

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет Информационных систем и геотехнологий
Кафедра «Морские информационные системы»

Допустить к защите

и.о. зав. каф МИС
А.А. Фокичева



ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

**«ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ИНФОРМАЦИОННОМУ
ОБЕСПЕЧЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПОДГОТОВКИ
ПРОИЗВОДСТВА ОБРАЗЦОВ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ»**

Направление подготовки — 17.03.01 «Корабельное вооружение»
Профиль — «Морские информационные системы и оборудование»

Исполнитель:
Вялкина Варвара Игоревна

Руководитель:
к.т.н., доцент
Юдин Юрий Александрович

Санкт-Петербург-2017

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет Информационных систем и геотехнологий
Кафедра «Морские информационные системы»

Допустить к защите

и.о. зав. каф МИС

А. Фокичева

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

**«ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ИНФОРМАЦИОННОМУ
ОБЕСПЕЧЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА
ОБРАЗЦОВ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ»**

Направление подготовки — 17.03.01 «Корабельное вооружение»
Профиль — «Морские информационные системы и оборудование»

Исполнитель:
Вялкина Варвара Игоревна

Руководитель:
к.т.н., доцент
Юдин Юрий Александрович

Санкт-Петербург-2017

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	2
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 АНАЛИЗ ПРЕДПОСЫЛОК ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СУДОСТРОЕНИИ.....	7
1.1 Анализ состояния судостроительной отрасли России на современном этапе.....	7
1.2 Жизненный цикл образцов морской техники	10
1.3 CALS- технологии.....	15
1.4 Выводы.....	26
2 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ CALS	29
2.1 Создание стратегии и последовательности внедрения CALS-технологий	29
2.2 Разработка организации внедрения CALS-технологий	32
2.3 Выводы.....	47
3 ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ РОССИИ.....	52
3.1 Основные проблемы внедрения CALS технологий на Российские предприятия	52
3.2. Система "Three tronix technology": цель, задачи и принцип построения ..	55
3.3 Выводы.....	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	64
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	66

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

ИТ — информационные технологии

ЖЦ — жизненный цикл

ЖЦИ — жизненный цикл изделия

САПР — система автоматизированного проектирования

АСУП — автоматизированная система управления производством

CALS — (англ. — Continuous Acquisition and Lifecycle Support) — непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла изделий

НИЦ — научно-исследовательский центр

НИИ — научно-исследовательский институт

ОМТ — объект морской техники

ОКР — опытно-конструкторские работы

ИПИ — информационная поддержка процессов ЖЦ изделий

ИИС — интегрированная информационная среда

ЕИП — единое информационное пространство

ВП — виртуальное предприятие

БД — база данных

ЭЦП — электронная цифровая подпись

SADT (англ. — Structured Analysis And Design Technique) — методы структурного анализа и проектирования, которые интегрируют процесс моделирования, а также управление конфигурацией проекта

MRP (англ. — Material Requirements Planning) — система планирования потребностей в материалах

ERP (англ. — Enterprise Resource Planning,) — организационная стратегия интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами

PDM (англ. — Product Data Management) — система управления проектными данными

PLM (англ. — Product Lifecycle Management) — прикладное программное обеспечение для управления жизненным циклом продукции

CAD (англ. — Computer-Aided Design/Drafting) — средства автоматизированного проектирования

CAM (англ. — Computer-Aided Manufacturing) — автоматизированная система, либо её модуль

CAE (англ. — Computer-Aided Engineering) — общее название для программ и программных пакетов, которые предназначены для решения различных инженерных задач: расчётов, анализа и симуляции физических процессов.

ИЭТР — интерактивное электронное техническое руководство

ЕС — единая система

ЭВМ — электронная вычислительная машина

КБ — конструкторское бюро

ПКБ — проектно-конструкторское бюро

ПО — программное обеспечение

ЕСПД — единая система программной документации

ЕСКД — единая система конструкторской документации

ЕСТД — единая система технологической документации

ОАО — открытое акционерное общество

ГУП — государственное унитарное предприятие

ФГУП — федеральное государственное унитарное предприятие

ЦКБ МТ — центральное конструкторское бюро морской техники

АРМ (англ. — Advanced Power Management) — набор функций, позволяющий программам управлять параметрами энергопотребления ПК

АС — автоматизированная система

АСТПП — автоматизированная система технологической подготовки производства

АСУ ТП — автоматизированная система управления технологическим процессом

ТЗ — техническое задание

ВВЕДЕНИЕ

Ситуация на мировом рынке коммерческого и военного судостроения характеризуется высокой глобальной конкуренцией и большой избыточностью. Верфи, которые не в состоянии быстро перестраивать свою работу под запросы рынка, теряют свои позиции. Лидирующее положение в шестидесятые годы по коммерческому судостроению занимала Швеция, тогда как в Южной Корее судостроения вообще не было. Другим ярким примером может служить Англия: сегодня из 16 верфей осталось только 4. В то же время известные верфи Южной Кореи вышли на первое место благодаря целенаправленной политике реинжиниринга бизнес-процессов и широкого внедрения ИТ. Польские судостроители достигли срока нахождения судна среднего водоизмещения на стапеле до двух недель. Об аналогичных достижениях российских судостроительных предприятий в ближайшей перспективе пока не ожидается. По мнению экспертов, 75% расходов в структуре себестоимости национального валового продукта кроется в организации управления ресурсами. Оптимизация этих расходов за счет процессной организации управления производством и перевода большинства процессов во взаимосвязанные процедуры, осуществляемые в реальном режиме времени, позволит высвободить до 60% расходов из структуры себестоимости промышленной продукции. Современные ИТ предоставляют такие возможности.

Актуальность исследования. Актуальность исследования подтверждается тем, что в настоящее время в рамках конкурентной борьбы возрастает спрос на более качественный товар, изготовленный в быстрые сроки. Ввиду того, что внедрение западных систем на российском рынке сталкивается с рядом трудностей из-за маленькой степени локализации, большой стоимости этих систем и невысокого уровня интеграции с российскими информационными системами и технологиями, в качестве направления может рассматриваться создание единой интегрированной системы поддержки всех этапов ЖЦ ОМТ.

Данная работа является **комплексной**. В основе данной работы лежит разработка рекомендаций по организации внедрения информационных технологий "CALS" на судостроительные предприятия России.

В качестве **объекта** исследования рассматриваются информационные технологии CALS — это базовые принципы, информационные и управленческие технологии, которые обеспечивают поддержку жизненного цикла изделий (в основном машиностроительных) на всех стадиях жизненного цикла. Технологии CALS основываются на применении интегрированной информационной среды (единого информационного пространства), в котором взаимодействуют все участники жизненного цикла, а именно: заказчики, разработчики, производители (поставщики), эксплуатанты продукции, с помощью электронного обмена данными. Непрерывная информационная поддержка обеспечивает единообразный способ управления процессами и взаимодействия между всеми участниками этого цикла: заказчиков продукции, поставщиков/производителей продукции, эксплуатационного и ремонтного персонала, что приводит к своевременному, быстрому и качественному обслуживанию объекта на любой стадии.

Предметом исследования является внедрение информационных технологий "CALS".

Цель данного исследования заключается в разработке перечня рекомендаций по внедрению информационных технологий "CALS" на судостроительные предприятия России.

Задачи исследования :

- Анализ предпосылок для внедрения новых информационных технологий в судостроении России
- Разработка рекомендаций по организации внедрения информационных технологий CALS на судостроительные предприятия России
- Анализ опыта внедрения CALS технологий на судостроительные предприятия России

1 АНАЛИЗ ПРЕДПОСЫЛОК ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СУДОСТРОЕНИИ

1.1 Анализ состояния судостроительной отрасли России на современном этапе

В настоящее время судостроительная промышленность нашего государства является одной из важнейших отраслей промышленности.

К примеру, ещё чуть более 20 лет назад отечественное судостроение считалось одним из самых мощных в мире . Только по заказу военно-морского флота было построено и сдано заказчику более 50 единиц, различных боевых кораблей и судов обеспечения. На рисунке 1.1.1 представлена доля нашей страны на мировом рынке судостроения на 2013 и предположительно 2030 годы [1]



Рисунок 1.1.1 — Доля России на мировом рынке судостроения на 2013 и 2030 годы (слева). Заказы российских судовладельцев (справа)

Можно сделать вывод о том, что по ряду причин отечественные судовладельцы вынуждены заказывать товар у иностранных верфей. Следует разобратся, что привело к такой тенденции на сегодняшний день.

Кризис в промышленности России, случившийся в 1990 годы не без следа прошёл по отрасли судостроения. В данной отрасли он оказался особенно длительным, что сказалось на состоянии информационного обеспечения в отрасли, и привело к тому, что уровень развития, а также применение современных решений сильно отстали от мировых и от ряда других отраслей российской экономики.

Тем не менее, сложившаяся ситуация дает возможность отечественным судостроительным предприятиям проанализировать отрасли, в которых наиболее успешно внедряются и применяются современные информационные технологии, и попытаться применить эту стратегию в области судостроения, но уже с учетом всех особенностей данной отрасли.

Наиболее серьезная, и основная проблема отечественного судостроения, это очень высокая стоимость проектов, чем у производителей за рубежом. Это происходит из-за их больших сроков, высоких трудозатрат, частых их срывов. Те верфи, которые не в состоянии перестроить свою работу в зависимости от запросов рынка, потеряли свои позиции. Строительство новых судов на Российских верфях, сегодня, перестает быть экономически выгодно как судовладельцам, так и банковским структурам. В тоже время — в таких странах как Китай или Корея сейчас это сделать намного выгоднее, так как стоимость строящихся на российских верфях судов на 15—20% выше стоимости аналогичных судов, которые строятся за рубежом. Например, в 2001 г. Отечественные судовладельцы выплатили порядка \$14 млн. в виде дополнительных налогов на построенные в России суда, по отношению к мировой практике. Общий объем реализации продукции транспортного и промыслового судостроения на внутреннем рынке составил более \$120 млн. Можно сделать вывод о том, что за счет дополнительных затрат на налоги увеличение стоимости судов составило около 17%. Эти дополнительные затраты возникли из-за дополнительных нало-

гов и таможенных сборов на импортируемое судовое оборудование. Сегодня Российский судостроитель вынужден строить суда неукomплектованные оборудованием или не полностью укомплектованными, Так, в 1999 г. на Российских верфях было построено всего 7 корпусов судов, а в 2001 г. уже 44 корпуса, которые в дальнейшем буксировали для последующей достройки и насыщения оборудованием на зарубежные верфи.

По общему дейдведу, в области судов, наша страна занимает примерно 0,6% от суммарного объема трех лидеров мирового судостроения — Японии, Южная Кореи и Китая.

Учитывая сказанное, эффективным средством и одним из возможных направлений для выхода из данной ситуации может стать внедрение новых информационных технологий, позволяющих эффективно реализовать взаимные информационные интересы всех участников комплексного процесса судостроения. Однако следует помнить о том, что это будет возможно лишь при комплексном развитии этих информационных технологий у всех участников технологического процесса, которые будут обеспечивать информационную поддержку абсолютно всех этапов создания судов — от управления их проектированием, комплектацией, до управления судостроительными предприятиями, проектами по выполнению проектирования судна, производством на верфях, а также поддержки изделия судна или его частей после передачи для использования по назначению.

