные задачи и особенности работы;
- порядок планирования работ;
- используемое программное обеспечение;
- входные и выходные документы;
- порядок взаимодействия с другими подразделениями;
- недостатки существующих процессов (оценка сотрудников подразделений).

В процессе обследования от предприятия была получена информация по бизнес-процессам технологической и конструкторской подготовки производства и составлены схемы бизнес-процессов с использованием нотации BPMN 2.0 в состоянии «Как есть», описаны недостатки существующих процессов. Особое внимание было уделено процессам согласования конструкторской и технологической документации.

В результате обследования были сформулированы следующие цели проекта:

- обеспечить доступ к 100% актуальной конструкторско-технологической документации за счет организации работы в ЕИП;
- повысить достоверность планирования ОКР и НИОКР за счет контроля над основными этапами разработки изделий предприятия;
- исключить ошибки при повторном вводе справочных объектов и создать единый источник данных для всех систем предприятия;
- сократить время на движение документации между службами предприятия;
- подготовить систему структурированного хранения данных для обеспечения последующего внедрения автоматизированной системы управления производством.

Были сформулированы основные задачи и разработан план-график работ.

Результаты обследования были сведены в отчёт, который послужил основой для разработки технического задания пилотного проекта внедрения АС.

Пилотный проект

Для пилотного проекта было выбрано два изделия – одно гражданского назначения и одно военного назначения, для которых предстояло разработать в КОМПАС-3D модели изделий и выпустить полные комплекты конструкторско-технологической документации. Такой выбор был обусловлен тем, что у изделий гражданского и военного назначений существенно отличаются как комплекты КД и РД, так и бизнес-процессы согласования и утверждения документации. Для участия в пилотном проекте была сформирована рабочая группа специалистов КБ «АРМАС» от каждого подразделения.

План работ предусматривал:

- разработку технических решений по внедрению системы ПОЛИНОМ:MDM в части создания дополнительных справочников согласно требованиям КБ, разработку инструкций администратора и пользователя ПОЛИНОМ:MDM, регламента работы администратора НСИ;
- разработку технических решений и регламента работы в системе ЛОЦМАН:PLM, интеграцию ЛОЦМАН:PLM и САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ на основе методологии СТ3D, разработку технического решения на сводные отчёты, разработку ролевой матрицы доступа в соответствии с регламентами и инструкциями;
- настройку САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ для разработки технологической ЭСИ, адаптацию метаданных САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ (настройка компоновок пользователей, настройка матрицы прав доступа по ролям и группам), разработку решения на сводные отчёты;
- разработку технического решения на адаптацию модуля ЛОЦМАН Извещения под особенности функционирования на предприятии;
- разработку технического решения для бюро технической документации на адаптацию модуля ЛОЦМАН архив под особенности предприятия;
- разработку технического решения на адаптацию базовых шаблонов бизнес-процессов согласования КД, изменения КД, согласование заявки на СТО в подсистеме ЛОЦМАН:PLM WorkFlow;
- разработку регламента и инструкций по планированию работ КТПП и настройку системы планирования под функционирование на предприятии.

В процессе выполнения работ была выявлена необходимость включить в план и другие работы, в частности:

- организация удаленного доступа специалистов ЗАО «АСКОН» к тестовому полигону на территории АО «ЦТСС»;
- подготовка информации по внедрению САМ-системы;
- разработка механизмов наследования данных из систем Windchill и 1С.

Техническая и информационная поддержка ServiceDesk

Своевременная и качественная техническая и информационная поддержка пользователей является одним из необходимых условий успешного внедрения и эксплуатации любой корпоративной информационной системы.

В рамках работ по реализации Проекта с целью повышения эффективности решения задач и проблем, возникающих в процессе работы пользователей и улучшения качества обслуживания, была реорганизована служба технической поддержки пользователей КБ «АРМАС». Была запущена в эксплуатацию система управления обращениями ИТ-пользователей (ServiceDesk).

Благодаря данной системе каждый пользователь может легко создать заявку в службу ИТ-поддержки и отследить прогресс ее выполнения по любому из трех типов:

- Инцидент – в случае некорректной работы ПО или выхода из строя ПК;

- Запрос на услугу – например, оформление заявок на добавление НСИ в базу данных ПОЛИНОМ:MDM, или если требуется помощь от службы поддержки, не связанная с поломкой;
- Консультация специалиста – если необходима консультация по какому-либо вопросу.

Для обращений в службу ИТ-поддержки пользователям доступны WEB-портал самообслуживания, электронная почта и многоканальный телефон. Все обращения в обязательном порядке регистрируются в ПО Servicedesk.

Перечень ИТ-сервисов, оказываемых службой технической поддержки выходит за рамки Проекта, но в соглашении об уровне ИТ-сервиса (SLA) для сотрудников КБ «АРМАС» прописаны четкие требования по времени реакции и времени решения.

Обучение

С начала работ необходимость проведения обучения персонала была очевидной для участников проекта. Если некоторые сотрудники КБ «АРМАС» ранее использовали при разработке конструкторской документации КОМПАС-3D, то опыта работы с другими компонентами решения не было ни у кого.

Еще на этапе экспресс-обследования определялись потребности в обучении, его цели, выявлялись процессы информационного обмена, происходящие между работниками предприятия, был определен список типовых ролей и выполняемых задач, что позволило определить как содержание планируемых курсов обучения, так и количество слушателей курсов. Порядок обучения был согласован с очередностью внедрения компонентов Системы, так как подготовка сотрудников должна быть завершена до того, как им придется непосредственно в ней работать.

Предпроектное обследование НТФ проводилось спустя полгода после начала работ по проекту. Несмотря на достаточно большой опыт использования технологии 3D-моделирования в конструкторских работах было отмечено, что:

- проверка и согласование документов, сдача документации в архив осуществляется в «бумажном» виде;
- отсутствует единый регламентированный подход к проектированию трехмерных моделей в САД системе;
- отсутствует единый электронный архив и регламентированные методы по обмену и хранению электронной документации;
- отсутствует единая система планирования и контроля исполнения работ;
- отсутствует единый справочник НСИ.

В настоящий момент идет процесс заключения договора на работы по внедрению АС КТПП для КБ средств технологического оснащения и опытного производства НТФ.

Выводы

Внедрение АС КТПП – это сложная и нетривиальная задача. Для обеспечения успешной реализации Проекта в целом по АО «ЦТСС» необходимо:

- повысить управляемость и оптимизировать процессы как самой КТПП, так и смежные процессы, связанные с закупками материалов и комплектующих, финансовым и производственным планированием, процедуры согласования документации и т. п.;
- перейти к разработкам всех электронных моделей изделий в системе, обеспечивающей интеграцию в ЕИП предприятия;

- обеспечить централизованную качественную информационную и техническую поддержку проекта;
- максимально использовать все наработки, осуществленные в рамках пилотного проекта КБ «АРМАС» при реализации проекта в НТФ;
- обеспечить возможность интеграции с системами бухгалтерского учета и ERP-системами.

Литература

1. Совещание по вопросам перспективного развития Военно-Морского Флота [электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/62558>.
2. Стратегия развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года» (Постановление Правительства Российской Федерации № 1930-р от 30.08.2019) [электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/37755/>.
3. Описание методологии СТЗД [электронный ресурс]. URL: <https://ascon.ru/solutions/ct3d/>.