Умение качественно и быстро организовывать информационное обеспечение процессов судостроения с помощью новейших современных технологий, позволит значительно ускорить выход нашей страны на уровень лидеров в судостроении, среди таких государств как Южная Корея, Япония, Германия, являющимися на сегодняшний день лидерами в данной отрасли.

Внедрение новых технологий возможно при улучшении финансирования со стороны государства. К примеру, мы очень отстаем от мирового уровня в государственной поддержке отечественного автомобилестроения по многим позициям. Однако государство нашло возможность её поддержки, продукцию

данной отрасли конкурентоспособной как минимум на внутреннем рынке. Также необходимо сделать и с судовой промышленностью, так как она в отличие от автомобильной, имеет большой спрос на внешнем рынке, благодаря большому грузообороту. Продукция судостроения очень востребована на внешнем рынке и имеет прорывные и новейшие технологии. Нашу продукцию покупают сейчас и будут покупать, если будут созданы аналогичные экономические условия работы, которые приняты сегодня в мировой практике. Таким образом, мы сможем экспортировать гражданские суда на \$600—800 млн. и военные корабли на \$2,3—3,0 миллиардов ежегодно.

Для многих отраслей производства, в том числе и для судостроения в настоящее время характерен выпуск штучной и мелкосерийной продукции. Производство одного судна, в последнее время, является зачастую самостоятельным и отдельным проектом. Так, даже суда одной серии могут существенно отличаться друг от друга, так как они могли изготавливаться в разных условиях.

На сегодняшний день наиболее разработанными информационными технологиями используемыми ведущими зарубежными фирмами являются КАЛС технологии, которые позволяют решать перечисленные выше задачи в едином информационном пространстве на всех этапах жизненного цикла изделий от его производства, использования по назначению, до утилизации.

1.2 Жизненный цикл образцов морской техники

Общие понятия. Само понятие «жизненный цикл товара» впервые было сформулировано Теодором Левитом [2], который являлся известным американским маркетингологом. По его мнению, любому продукту отведен жизненный цикл, иначе срок жизни, в течение которого проходит много этапов. В результате исследований было выяснено, что можно продлить срок пребывания товара на рынке. Было предложено, сокращать определённые этапы ЖЦ, и наоборот, другие продлить. При этом для достижения успеха необходимо для каждо-

го товара тщательно разрабатывать план его жизненного цикла. В то время, в качестве основных этапов жизненного цикла продуктов предполагалось следующее:

1 этап — ввод продукта на рынок. В этот момент продукт абсолютно новый и реализовать продукцию довольно трудно, так как него довольно маленький спрос и само производство в целом не налажено.

2 этап — на товар растет спрос. На данном этапе довольно быстро растут продажи. Отлаживается производство и модернизируется, повышается качество товара.

3 этап характеризуется зрелостью продукта. Его жизненный цикл относительно стабилен, темп роста падает, так как большинство людей уже купили этот товар. Предприятию приходится стимулировать спрос путём снижения цен, улучшения сервиса и предоставления скидок при неоднократной покупке товара.

4 этап характерен насыщением, рост продаж совсем на низком уровне, несмотря на многократное снижение цен. Может снова совершенствоваться товар или его технология.

5 этап — завершающий, характеризуется спадом. Объёмы производства резко падают, усиливается конкуренция со стороны новых товаров.

Более поздняя и полная формулировка жизненного цикла продукта определена стандартом ISO 9004-1-2000 [3] как «Совокупность процессов, выполняемых от момента выявления потребностей общества в определенной продукции до момента удовлетворения этих потребностей и утилизации продукта»

Список этапов ЖЦ и их основной смысл представлен в стандарте ISO 9000-2000 [4]

Следующая формулировка ЖЦ изложена в ГОСТ Р 52611-2006[5] и определяет жизненный цикл как комплекс процессов создания и дальнейшего изменения состояния товара, которые взаимосвязаны между собой. В этом же стандарте описываются такие этапы ЖЦ как:

- исследования в области маркетинга.

- проектирования и разработки.
- планировки и разработки необходимых процессов.
- закупки.
- производство.
- упаковки товара и его хранение.
- реализации и продажи продукта
- установки и начала эксплуатация
- использования по своему назначению
- технического обслуживания и ремонта (техническая эксплуатация)
- утилизации или переработки продукта

Таким образом, жизненный цикл можно определить как совокупность процессов, которые выполняются от момента обнаружения потребности общества в этом продукте, до момента её удовлетворения и утилизации объекта морской техники.

Основными этапами ЖЦ объекта морской техники принято считать этапы проектирования, производства, эксплуатации и утилизации. Сами этапы, как можно заметить, отличаются друг от друга процессами.

До основного этапа проектирования происходит множество расчетов и анализов необходимости создания того или иного судна. Проводятся оперативно-тактические исследования, маркетинговые и предпроектные исследования, анализ, и модернизация прототипа продукта.

На этапе проектирования, происходит формулировка самой концепции, и создаются два проекта: технический и рабочий. При этом производятся различные расчеты, анализы, испытание моделей, а также эскизные, технические и рабочие проекты.

Проектирование это целый ряд работ, основой целью которого будет являться разработка описания объекта морской техники, нового или модернизируемого. Данного описания должно быть достаточно для того чтобы реализовать и изготовлять объекта в заданных условиях.

Данные работы включают в себя различные исследования: экспериментальные, теоретические, а также разработку документации (проектной и технической) и конструирование.

Как говорилось ранее, создаются два проекта : технический и рабочий. Более трудоемкий и длительный по времени из них рабочий. В его процессе происходит изготовление образцов для опытов, проводятся их испытания, и далее корректируется в соответствии с технической документацией до тех пор, пока данный образец не будет удовлетворять абсолютно всем требованиям технической документации.

Следует обратить внимание на то, что последнее время два этапа проектирования объединяют в одно общее название ОКР . По результатам этих испытаний определяется дальнейшая судьба объекта морской техники, а именно следует ли его выпускать на производство.

Таким образом, рассматривая структуру этапов жизненного цикла, можно сказать, что проектирование это процесс, начинающийся с формулировки идеи объекта морской техники и его технического задания, заканчивающийся его производством. Данный этап является довольно сложной и затратной.

Основной задачей подготовки производства является выпуск новых изделий. Подготовка производства это целый коллектив людей, комплекс технических, экономических, производственных процессов, разработка и выпуск усовершенствованного или нового продукта.

Для организации подготовки производства необходимо:

- определить цель этой организации
- разработать и установить перечень работ, которые необходимы, чтобы данная цель была достигнута.
- создать новую или усовершенствовать структуру организации подготовки производства на предприятии.
- установить за каждым подразделением соответствующий вид работы.

- установить экономические связи с участниками, занимающимися производством новой техники

На этапе постройки судна или этап производства происходит изучение проекта и подготовка производства, а также сборка, спуск и настройка. При этом производятся различные анализы, заказ оборудования, плановые работы, подготовка стапеля и спусковых дорожек, изготовление и сборка корпуса и корпусных конструкций.

На этапе эксплуатации имеют место процессы использования по прямому назначению, техническая эксплуатация и ремонт. Особое место в этом ряду занимают этапы технической эксплуатации и ремонта, так как требуют соответствующего технического обеспечения в виде запасных частей и необходимых комплектующих для восстановления ресурсных характеристик объекта, на котором установлены изделия, выпущенные зачастую несколько десятилетий тому назад.

Отношения между производителем и потребителем, в основном, определены договором на поставку. Необходимо периодически обновлять продукцию, за счет снятия с продажи устаревших изделий и выпуска новых. Факторы, которые влияют на надёжность продукции, должны быть заложены ещё на этапе проектирования. При этом, рекомендуется тщательно продумать и так установить затраты на проектирование и разработку с затратами на эксплуатацию, чтобы в общей сумме затраты не превышали заданную.

На этапе утилизации происходит подготовка, вывод судна из действия и производственные процессы, при этом проводятся работы по утилизации, также производится контроль за проводимыми работами.

Также существует этап модернизации, который находится между эксплуатацией и утилизацией. На нем происходит подготовка и различные производственные процессы (анализы, заказ, контроль технического состояния, ремонт и сдача)

В процессе жизнедеятельности, любой объект морской техники переживает различные этапы, которые порой осуществляются на разных предприяти-

ях. Задача ИПИ технологий связать эти этапы в единое целое, для того, чтобы любой сотрудник, участвующий в «жизни» этого объекта имел быстрый доступ к любой информации, касающейся его, в случае необходимости.

1.3 CALS- технологии

История становления CALS-технологий. Технологией CALS, на сегодняшний день, можно дать следующую трактовку — это комплекс решений, который объединяет принципы и технологии информационной поддержки продукта на всех стадиях его жизненного цикла, в основе которого лежит некоторое единое информационное пространство, иначе, интегрированная информационная среда. Система CALS обеспечивает взаимодействие абсолютно всех участников жизненного цикла продукта, а также создает единообразный способ управления процессами и реализована в соответствии со всеми требованиями системы международных стандартов и осуществляется с помощью электронного обмена данными.

В первоначальный период идея CALS зародилась в США, в департаменте обороны США в середине 80-х годов 20 столетия. Аббревиатура CALS переводилась и расшифровывалась как — компьютерная поддержка поставок и логистики (Computer aided Logistic Support). В то время, в основной упор делался на компьютеры, как на единственный быстрый способ управления поставками, эксплуатацией и транспортировкой продукта.

Со временем применение компьютеров уже перестало быть новинкой, поэтому поменялась расшифровка понятия CALS. Под CALS, в 1988 году в результате снятия военных ограничений CALS получили расшифровку как «Компьютеризированные Поставки и Поддержки» (Computer-Aided Acquisition and Support)». В данном случае уже более ярко видна направленность.

В 1993 году, под CALS стала приниматься некоторая непрерывная информационная поддержка поставок продукта на всех этапах его жизненного

цикла (Continuous Acquisition and Life cycle Support). Здесь больше внимания уделяется не компьютеру, а постоянному и непрерывному взаимодействию заказчиков и поставщиков, охватывается весь жизненный цикл продукта. Предполагается, что в данном случае мы говорим о сложной продукции, требующей передачи, создание и преобразование больших объемов информации между всеми участниками её жизненного цикла.

Совсем недавно, в 1995 году, появилась ещё одна, совершенно новая трактовка CALS. Здесь она понимается как «быстрая» или высокоскоростная коммерция (Commerce At Light Speed). В данной трактовке акцент делается на применении в последние годы электронной коммерции (бизнеса), которая осуществляется посредством Глобальной Сети Интернет. Суть состоит в обмене сторонами значительными объемами данными в электронном виде, происходящей в высоком темпе, что, разумеется, невозможно при обычных способах общения.

Сегодня, приобрели популярность виртуальные предприятия. Они предназначены для выполнения больших проектов, которые связаны с производством, эксплуатацией и разработкой сложной продукции. Связанные общими бизнес-процессами предприятия и организации, которые участвуют в жизненном цикле продукта, объединяются на контрактной основе и создают общие базы данных, и общую глобальную компьютерную сеть, с помощью которых обмениваются информацией. Виртуальное производство существует до тех пор, пока идет жизненный цикл продукта. Для таких производств особенно актуально применение CALS технологий, так как они включают в себя различные конструкторские бюро и научно-исследовательские институты важных поставщиков и подрядчиков, которые географически удалены друг от друга и зачастую используют разные компьютерные платформы и решения.

Стандартизированное представление данных позволяет почти мгновенно передавать информацию от одного участника виртуального предприятия к другому, в то же время каждый из участников может иметь доступ к результатам уже проделанной работы. Это особенно необходимо при создании изделий, ко-

торые имеют длительный жизненный цикл, когда необходимо иметь связь между явлениями в процессе развития продукта, вне зависимости от ситуации на рынке или в стране.

Сущностная модель и принцип CALS. Анализируя сущностную модель CALS, приведем принятую российскими специалистами формулировку CALS на сегодняшний день. Другими словами, CALS это информационная поддержка процессов ЖЦ изделий, сокращенно ИПИ. Т.е ИПИ является совершенным аналогом CALS в русскоязычном формате.

На рис. 1.3.1 приведена схема, которая отражает *сущность CALS технологий*. Данная схема заимствована из [5] Она полностью доработана НИИ CALS-технологий «Прикладная логистика» и является моделью рассматриваемой в настоящем документе задачи.

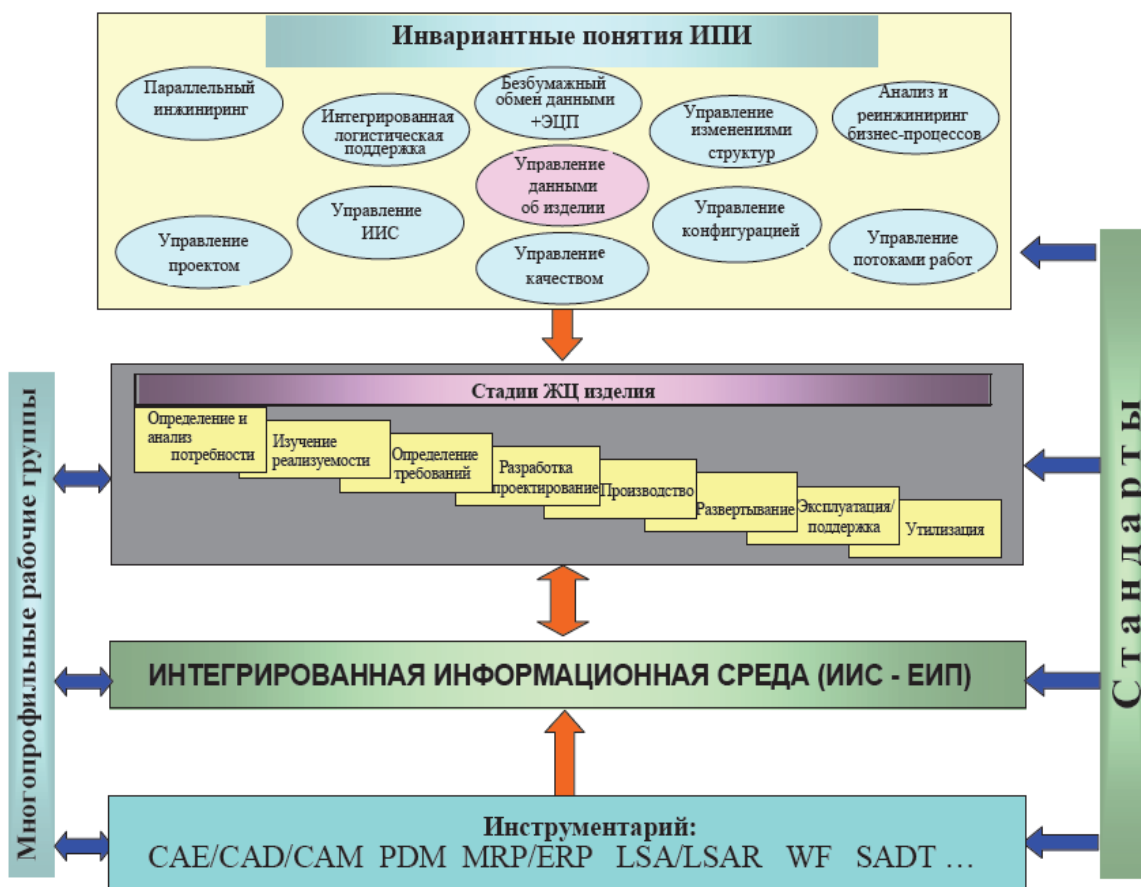


Рисунок 1.3.1 — Сущность CALS-технологий.

Как видно из приведённой схемы суть и основу представляет интегрированная информационная среда, сокращенно ИИС. Данное сокращение принято Государственным Стандартом России и используется в настоящем документе, однако существует ещё одно сокращение ЕИП.

Для более ясного понимания ЕИП чаще используют относительно виртуального предприятия, а ИИС к уже конкретному.

В данном комплексе БД информационные процессы сопровождают и поддерживают ЖЦ изделия. Основной принцип работы данной интегрированной системы заключается в том, что любая информация, которая возникает на любом этапе ЖЦ, сохраняется в этой системе и становится открытой для участников этого, а также других этапов ЖЦ. Пользоваться этой информацией имеют право только доверенные лица, во избежание несанкционированного распространения информации, её изменения и. т. п.

Основное отличие этой системы, существенно различающее ее от других, это введение, так называемых, *инвариантных понятий*, которые условно разделяются на две группы [6], представленные в таблице 1.1:

Основные принципы информационной поддержки процессов ЖЦ изделий	Базовые принципы информационной поддержки процессов ЖЦ изделий
<ul style="list-style-type: none"> - перепроектирование и анализ различных процессов бизнеса - обмен данными без помощи бумаги, вместо обычной подписи используется ЭЦП - параллельные инженерно-консультативные услуги 	<ul style="list-style-type: none"> - управление различными информационными потоками и управление самой интегрированной системой - управление проектом и его качеством - управление конфигурацией и данными об изделии

<p>- системная организация процессов жизненного цикла продукта после производства</p>	<p>- управление производственными структурами, а также организационными</p> <p>- управление потоками работ</p>
---	--

Таблица 1.1 — Принципы информационной поддержки процессов ЖЦ изделий (разработано автором)

Рассматриваемые технологии ИПИ осуществляются с помощью широко-профильных групп, которые включают в себя разных специалистов. Существуют международные стандарты, которые создают нормативную базу разработок.

Вся работа с информацией в системе реализуется при помощи программных средств, а именно её хранение, преобразование и передача от одного участника жизненного цикла к другому. На рисунке 1.3.1 приведен перечень этих средств в блоке «Инструментарий»

- LSA/LSAR — программные средства, предназначенные для анализа логистической поддержки, а также ведения баз данных на основе его результатов
- SADT — методы и программные средства, предназначенные для моделирования и анализа бизнес-процессов
- WF — программные средства, которые предназначены для управления потоками работ
- MRP/ERP — автоматизированные системы, разработанные для планирования и управления производством и предприятием
- PDM — управляют данными об изделии
- CAE/CAD/CAM предназначены для конструирования и технологического проектирования.

На рисунке 1.3.2 приведены этапы жизненного цикла изделий морской техники. Данная схема отражает взаимосвязи этапов жизненного цикла изделий и заимствована из [7]



Рисунок 1.3.2 — Этапы жизненного цикла изделий морской техники.

Сказанное позволяет сделать вывод об основных критериях, дающие право отнести любую информационную систему к классу ИПИ- систем, а именно:

- применение и использование соответствующих программных средств, и методов управления изначально направленные на взаимодействие через интегрированную систему и безбумажный обмен данными через системы.
- реализация инвариантных принципов в использование технологий ИПИ

- приведение процессов в соответствие с требованиями международных стандартов.

Те информационные системы, которые не удовлетворяют хотя бы одному из этих требований нельзя отнести к ИПИ системам

Обоснование предпосылок для внедрения CALS технологий. В течение многих лет, до появления компьютеров информационное взаимодействие осуществлялось с помощью документов, на бумажной основе. Были привлечены миллионы людей.

Последнее десятилетие XX века характерно широкой компьютеризацией всех видов деятельности человечества, в том числе и судостроение. Этому способствовали многие факторы, такие как появление персональных компьютеров, различных средств вычислительных сетей, средств телекоммуникаций, особенно появление « всемирной паутины» — сети Интернет. Стали применяться очень важные системы САПР, системы управления производством (АСУП), системы обработки текстовых документов и. т. д. Здесь, была особая важность в выборе эффективных методов автоматизации технической подготовки производства, которые обеспечены постоянностью компании-разработчика и помощью высококвалифицированных специалистов. Недостатком САПР можно считать их скрытость в техническом и информационном смысле друг от друга. Несмотря на то, что все подсистемы основывались на ЕС ЭВМ, у них было разное системное и информационное обеспечение. Попытка создания единой системы и нового этапа развития САПР, была в Северном ПКБ. Единый комплекс «САПР СУДНО» связал все подсистемы между собой и обеспечил в автоматизированном режиме передачу информации между этими подсистемами.

В последнее время, особенность развития и эффективного использования информационных технологий сделали проблему создания единой системы ещё более актуальной во всех сферах производства. Устоять в конкурентной борьбе смогут лишь те предприятия, которые будут применять в своей деятельности самые современные информационные технологии, так как использование но-

вых информационных технологий существенно повышает качество выпускаемой продукции, улучшает производительность труда, сокращает сроки поставки изделий на производство. Однако не всё так просто, как кажется на первый взгляд. Спустя некоторое время, было осознано, что частичная, фрагментарная компьютеризация отдельных видов производственной деятельности дело довольно дорогостоящее и часто не оправдывает возлагаемых на нее надежд, так как они не решают проблем обмена информацией между различными участниками жизненного цикла продукта. На перенос информации из одной системы в другую необходимы большие затраты времени и труда, а также это приводит ко многим ошибкам в процессе перекодировки. Если продукт более сложный, то необходимо иметь большое множество технической документации. Например, при использовании бумажной труднее отыскать и изменить необходимую информацию, также в процессе возникает много ошибок, на устранение которых необходимо много времени. В итоге начинает снижаться эффективность процессов, обслуживания производства в целом. Для устранения ошибок и повышения качества того или иного продукта необходимо создать новую "идею" или концепцию. Выгоднее создать единое информационное пространство, с помощью которого в разработке и реализации продукта, смогут участвовать все участники его жизненного цикла: заказчики продукции (включая государственные учреждения и ведомства), поставщики (производители) и эксплуатационный и ремонтный персонал, с помощью электронного обмена данными.

Особенно это выгодно сегодня, так как это в условиях постоянной борьбы и конкуренции побеждает тот, кто производит продукт раньше и быстрее. Раньше и быстрее производит тот, у кого есть возможность быстрого получения необходимой информации. Также, необходимо понять, что нужно сделать для того, чтобы было не только раньше, но и обязательно лучше.

Для этого необходимы специалисты высокой квалификации и другие предполагаемые участники. Однако только этого условия недостаточно, так как они находятся в разных местах. Для улучшения скорости работы их необходимо объединить в единой целое — в единую систему или процесс, который су-

щественно сократит объемы проектных работ, так как доступ к описанию большинства составных частей к оборудованию будет иметь каждый пользователь данной технологии, потому что эти данные будут храниться в базе данных сервера. Кроме того, ускорится решение проблемы ремонтпригодности продукта, внедрение его в другие системы или среды, улучшится адаптация к постоянно меняющимся условиям эксплуатации и ряда многих других проблем, возникающих в процессе жизненного цикла продукта. Более того, применение CALS технологии приведет к появлению, так называемых, виртуальных производств. Это процесс создания спецификаций с информацией для программно-управляемого технологического оборудования, которых будет достаточно для производства изделий, также он сможет быть распределен во времени и пространстве между различными организационно автономными проектными предприятиями.

Суть интегрированной среды заключается в оперировании всех автоматизированных систем не с обычными документами и изображениями, а с целой информационной моделью, которая включает в себя описание изделия, его использование и технологии производства, и будет рассматриваться как целый информационный объект. Информация, созданная в данной среде, не подвергается перекодировкам, со стороны автоматизированных систем, что предотвращает появление ошибок и сохраняет свою целостность в течение всей жизни проекта. Системы, имеющие доступ к среде, по необходимости могут извлекать необходимую информацию, обрабатывать её, а также помещать результаты своей работы в среду.

Для того, чтобы всё это осуществить все модели и объекты стандартизованы. Об этом будет ещё идти речь в этом разделе.

CALS-технологии будут являться инструментом для повышения эффективности конкурентоспособности, бизнеса и привлекательности продукции, а, следовательно, и востребованности на рынке. К несомненным достижениям таких технологий следует отнести легкость распространения лучших проектных

решений, возможность многократно воспроизводить части проекта в других разработках.

Внедрение данных технологий довольно сложный и разносторонний процесс, который связан со многими аспектами деятельности предприятия. Для осуществления внедрения CALS технологий необходимо существование предпосылок, а именно :

- наличие системы подготовки и переподготовки кадров
- наличие федеральной, отраслевой и корпоративной документации на предприятии
- рекомендуется иметь опыт в различных научно-исследовательских работах, а также в пилотных проектах, которые, в свою очередь, направлены на разработку решений в области CALS технологий
- наличие рынка решений и услуг, которые уже имели положительный результат в данной области.
- наличие различных источников информации, а именно сеть Internet. Их целью должно являться информирование общественности о ведущихся работах и существующих решениях в области CALS технологий.

Данные предпосылки, скорее относятся к "внешним" для предприятия. Однако, для наиболее успешного внедрения также рекомендуется создать и "внутренние" предпосылки, к которым, прежде всего будет относиться наличие необходимого оборудования, ПО и готовность руководства и сотрудников к внедрению CALS технологий.

Основные преимущества применения CALS технологий в судостроении. Технологии CALS обеспечивают быстрый и экономичный обмен данными в электронном виде и документами, без помощи бумаги. В ряд основных достоинств этих технологий можно включить:

- могут выполнять одновременно достаточно сложные проекты несколькими группами рабочих, что намного уменьшает сроки разработки
- управляют несколькими предприятиями, которые участвуют в процессе ЖЦ продукта, этим самым улучшая и расширяя электронный бизнес

- уменьшает огромное количество ошибок, что приводит к повышению качества изделия и сокращению срока реализации

- поддержка продукта, даже после его продажи.

Также, CALS технологии положительно влияют и на экономические показатели предприятия, к ним можно отнести:

- уменьшение затрат на обслуживание, ремонт и эксплуатацию продукта.

- увеличение объема продаж

- существенное уменьшение затраты и количество бракованных товаров

- возможность быстрого вывода товара на рынок новых конкурентоспособных изделий

- сокращение затрат на производство новых изделий

- уменьшение трудоемкости всех процессов технической подготовки изделия.

Отсюда можно сделать *вывод* о том, что применение CALS технологий приведёт к получению дополнительной прибыли, а также к уменьшению затрат в целом.

Прямым тому доказательством могут служить приведённые ниже оценки количества эффективности, которые получились в результате использования CALS в США, на основе анализа и изложенного в ряде публикаций.

- затраты на проектирование были сокращены от 10 до 30%

- уменьшились затраты на разработку эксплуатационной документации на 30%, технической документации на 40%.

- было сокращено время разработки изделия- от 40 до 60 %, а также уменьшилась доля бракованных изделий от 20 до 70 %

- время вывода изделий на рынок уменьшилось от 25 до 75 %.

На сегодняшний день, около 500 крупнейших компаний мира, которые входят в список "Fortune 500» уже используют один из важнейших компонентов этой технологии, такой как Product Data Management — «управление данными об изделии», сокращённо PDM.

1.4 Выводы

В 1 главе работы был произведен *анализ состояния судостроительной отрасли России на современном этапе*. Исследуя положение России на сегодня в данной отрасли можно сделать вывод том, что наше государство значительно отстало от трех лидеров мирового судостроения — Японии, Южной Кореи и Китая. По общему дейдведу, в области судов, Россия занимает примерно 0,6% от их суммарного объема. Также, в этих государствах строить суда намного выгоднее, так как стоимость строящихся на российских верфях судов на 15—20% выше стоимости аналогичных судов, которые строятся за рубежом. Наиболее серьезная, и основная проблема отечественного судостроения, это очень высокая стоимость проектов, чем у производителей за рубежом. В результате кризиса, случившегося в 1990 году, уровень использования современных информационных технологий сильно отстал от трех мировых лидеров. Строить суда в России стало экономически невыгодно из-за затрат на налоги. Так, увеличение стоимости судов составило порядка 17%.

Произведен анализ предпосылок для внедрения новых информационных технологий в судостроении. Отсутствие полной автоматизации процессов производства, средств поддержки этапов ЖЦ изделий, единой нормативной базы, а также преимущественное ведение бумажной документации приводит к отставанию России в области применения информационных технологий на судостроительных предприятиях от западных стран, и соответственно к уменьшению спроса на мировом рынке.

Сложившаяся ситуация дает возможность отечественным судостроительным предприятиям проанализировать отрасли, в которых наиболее успешно внедряются и применяются современные информационные технологии, и попытаться применить эту стратегию в области судостроения, но уже с учетом всех нюансов.

В условиях современного рынка преобладает производство штучной и мелкосерийной продукции. Это касается практически любой отрасли производства. Поэтому всё более важной становится конкурентоспособность изделий, которая определяется качеством. Устоять в конкурентной борьбе смогут лишь те предприятия, которые будут применять в своей деятельности самые современные информационные технологии, так как их использование существенно повышает качество выпускаемой продукции, улучшает производительность труда, сокращает сроки поставки изделий на производство. В качестве таких информационных решений предлагаются технологии CALS, которые уже нашли свое применение за рубежом и постепенно начинают применяться в России.

В условиях постоянной борьбы и конкуренции побеждает тот, кто производит продукт раньше и быстрее. Раньше и быстрее производит тот, у кого есть возможность быстрого получения необходимой информации. Последнее десятилетие 20 века стали применяться системы САПР, системы управления производством (АСУП), системы обработки текстовых документов и т.д. Однако, вскоре выяснилось что применение частичной автоматизации не оказалось экономически выгодно. Их основным недостатком считается "скрытость" друг от друга, хоть они и основываются на ЕС ЭВМ, у них было разное системное и информационное обеспечение, что приводило к различным ошибкам, касающихся считывания информации. В итоге: долгие сроки выпуска изделия на рынок, относительно слабая конкурентоспособность, в отличие от стран-лидеров. У наших соотечественников была успешная попытка создания единой системы и нового этапа развития САПР, в Северном ПКБ. Единый комплекс «САПР СУДНО» связал все подсистемы между собой и обеспечил в автоматизированном режиме передачу информации между ними. Отсюда можно сделать вывод о том, что возникает необходимость применения единой информационной среды, как это и предполагается в технологиях CALS.

Проанализирована сущность нового подхода к производству на примере CALS технологий. Со временем проекты дорабатываются и усложняются, поэтому возрастает техническая документация. В интегрированной системе вся информация находится в одной БД в электронном виде, которая может изменяться и дополняться всеми участниками ЖЦ. БД разработана в соответствии с международными стандартами, к ней может получить доступ любой участник ЖЦ изделия, что предотвращает возможный длительный поиск срочной информации.

Сущность CALS технологий состоит в использовании инвариантных понятий. Вся работа с информацией в системе реализуется при помощи программных средств (CAD CAM CAE) и др. Интегрированная среда оперирует не с отдельными частями проекта, а с целой информационной моделью. Информация, находящаяся в БД не подвергается перекодировкам со стороны автоматизированных систем и сохраняет целостность на протяжении всего проекта. CALS технологии дают возможность полностью уйти от бумажной документации, которая бесспорно проигрывает электронной.

Произведен анализ основных преимуществ применения CALS технологий. В них входит сокращение времени разработки изделий и вывод их на рынок, увеличение объема продаж, уменьшение затрат на проектирование, производство, обслуживание, уменьшение трудоемкости процессов, уменьшение количества бракованных товаров.

2 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ CALS

2.1 Создание стратегии и последовательности внедрения CALS-технологий

Для того, чтобы CALS- технологии приносили максимальный эффект, следует разработать и продумать стратегию внедрения на этапе проектирования и производства и четко следовать ей. Внедрение таких технологий на данном этапе будет предполагать следующее:

Практически полное или частичное преобразование таких процессов как: проектирование и подготовку производства, саму сферу производства, его управление и закупки, обслуживание и всю материально-техническую часть.

Для совместного управления и использования информации необходимо применение российских и международных стандартов.

Для создания собственной стратегии необходимо проанализировать цели и задачи конкретного предприятия, понять необходимость применения CALS-технологий, выбрать средства и методы для решения задач. Успех будет зависеть от того насколько тщательно продуман и проработан подход.

Внедрение CALS технологий должно производиться постепенно, по мере накопления опыта и учёта обстоятельств.

Основой успешного внедрения CALS технологий является правильный и тщательный процесс планирования, который должен включать в себя:

- основного принципа внедрения CALS технологии, как части стратегии бизнеса.
- необходимо определить все затраты, и оценить экономический результат от последующего внедрения
- непосредственно само планирование и внедрение технологии.

CALS- технологии охватывают большое множество различных методов, средств и инструментов, которые используются для усовершенствования и поддержки промышленной деятельности. Внедрение таких технологий на предприятия необходимо рассматривать как составную часть стратегии деятельности в экономической сфере. Будет большой ошибкой предполагать что ИПИ-технологии касается только специалистов по ИТ технологиям, это не является только технической стороной дела. Следует принять во внимание также экономические потребности, нужды поставщиков и заказчиков и общее направление деятельности предприятия, в нашем случае судостроительное.

Начать применять элементы данных технологий следует там, где необходимо быстрое управление и обмен информацией для решения главных проблем на предприятии, например затраты на разработку продукции.

Далее, после того как предприятие определилось с тем, каким образом нужно использовать CALS-технологии, необходимо обосновать и разработать концепцию для внедрения технологии, которая должна четко определить всю перспективу дальнейшего внедрения, а также предпосылки для этого. Следует не забывать, любые вложения сравнить с прибылью.

Разработка последовательности внедрения CALS технологий:

- Необходимо определить задачи, которые стоят перед предприятием
- Собрать все исходные данные
- Определить результат внедрения с экономической точки зрения
- Внедрение технологии

Следующим действием необходимо определить денежные затраты и экономически-эффективный результат. В результате сопоставления на начальном этапе определяются возможные затраты и выгоды, которые будут корректироваться уже с последующим внедрением.

В ряде случаев будет сразу понятно, что предприятие, к примеру, работает на рынке, где CALS технологии- это необходимое условие участие в отборе

на определённые виды работ и обоснование проекта в данном случае будет очевидно.

Необходимо убедиться в любом случае, что выгоды превысят затраты. Оценивая различные *выгоды*, следует :

1. Сократить продолжительность этапа производства или разработки

В случае, если продукт (например судно или его составная часть) выпускается на рынок раньше конкурентов, то за предприятием закрепляется большая часть рынка и обеспечивается более высокая прибыль в течении того времени, пока конкуренты ещё производят продукт. Также, сокращая этапы производства появится возможность выпустить больше версий этого продукта, при тех же затратах ресурсов. Это касается и тех предприятий, которые занимаются проектированием. Сокращая длительность цикла разработки снижаются затраты, на непредвиденные расходы, что может оказаться для предприятия жизненно важным.

2. Сократить затраты

Проектирование продукта и его производство, часто приходится повторять многократно, что поглощает ресурсы, приводит к появлению браков, а следовательно и затратам на их переделку. Если информация будет представляться оперативно в нужное время и в нужной форме, благодаря ИПИ-технологиям, то резко сократятся затраты на переделки, а также их объёмы.

3. Повысить качество продукта

Выпущенная в более короткий срок продукция будет являться выгодной только тогда, если она имеет хорошее качество. Если получается всё правильно и с первого раза- это результат того, что была получена полная и верная информация в процессе проектирования, разработки и производства продукта (судна).

Нельзя не обратить внимания на такие критерии, как высокий уровень обслуживания, качество услуг и удовлетворенность клиентов и выгоды, которая связана непосредственно с наличием единого хранилища данных на предприятии. Должна быть абсолютная уверенность, что вся информация и разработки

о продукте находится в единой базе данных, совершенно достоверна и доступна для всех сотрудников, а не только в головах у нескольких человек. При рассмотрении более длительных перспектив использования такой системы, можно с уверенностью сказать, что она даст значительный конкурентный перевес.

Желательно пересмотреть положение дел на предприятии и согласиться на определённые затраты времени и труда каждого сотрудника, для общего дела. Особенно следует обратить внимание на увеличение времени и затрат на стадии проектирования, т. к. именно на этом этапе создаётся электронное описание продукта. Качественное и однозначно правильное описание продукта значительно сэкономит время и затраты на последующей стадии производства.

2.2 Разработка организации внедрения CALS-технологий

В первую очередь, рекомендуется создать *специальную группу людей*, требования к которой и её численность будет определяться размерами, как самого предприятия, так и проекта внедрения. Она должна состоять из членов производственного отдела предприятия (технологи и конструктора), а также специалистов из отдела автоматизации. Все сотрудники должны пройти обучения по CALS технологиям. Как уже говорилось ранее тщательная планировка проекта это залог его успеха, и не имеет значение крупное ли это предприятие, внедряющая лишь элементы или, наоборот, маленькая компания, которая планирует полномасштабное применение ИПИ-технологий. Тщательно продуманный план это связующее звено между действиями по применению, реализацией и концепцией перепланировки.

Следующим шагом является анализ всех существующих бизнес-процессов предприятия, а также их ИО. Основной целью данного анализа будет являться выявление всех взаимодействий между бизнес-процессами, а также их эффективность. Для осуществления анализа необходимо создать функцио-

нальные модели, которые будут содержать детальные описания выполняющихся процессов в их взаимосвязях. Благодаря этим моделям решаются задачи:

- оценки величины и распределение затрат
- оценки производительности
- оптимизации производства

После проведенного анализа необходимо сформировать концепцию интеграции в информационное пространство с помощью внедрения технологий CALS. В формулировку концепции входят:

- формирование целей внедрения и стратегии достижения CALS технологий.
- выбор показателей оценки эффективности процессов: конкурентоспособность, необходимые затраты, время освоения производства и процессов разработки.

Также, необходима подготовка плана по управлению работами проекта. Цель данного проекта заключается в разработке рационального подхода к внедрению технологий в установленные сроки при заданных затратах. В проекте должны быть четко указаны :

- ответственность участников за проводимые работы
- индивидуальные обязанности лиц, участвующих в проекте
- полная организация проекта

Решения, связанные с требованиями и планами проекта, с контролем за ходом работ, графиками работ и необходимыми изменениями в планах

Предыдущий опыт внедрения и применения ИПИ-технологий, что более удачный реализуется план, разработанный поэтапно, с постепенными изменениями. Желательно выделить наиболее важные задачи, которые приведут к самому быстрому результату при минимальных затратах. К примеру, это может быть внедрение простых показательных систем. План следует постоянно корректировать по мере выполнения пунктов и управлять им, план не должен стоять на месте, необходимо своевременно устранять возникшие проблемы. Его можно корректировать, по мере накопления опыта. Не следует забегать

вперед, торопиться, необходимо сопоставлять скорость работы со скоростью разработки стандартов и темпами развития технологий в мире и т.д.

Необходимо поставить ясные и понятные задачи и цели, которые должны поддаваться любым изменениям.

Для успешного внедрения, желательно чтобы все указания исходили от головного подразделения предприятия. При необходимости, руководство имеет право вносить свои изменения в проект, а также поддерживать и мотивировать остальных участников проекта. Должен происходить полный контроль и учет всех очевидных достижений, за которые должны нести ответственность участники, а именно должны быть назначены главные и ответственные лица за каждый результат. Например, директор производства обязуется на себя взять ответственность добиться снижения затрат времени рабочими и проектантами на 20%.

После того, как сформирована концепция интеграции следует провести реинжиниринг бизнес-процессов на предприятии. Реинжиниринг должен быть направлен на внедрение таких организационных методов как: ЕИП, параллельное проектирование и междисциплинарной группы.

Преобразования процессов. Приходит время, когда любое предприятие начинает чувствовать потребность в усовершенствовании организации и технологических процессов, выбирать новые методы и инструменты, позволяющее производить товар (в нашем случае судно или объект морской техники) в более короткие сроки при меньших затратах времени, труда и денег. Такое реформирование процессов носит название реинжиниринг. Для того, чтобы проводить реинжиниринг необходимо:

- определить потребности бизнеса
- проанализировать все существующие на данный момент процессы
- определить где и в каких сферах необходимо осуществить преобразование.
- тщательно распланировать проведение этих преобразований

- реализовать поставленные цели

Совместно с проведением реинжиниринга следует приобрести PDM-систему, которая позволяет организовать бизнес-процессы в области технологической подготовки производства, разработки и инженерного анализа. Основной задачей этой системы является соединение всей имеющейся информации о продукте или услуге, которые создаются прикладными системами, в одну логически построенную модель. На сегодняшний день PDM-системы пользуются большим спросом на рынке. Следует помнить о том, что необходимо обеспечить правильное сопровождение системы. В таком случае PDM-система способна снизить стоимость обработки информации на 40%, а также сократить сроки разработки и внедрение на предприятие продукта на 50%.

Реинжиниринг позволяет усовершенствовать технологии и само предприятие в целом. К процессам, поддающимся реинжинирингу относят проектно-конструкторские, производственные, технологические, материально-технические, а также поддержка продукта даже после его продажи. Любой проект, который связан с внедрением новых технологий, должен быть основан на реальных потребностях предприятия. К ним могут относиться как внутренние, например, повышение конкурентоспособности, так и внешние, которые возникают в ответ на требования важного заказчика. Несмотря на вид потребности, всегда присутствует желание упрощения и оптимизации процессов.

Для того, чтобы оптимизировать процессы, предлагается выполнить следующее:

- автоматизировать и заменить все существующие процессы
- адаптировать процессы к новым системам и их возможностям, а также к новой структуре предприятия и бизнеса в целом.
- улучшить отдельные, особенно проблемные сферы

Для определения наиболее эффективной стратегии следует иметь полное представление о материальной части, и о всех информационных потоках на предприятии. Например, если предприятие больше ориентировано на взаимо-

действие с клиентами, то желательно обратить особое внимание на вопросы поддержки и обеспечения клиента. Одновременно с этим можно заняться реформированием процессов внутри самого предприятия. Если же организации часто приходится взаимодействовать с другими компаниями или предприятиями, то рекомендуется улучшать процессы взаимодействия и обмена информацией с партнерами, поставщиками и заказчиками. Если у предприятия основная цель внедрить во все сферы технологии ИПИ, то стоит проводить широкомасштабное усовершенствование на всех этапах ЖЦ.

Для лучшего понимания организации любых бизнес-процессов, существует функциональная модель, которая регламентируется стандартом IDEF0. Она представляет собой систему связанных между собой диаграмм, в целом является базой данных. Важно понимать то, что любое описание строится вокруг самих процессов, а не вокруг организационной структуры. Из данного описания процессов можно сразу понять, какие элементы организационной структуры в нем используются, кто участвует и полный список работ, которые выполняет конкретное подразделение.

Для того чтобы обнаружить все актуальные проблемы, будет полезно рассматривать главные процессы на предприятии, как создание нового и современного бизнеса, отнести к ним, как к разработке абсолютно нового продукта, со всех точек зрения: руководителя и исполнителей. Оценить масштаб со всех сторон: сверху вниз и снизу вверх. С одной стороны, при таком рассмотрении процесса могут возникнуть некоторые расхождения в понимании, но, с другой, именно такой подход демонстрирует реальные возможности рационализировать процесс и выявить многие проблемы в коммуникационной и информационной сферах.

После понимания того, что и как происходит внутри самого процесса, следующим шагом стоит перейти к поиску новых путей, которые будут совершенствовать этот процесс, экономить ресурсы и время. Необходимо изучить:

- количество и типы взаимосвязей между частями процессов
- распределение затрат внутри всех процессов

- возможности персонала, ресурсов и оборудования
- реальная загруженность ресурсов, которые используются в процессе

Благодаря изучению ряда таких факторов перед предприятием отображается фактическое состояние процесса. Это понимание чрезвычайно важно для принятия последующих решений в управлении.

Анализ и моделирование процессов — серьёзный шаг к улучшению эффективности работы предприятия, потому что модель любого процесса — основной и правильный источник информации о функциях, которые выполняются на предприятии и связях между ними.

Понимание того, что работа любого предприятия - это взаимосвязь процессов, даёт возможность руководителю посмотреть на процесс работы подчиненной структуры по-новому, а рабочему персоналу ещё раз осознать свои обязанности. Осознание того, какая мощность и производительность, какой коэффициент нагрузки, т.е. знание количественных характеристик механизмов и функций даёт возможность верно оценить приемлемость организации процессов и их частей, а также обеспечить наиболее выгодную работу для предприятия.

Важно определить все необходимые перемены. В результате анализа и моделирования процессов, складывается довольно ясная картина всех протекающих процессов. Поэтому следующим шагом рекомендуется приступить к оценке вероятных направлений улучшений, понять какие процессы можно и нужно упростить. На данном этапе определится целый ряд возможных решений, для улучшения работы и необходимо выделить те, которые лучше всего подходят в конкретном случае.

Последовательное реформирование процессов, должно начинаться с анализа по его упрощению, возможному сокращению количества действий, в числе которых могут быть операции, которые не приносят прибыли. Благодаря сокращению ненужных операций, повышается производительность и эффективность процесса, а также снижается порог издержек производства.

В усовершенствование также входит обеспечение плотного информационного взаимодействия между участниками, которые задействованы в производстве.

Главная мысль заключается в том, что для автоматизации уже существующих довольно сложных процессов не рекомендуется применять информационные технологии, а простые процессы можно легко преобразовать и внести в них обычные или "стандартные" прикладные программы. Если же пытаться применять ИТ к сложным процессам, которые существуют, то это приведёт к ещё более усложнённой архитектуре, большим затратам денег и времени, а также к бесконечным попыткам внедрения.

В итоге, после проведения соответствующего анализа и преобразования процессов произойдет :

- усовершенствование всей организационной структуры
- усовершенствование всех процессов
- построение наиболее оптимальной модели потоков информации, которая необходима для настройки всей интегрированной системы управления.

Следующим этапом преобразования существующих процессов идет планирование проведения этих изменений. После того, как завершаются описанные выше работы, рекомендуется все изменения и их средства осуществления задокументировать. Итоговый результат, который ожидается, представляется в документе в виде модели процесса. Важно, чтобы все новые изменения и преобразования были распределены по приоритетам, поэтому следует определить приоритеты и последовательность работ и подготовить план мероприятий. Первое такое мероприятие это подготовка к началу проведения необходимых работ. Будут случаи, когда будет невозможно заранее предусмотреть все нюансы и решения, в таком случае выполняется пилотный проект, а если степень неуверенности достаточно невелика, то будет достаточным действием предусмотреть этап апробирования в плане реализации проекта. Подобное документирование решает задачу сертификации систем обеспечения качества продукции, а также обеспечивает действительное функционирование процессов на предприятии. Все разработанные функциональные модели должны содержать основные

элементы системы качества, которые регламентируются в стандартах серии ISO 9000, а именно: персонал и их обязанности и полномочия, их выполняемые функции и документация.

После реинжиниринга процессов и приобретения PDM-системы рекомендуется разработать ряд нормативной документации, который регламентирует порядок ввода информации в PDM-систему, а также её изменения на основе международных стандартов. Для того чтобы создать на предприятии ЕИП, необходимо интегрировать систему PDM с имеющимися компьютерными системами.

Преобразования в организационной структуре и персонала. Данные изменения являются самыми трудными в плане реформ. Эффективное использование людских ресурсов и разумная организация определяют совершенствование процессов. Те предприятия, в которых специалисты работают производительно и эффективно имеют хорошую репутацию и доход.

В результате анализа существующей на данный момент организационной структуры, должен быть выявлены навыки, которые после преобразований окажутся ключевыми, включая обладающий ими персонал. Чтобы выявить эти умения, следует задаться таким вопросом : каким образом предприятие может выделяться на рынке, а также какие профессиональные навыки необходимы персоналу для этого.

Анализируя организацию, очень важным и даже жизненно необходимым, является определение ключевых умений, тех кто ими владеет, их взаимосвязь с основными аспектами бизнеса, какие навыки следует развивать, какие новые виды деятельности и профессиональные умения нужны для работы и обмена информацией с партнерами, заказчиками, субподрядчиками и т д.

Внедрение ИПИ-технологий предполагает очень тесное взаимодействие со всеми коллективами, которые участвуют в процессе ЖЦ продукта: начиная от этапа проектирования и подготовки к производству заканчивая самим производством и поддержки продукта в течение всего его ЖЦ в рамках виртуальных

предприятий. Для настоящего успеха следует понять заинтересованность всех организаций, которые входят в виртуальное производство.

Основы метода параллельных работ заключаются в быстром и правильном обмене результатами работ и сплоченной коллективной работе. Необходимо дать ощутить всем сотрудникам предприятия эти достоинства на практике и понять, что самым трудным является не само внедрение, а изменение культуры мышления, с понятия "как есть" на "как следует" для достижения наилучших результатов.

Определение внутренних потребностей предприятия. Несмотря на расширение масштабов деятельности, не стоит забывать о создании условий для большего объединения внутри самого предприятия. Для этого важно знание всех моментов деятельности предприятия на протяжении всего ЖЦ продукта.

Если проекты выполняются в разных структурных подразделениях, некоторые элементы продукта находятся в некоторой степени в изоляции. Таким образом, когда возникает необходимость передачи информации из одной части предприятия в другую, приходится тратить большое количество времени и усилия на переделки и увязки всех элементов конструкций. Данная организационная структура не эффективна для реализации целой задачи, для управления бюджетами, ходом работ и сроками, а лишь обеспечивает хорошее управление работой персонала и отдельных подразделений. В нашем случае мы ходим создать структуру, которая четко ориентирована на быстрое выполнение поставленных задач.

Сегодня, по этим причинам, большинство предприятий используют так называемые многопрофильные коллективы, которые, в свою очередь, вносят большую ясность в ход работ по проекту, объединяет усилия и контролирует выполнение основных задач. В числе этих коллективов, находятся сразу все от проектантов и конструкторов, сборщиков, специалистов маркетинга до представителей службы поддержки и главных заказчиков и поставщиков, имеющие обеспечение со стороны ИПИ-систем.

Анализ потребностей виртуальных производств. В современных условиях большое количество предприятий представляют собой виртуальные производства, которые включают сразу несколько сфер деятельности. Все участники виртуальных предприятий выполняют поставленную задачу производства или предоставляют услуги. Для того, чтобы сложная организационная структура была работоспособной, необходимо понимание того, что именно требуется для наиболее эффективной работы, также расширять коллективную работу за пределы одного предприятия. В случае, когда участники географически разобщены, виртуальные производства дают возможность их объединения в единую информационную среду с помощью предоставления общего хранилища данных.

Выявление новой методики работы. В среде ИПИ-технологий наиболее эффективные процессы и ИС эксплуатируются многопрофильными коллективами, которые работают по единому плану производственной и проектно-конструкторской деятельности, и решают целый ряд взаимосвязанных задач, у которых имеется четко обозначенный конечный результат.

Для того, чтобы конкретная задача решалась максимально эффективно необходимая информация должна получаться рабочими группами из внешних и внутренних отделов быстро, без задержек. Также рабочая группа планирует работу и ведет контроль за её выполнением. Руководители рабочих групп должны нести личную ответственность за решение всех задач и быть "мини" руководителем проекта. Подобная методика будет повышать значение личной ответственности и самоорганизованности.

Усовершенствование информационной структуры предприятия включает задачи.

Анализ существующей информационной структуры. Внедряя новые ИПИ-технологии, нецелесообразно менять все те системы, которые использо-

вались ранее на предприятии. Данное внедрение абсолютно не предполагает все начинать с нуля и производить революцию. Основная мысль заключается в том, чтобы создать такую информационную систему или структуру, благодаря которой объединятся и интегрируются уже все существующие на данный момент системы, а также дополняются новыми технологиями по мере необходимости.

Для того чтобы начать совершенствовать имеющуюся информационную структуру, необходимо произвести инвентаризацию всех АСУПР, которые используются для обеспечения и поддержки процессов, которые предприятие собирается усовершенствовать. В результате подобного анализа определится какие из этих систем следует сохранить, а какие можно заменить или преобразовать, а также на каком этапе ЖЦ они находятся.

На большинстве предприятий, существуют такие информационные системы, которые могут автоматизировать отдельные процессы или их части, вследствие чего, возникает, своего рода, частичная автоматизация. Путем внедрения ИПИ технологий, сократится распространённая, на данный момент, частичная автоматизация и усилится интеграция между этими участками, благодаря созданию новых и эффективных интерфейсов.

Анализируя существующую информационную структуру, следует понять состояние всех систем и инфраструктуры, которые используются всеми участниками ВП на данный момент, а также выяснить предстоящие планы партнёров то, как они подходят к стандартизации.

Очень часто имеются довольно большие объёмы данных, которые хранятся на бумажных носителях и которые необходимо перенести в новую информационную среду. Также стоит выяснить, насколько подобное преобразование будет целесообразно на данном предприятии. Безусловно, некоторые данные должны быть перенесены, но следует разобраться какая это должна быть информация, способ её перенесения, а также её форму и объём.

Проектирование информационной структуры ИПИ-систем (систем расширенного предприятия) Начинать приступать к проектированию будущей

структуры расширенного предприятия следует в том случае, если выполнены следующие условия:

- имеется представление об основополагающих системах заказчиков, поставщиков и партнеров.

- существует достоверная и надежная информация об автоматизированных системах, которые используются на предприятии

- наличие информации об объеме данных, которые необходимы для общего использования.

Для того чтобы проектировать архитектуру, необходимо выбрать аппаратные средства, ПО, которое необходимо для поддержки новых усовершенствованных процессов, и сетевую структуру.

Основные критерии при проектировании. Существуют определённые требования, которые предъявляются к системам автоматизации, к управлению и хранению данных. Их необходимо разрабатывать в тесном взаимодействии с партнёрами, заказчиками, а основными пользователями внутри самой организации, при этом важно учитывать следующие критерии :

- следует применить коллективное использование данных. В итоге должно быть создано хранилище информации, с многократным использованием данных и однократным вводом

- необходимо стандартизировать форматы данных, в том числе и способы доступа к этим данным

- эффективное управление информацией

Архитектура, которую необходимо разработать, должна быть приспособлена к постоянно изменяющимся информационным и телекоммуникационным технологиям. Рекомендуется сделать архитектуру максимально гибкой. Этого можно достичь, к примеру с помощью попытки применить открытые системы, также путем отказа от очень индивидуализированных решений. Желательно помнить о том, что необходимо регулярно проводить анализ и пересматривать всю структуру с целью учета новых решений и разработок с максимальной эффективностью.

Использование прикладного ПО. Самым важным "органом" архитектуры является прикладное ПО. Для правильного выбора и совершенствования ПО рекомендуется учесть ряд решений :

- использовать открытые системы, существенно облегчающих обмен данными и коллективное использование информации.

- следует допустить максимально возможную интеграцию внутри и вне предприятия. Её степень и скорость осуществления определяются в зависимости от стратегии ИПИ

- необходимо использовать коммерческие ПП, которые будут позволять представлять, а также использовать результаты в стандартном виде.

Разрабатывая архитектуру информационной системы, рекомендуется принять во внимание все прикладное ПО, которое используется при создании, управлении и использовании информации. Ниже приведены, для каких работ и сфер деятельности существуют программные решения у основных прикладных средств поддержки ИПИ-систем:

- проектно-конструкторские работы. Для них существуют различные программы автоматизированного проектирования (CAD), средства моделирования и технологической подготовки производства (CAE, CAM), программы визуализации и инженерного анализа, а также электронное описание продукта, учет расходов и т. д.;

- сфера производства - программы, предназначенные для учета хода производства, планирования, электронного обмена данными, для обеспечения снабжения и т.д.

- в сфере обслуживания это программы для обслуживания и обеспечения деталями, автоматизированное испытательное оборудование, а также, так называемые, ИЭТР — интерактивное электронное техническое руководство и т. д.

- В сфере управления данными- это программы, предназначенные для управления проектами (PDM), данными о продукте и т.д. В ИПИ-системах есть программы для управления данными, которые являются ключевыми и осуществ-

влияют создание единых хранилищ информации, доступ к ним, распределение, а также управление и контроль за ними.

Выбирая прикладное ПО для предприятия, рекомендуется принять во внимание требования потенциальных пользователей и сопоставить потребности предприятия с программным продуктом. Важно напомнить, что целесообразнее использование открытых систем с поддержкой и обеспечением обмена данных в стандартизованном виде.

Выбор необходимых стандартов. Интеграция и совместное использование информации в электронном виде, которая применяется для проектирования, подготовки производства, самого производства и поддержки продукта дают основной экономический эффект от внедрения ИПИ технологий.

Как говорилось ранее, основу ИПИ технологий составляют стандарты и их выбор является частью стратегии внедрения ИПИ технологий. Только на основе стандартизованного способа представления данных, возможно добиться быстрой и совместной работы.

Приступать непосредственно к внедрению следует уже после того, как оценены все предполагаемые затраты, риски, экономический эффект, а также определены приоритеты.

Внедрение ИПИ- технологий Необходимо выбрать новые системы и технологии, составить спецификации, совершить отладку уже существующих систем в совершенно новых условиях- в этом суть планирования и внедрения новых технологий. Если планируются серьезные затраты, к примеру покупка системы управления данными о продукте (PDM), рекомендуется провести очень тщательную и всестороннюю оценку данной системы ещё до её приобретения и провести пилотные испытания.

Как отмечалось ранее, внедрение следует проводить постепенно. Не рекомендуется внедрять множество функциональных возможностей за один раз. Именно по этой причине провалились многие попытки внедрения новых ин-

формационных технологий. Необходимо помнить о том, что экономический эффект будет виден при поочередном внедрении простых, но интересных функций. После чего возможен переход к более сложным и продвинутым возможностям.

Следующим этапом рекомендуется провести тщательное планирование о переносе существующей информации в новые системы. Следует определить, какая информация является наиболее важной и вносить ее в первую очередь, остальную информацию вносить по мере необходимости.

Рекомендуется провести переподготовку специалистов для работы с новой системой, во избежание неграмотного обращения с ней. Каждый сотрудник предприятия должен иметь поддержку.

Желательно поначалу стараться использовать пилотные проекты, для того чтобы детально изучить и проработать новые системы, а также для того, чтобы набраться практического опыта.

На начальном этапе рекомендуется предусмотреть параллельную работу со старой системой. Это следует делать до тех пор, пока не появится абсолютная уверенность в новой системе.

Нахождение поставщиков информационных технологий Внедрение новых информационных технологий на предприятие может быть осуществлено не только собственными силами, но и с помощью привлеченных специалистов. Выбирая нужных поставщиков, следует помнить следующее:

- ориентируясь на собственных специалистов, необходимо дать объективную оценку возможности выполнения ими поставленной задачи и того, какие знания или опыт могут им потребоваться.

- рекомендуется также обратиться к профессиональным специалистам по интеграции систем и дать им возможность взять руководство над некоторыми элементами внедряемой системы и осуществлять поставку.

- выбирая внешних специалистов, рекомендуется проявить особую предусмотрительность, так как большая часть из них зациклены не на потребностях заказчика, а на собственном опыте

- не будет лишним обращение к организациям, которые имеют опыт внедрения ИПИ-технологий, а также к организациям, которые занимаются стандартизацией.

- желательно сформировать коллектив, который будет объединять разнопрофильных специалистов разных предприятий.

2.3 Выводы

В данной главе были разработаны *рекомендации по организации внедрения информационных технологий CALS на судостроительные предприятия России.*

Внедрение любой информационной системы — сложный процесс. Для того, чтобы получить максимальный эффект, необходимо четко продумать методику и план, которым необходимо следовать на протяжении всего процесса внедрения. Приступать к внедрению следует уже после того, как оценены все предполагаемые затраты, риски, экономический эффект, а также определены приоритеты.

Первое, что следует понять — это необходимость применения CALS-технологий на конкретном предприятии. После чего следует проанализировать его цели и задачи, выбрать средства и методы решения этих задач. Успех от внедрения будет зависеть от того, насколько тщательно продуман подход и план внедрения.

Вторым этапом создается *специальная группа* людей, которая должна состоять из членов производственного отдела предприятия (технологи и конструктора), а также специалистов из отдела автоматизации. Следует помнить, что

все сотрудники должны пройти обучение по CALS технологиям. Рекомендуется провести переподготовку специалистов для работы с новой системой, во избежание неграмотного обращения с ней. Каждый сотрудник предприятия должен иметь поддержку.

Далее рекомендуется осуществить *анализ* всех бизнес-процессов, существующих на верфи, основной целью которого является выявление всех взаимодействий и взаимосвязей бизнес-процессов. Здесь появляется понятие функциональной модели, которая содержит детальное описание всех процессов в их взаимосвязях. После проведенного анализа необходимо сформировать концепцию интеграции процессов в информационное пространство с помощью внедрения технологий CALS. После чего рекомендуется провести планирование изменений (реинжиниринга)

Следующим этапом осуществляется *реинжиниринг* бизнес-процессов, который позволяет усовершенствовать технологии и само предприятие в целом. Совместно с ним рекомендуется приобрести PDM-систему, которая позволяет организовать бизнес-процессы в области технологической подготовки производства, разработки и инженерного анализа. Следует помнить о том, что необходимо обеспечить правильное сопровождение системы. В таком случае PDM-система способна снизить стоимость обработки информации на 40%, а также сократить сроки разработки и внедрение на предприятие продукта на 50%. Необходимо понять, что происходит внутри процессов и найти новые пути их совершенствования. Также на этом этапе строится наиболее оптимальная модель потоков информации, которая необходима для настройки всей интегрированной системы управления. Итоговая модель представляется в документе в виде процесса. Все изменения распределяются по приоритетам и выполняются постепенно.

После реинжиниринга процессов и приобретения PDM-системы рекомендуется разработать ряд *нормативной документации*, который регламентирует порядок ввода информации в PDM-систему, а также её изменения на основе международных стандартов. Для того чтобы создать на предприятии ЕИП,

необходимо интегрировать систему PDM с имеющимися компьютерными системами.

Далее производятся *преобразования в организационной структуре* предприятия, которые являются самыми сложными, в плане реформ. Необходимо проанализировать имеющуюся организационную структуру, выявить ключевые навыки персонала, их взаимосвязь с основными аспектами бизнеса, какие навыки следует развивать, какие новые виды деятельности и профессиональные умения нужны для работы и обмена информацией с партнерами, заказчиками, субподрядчиками и т. д.

Следующий шаг — определение *внутренних потребностей предприятия*. Несмотря на расширение масштабов деятельности, не стоит забывать о создании условий для большего объединения внутри самого предприятия. Часто возникает необходимость передачи информации из одной части предприятия в другую. Проекты, выполняющиеся в разных подразделениях не должны быть "изолированы" друг от друга, поиск необходимой информации не должен занимать много времени. Для этой цели создаются многопрофильные коллективы, которые, внося большую ясность в ход работ по проекту, объединяет усилия и контролирует выполнение основных задач. В числе этих коллективов, находятся сразу все от проектантов и конструкторов, сборщиков, специалистов маркетинга до представителей службы поддержки и главных заказчиков и поставщиков, имеющие обеспечение со стороны ИППИ-систем.

Необходимо расширять коллективную работу за пределы одного предприятия. Связанные общими бизнес-процессами предприятия и организации, которые участвуют в жизненном цикле продукта, объединяются на контрактной основе и создают общие базы данных, и общую глобальную компьютерную сеть, с помощью которых обмениваются информацией — это называется *виртуальным предприятием*. Для таких производств особенно актуально применение CALS технологий, так как они включают в себя различные конструкторские бюро и научно-исследовательские институты важных поставщиков и подрядчиков, которые географически удалены друг от друга и зачастую использу-

ют разные компьютерные платформы и решения. В случае, когда участники географически разобщены, виртуальные производства дают возможность их объединения в единую информационную среду с помощью предоставления общего хранилища данных.

Далее рекомендуется начать *усовершенствование информационной структуры предприятия*. Сначала проводится анализ существующей информационной структуры. Следует понять состояние всех систем и инфраструктуры, которые используются всеми участниками ВП на данный момент, а также выяснить предстоящие планы партнёров то, как они подходят к стандартизации. Необходимо произвести инвентаризацию всех АСУПР, которые используются для обеспечения и поддержки процессов, которые предприятие собирается усовершенствовать. В результате подобного анализа определится какие из этих систем следует сохранить, а какие можно заменить или преобразовать.

Затем начинать приступать к *проектированию будущей структуры расширенного предприятия*. Для того чтобы проектировать архитектуру, необходимо выбрать аппаратные средства, прикладное ПО, которое необходимо для поддержки новых усовершенствованных процессов (CAD, CAE, CAM, PDM и т.д.) и сетевую структуру. Важно напомнить, что целесообразнее использование открытых систем с поддержкой и обеспечением обмена данных в стандартизованном виде.

Следующий шаг — *выбор необходимых стандартов*. Как говорилось ранее, основу ИПИ технологий составляют стандарты и их выбор является частью стратегии внедрения. Только на основе стандартизованного способа представления данных возможно добиться быстрой и совместной работы.

Затем производится непосредственно *внедрение CALS-технологий*. Необходимо выбрать новые системы и технологии, составить спецификации, совершить отладку уже существующих систем в совершенно новых условиях. Не рекомендуется внедрять множество функциональных возможностей за один раз, экономический эффект будет виден при поочередном внедрении простых, но интересных функций. После чего возможен переход к более сложным и про-

двинутым возможностям. Также рекомендуется провести тщательное планирование о переносе существующей информации в новые системы. Следует определить, какая информация является наиболее важной и вносить ее в первую очередь, остальную информацию вносить по мере необходимости. Желательно поначалу стараться использовать пилотные проекты, для того чтобы детально изучить и проработать новые системы, а также для того, чтобы набраться практического опыта. На начальном этапе рекомендуется предусмотреть параллельную работу со старой системой. Это следует делать до тех пор, пока не появится абсолютная уверенность в новой системе. Рекомендуется найти поставщиков информационных технологий. Внедрение новых информационных технологий на предприятие может быть осуществлено не только собственными силами, но и с помощью привлеченных специалистов.

3 ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ РОССИИ

3.1 Основные проблемы внедрения CALS технологий на Российские предприятия

В настоящее время концепция и стандарты CALS технологий применяются довольно ограниченно на Российских судостроительных предприятиях. Это происходит в силу некоторых **причин**.

Отставание Российских предприятий от процессов компьютеризации в производственных, коммерческих и хозяйственных отраслях производства.

На большинстве предприятий отсутствует отечественная нормативная база, благодаря которой возможен переход от методов организации процесса проектирования и производства на бумажной основе к абсолютно новым методам, которые основываются на электронном взаимодействии. Также, существующий на данный момент комплекс стандартов (ЕСПД, ЕСКД, ЕСТД и др), различных отраслевых стандартов не позволяет Российским предприятиям отказаться от традиционного, бумажного обмена информацией.

Практически полное отсутствие предложений и услуг в области рассматриваемых технологий. В настоящее время рынок таких предложений находится ещё на начальном этапе.

Наряду с отсутствием рынка предложений, также имеет место быть недостаток информации о сущности CALS, об опыте применения этих технологий за рубежом, и как следствие, недостаток в понимании всех преимуществ данных технологий, и их потенциального эффекта.

Недостаточное количество квалифицированных специалистов, обладающих опытом, вместе с этим отсутствие системы их подготовки.

Выходом из сложившейся ситуации будет разработка кардинальных мер по устранению отставания Российской промышленности в области применения

рассматриваемых технологий, которые полностью соответствуют требованиям международных стандартов. Если не принимать эти меры оперативно, то возможно невосполнимое отставание в этой области России. В настоящее время CALS технологии определяют уровень национальной технологической базы, а также экономическую безопасность государства.

Учитывая актуальность использования CALS технологий, Министерство экономики нашей страны реализовало выполнение комплекса НИОКР. Данный комплекс разрабатывает и апробирует CALS технологии в разных отраслях промышленности России. **Основной задачей**, в рамках этого федерального проекта, является разработка и апробация в промышленности программно-методических средств, которые предназначены для хранения данных о продукции, а также их хранение в соответствии со стандартами CALS технологий. Помимо основной задачи, также **решаются**:

- разрабатывается нормативная база CALS технологий, в которую входят различные руководящие документы, рекомендации и стандарты.

- разрабатываются различные методики анализа процессов, которые протекают в течение всего ЖЦ продукта, а также создание формализованных описаний изделий. На основе данных описаний создается система качества изделий, в соответствии с международными стандартами ИСО серии 9000.

- разрабатываются и внедряются программные средства, предназначенные для электронной документации продукции.

Для того, чтобы решить вышеуказанные задачи Министерство Экономики и Государственный стандарт нашей страны создали НИЦ CALS технологий. На сегодняшний день центр — ведущая организация, разрабатывающая и внедряющая CALS технологии. Уже за короткий временной промежуток научный центр выполнил проекты, которые сегодня можно использовать в разных отраслях промышленности России.

Ввиду того что дальнейшее развитие рассматриваемых технологий невозможно без существования нормативной базы, Министерство экономики и Госстандарт совместно финансируют разработку первых стандартов, позволяю-

щие открыть путь к внедрению CALS технологий в промышленность страны. На сегодняшний день уже утверждены первоочередные стандарты в данной области, также создан и реализуется комитет, которые разрабатывает стандарты CALS технологий.

Помимо решенных задач не менее важной является задача информирования научно-технического общества о разработках в области CALS, как зарубежных, так и отечественных. Для решения этой задачи создан специальный сервер в глобальной сети Интернет

CALS технологии в нашей стране будут являться средством интеграции в мировую экономику, повышающим конкурентоспособность и привлекательность, качество продукции. Благодаря CALS-технологиям ускорится взаимодействие между потребителем и поставщиком, а также эти технологии являются важным инструментом для преобразования в сфере оборонной промышленности государства. По подсчетам НИЦ средняя цена внедрения CALS технологий на предприятия России от 50 до 900 тысяч долларов. Несмотря на это уже виден существенный эффект от реализации начальных этапов CALS технологий: повышается качество продукта, больше удовлетворяются требования заказчиков, сокращается время выхода продукта на рынок.

Из-за отставания на сегодняшний день в области CALS технологий, большинство предприятий не могут участвовать в международной кооперации. Это негативно сказывается на конкурентоспособности изделий и является одной из причин потерь некоторых сегментов рынка.

Основной задачей CALS технологий является интеграция автоматизированных систем в одну многофункциональную систему. Основной целью создания данных технологий является повышение эффективности использования сложной техники, и повышение конкурентоспособности продукции.

Предприятия, вставшие на новый этап развития. CALS технологии достигли больших успехов на мировом рынке и всё больше привлекают предприятия. Ведущие судостроительные предприятия нашей страны, в особенно-

сти которые работают над экспортными заказами, первыми ощутили необходимость применения этих технологий. Данный спрос вызван новым подходом к оценке качества продукта, особенно это касается сложной продукции, имеющей много технической и эксплуатационной документации. Примером такого продукта является судно или корабль. Очевидно, что технологии CALS на рынке более востребованы и конкурентоспособны.

Сегодня, есть предприятия и в России, которые встали на путь нового развития, путем внедрения новых технологий. Такими примерами являются: ОАО "Судостроительная фирма "Алмаз", и их проект «Зубр», ОАО "Судостроительный завод "Северная верфь", с проектом 01010, также ОАО "Балтийский завод" и ГУП "Северное КБ" и их известный проект фрегата 11356 и эсминца 956Э, ФГУП ЦКБ МТ "Рубин" и ГУП "Адмиралтейские верфи" с проектом "Амур". В особенности важно отметить ГУП ЦКБ "Алмаз", с проектом корвета. Эти предприятия являются участниками целого ряда пилотных проектов, в которых прорабатываются некоторые элементы CALS-технологий. (на примере взаимодействия проектанта, завода-строителя, поставщика и заказчика, и всё это на разных этапах жизненного цикла корабля.).

3.2. Система "Three tronix technology": цель, задачи и принцип построения

Особенно, хотелось бы отметить наиболее удачный проект Российских специалистов- система Tronix. Систему «Троникс» относят к разряду CAD-CAM (Автоматизированное проектирование и подготовка производства). На данный момент эту систему уже используют такие заводы как «Невское ПКБ» (отдельные её части Tronix-PDM и Tronix-CAD), «Балтийский завод», «Северная верфь», расположенные в Санкт-Петербурге, и другие. Система «Троникс» это единая информационная среда, которая обеспечивает поддержку судна на

всех этапах ЖЦ, пока остаётся единственным Российским интегрированным комплексом.

Основными целями создания комплекса «Троникс» является:

- снижение производственных издержек, уменьшение срока подготовки производства и ускорения строительства, улучшение качества товара, улучшение конкурентоспособности путем уменьшения себестоимости.

- создание единой электронной информации об изделии на этапе проектирования и подготовки производства, а также самого производства и приёма. Данная электронная информация должно стать одним и единственным законным документом о данном продукте, стандартом, который будет пригоден в том числе и для иностранных предприятий.

- обеспечение едиными, стандартизованными базами технологов и конструкторов

- обеспечение необходимой информацией финансово-экономической службе, с целью контроля бюджета.

Основной целью внедрения данной системы — повысить качество производства, а также уменьшить сроки подготовки производства. Это возможно, благодаря единой интегрированной системе хранения, сбора и обработки различных видов информации, планирования производства, и автоматизированного решения задач.

Конечно, не следует думать, что система Tronix будет панацеей от всех производственных проблем, никакая информационная система не сможет ей стать.

В системе TRONIX, предусмотрены различные программы, которые реализуют ряд функций, в соответствии со стадией жизненного цикла как показано в таблице 3.2.1.

Стадия ЖЦ изделия	Программы
Подготовка производства	<ul style="list-style-type: none"> - для управления техническими данными - для управления и выполнения проектов - позволяющие управлять документами и изменениями - для создания производственной сетевой модели постройки ОМТ, а также управления ею - для приема информации в электронном виде от проектанта
Планирование и подготовка производства	<p>Программы для планирования :</p> <ul style="list-style-type: none"> - штапельного и мелкосерийного производства - необходимых материалов, а также оборудования - трудовых ресурсов
Материальное снабжение и учет	<ul style="list-style-type: none"> - анализирующие и планировку закупок - осуществляющие управление закупками, а также ведущие учет запасов на складе - предназначенные для отслеживания и прихода закупок - ведущие учет всех материальных затрат по каждому проекту отдельно, и всего производства в целом
Экономический анализ	<ul style="list-style-type: none"> - реализующие расчет плановой стоимости заказов

	<ul style="list-style-type: none"> - предназначенные для анализа реальных материальных затрат - анализирующие стоимость запасов на складе
--	---

Таблица 3.2.1 — Программы на различных стадиях ЖЦ системы "TRONIX" (разработана автором)

Существует ряд некоторых отдельных, вспомогательных функций, таких как:

- контроль исполнительной дисциплины, и информации
- ведение справочников и управление персоналом.

В данной системе используются различные программные решения и принципы построения :

- как предполагается в системе CALS, все имеющиеся данные, находятся в единой БД

- имеется графический интерфейс
- всё ПО реализовано по модульной структуре
- у всех рабочих мест- одинаковые требования к ПО
- используются современные средства и методы для конструирования и разработки приложений (база данных организована на основе системы управления БД Oracle, в которую входят средства для конструирования приложений, такие как Oracle Designer и Oracle Developer

- имеется возможность изменения функций АРМ в зависимости от потребностей пользователей

- поддерживается технология клиент/сервер и Web-интерфейс
- имеется возможность открытого обмена с внешними системами
- все действия каждого пользователя задокументированы и могут быть выявлены.

Чтобы избежать множества распространённых ошибок во время внедрения, и для более успешной реализации системы, необходимо:

- не следует пытаться внедрять новые технологии в уже существующие бизнес-процессы, не реорганизовав их

- не рекомендуется вести отдельное или "точечное" финансирование, пытаясь тем самым временно сэкономить

- не следует заниматься решением отдельных, местных задач подразделений, а также задачами отдельных исполнительных лиц.

- не рекомендуется самоустраняться от участия в попытке внедрения первым лицам. Это приведет к неблагоприятным последствиям для всего предприятия и может привести к нечеткости цели внедрения и его задач, а также к преобладанию интересов одного или нескольких подразделений.

Данная система специально адаптирована под особенности национального судостроения и создана для наиболее эффективного проектирования, подготовки производства, производства и эксплуатации кораблей и судов с помощью информационной системы, которая обеспечивает поддержку всех этапов ЖЦ судна, а также передачу информации между всеми участниками производства в электронном виде.

Система Tronix разделена на 4 функциональных блока, их функции представлены в таблице 3.2.2:

Функциональный блок	Функции
PDM	Ряд приложений, которые предназначены для хранения и дальнейшей обработки информации, которая описывает судно. Например, состав изделий, помещения, структура отсеков и т.д.
CAD	Приложения, которые проектируют подсистемы судна, и создают различ-

	ные конструкторские спецификации и другие документы проекта. Например, документы по оборудованию, системам, электрике и т.д.
САМ	Ряд приложений, которые обеспечивают технологическую подготовку производства на базе имеющейся конструкторской информации. Так, данные приложения рассчитывают трудоемкость, ведут подсчет всех используемых материальных и трудовых ресурсов. Здесь, должен быть сформирован весь перечень технологической документации.
MRP II	Комплекс модулей, которые автоматически рассчитывают графики производства, потребности в трудовых и материальных ресурсах, ведут складской учет и т.д.

Таблица 3.2.2 — Функциональные блоки системы TRONIX
(разработана автором)

Все приложения и модули данной системы, работают с единой базой данных, поэтому они обеспечивают предприятие достоверной информацией, которая необходимо для быстрой и правильной работы предприятия.

Необходимо подчеркнуть, что основа данной системы — это сквозная передача информации и её накопление. Таким образом, информация, которая воз-

никает на стадии проектирования, по мере её обработки дополняется информацией различного типа: технологической, логистической, плановой и конструкторской. В итоге полная информация поступает на производство с уже чётко описанными сроками и имеющимся на складе материальным обеспечением. Собственно, в этом и состоит суть ИПИ-технологий. Также, вся информация сохраняется, а именно : что, когда и из чего было сделано, все уже выполненные технологические процессы и.т.д. Вся информация, которая поступает от подразделений, которые занимаются отдельными работами, также формируют некоторую общую потребность, которая, в свою очередь редактируется в соответствии с реальным состоянием запасов на складе.

Внедрение системы Tronix на предприятиях судостроения проходит в несколько этапов.

- первым этапом, анализируются все бизнес- процессы, которые существуют на данном предприятии.

- вторым этапом происходит установка системы Tronix и процесс её адаптации ко всем существующим бизнес-процессам

- третьим этапом необходимо протестировать систему и ввести её в опытную эксплуатацию

- на четвертом этапе происходит обучение персонала

- пятым этапом система вводится в промышленную эксплуатацию.

Полное внедрение системы происходит примерно, в среднем, через 2 года. Безусловно, внедрить подобную систему возможно и за несколько месяцев, при наличии новой техники и нового ПО, однако предприятие не сможет адаптироваться к данной системе за такой короткий срок, следует, как говорилось ранее, внедрять новые технологии постепенно, а именно отдельно каждый бизнес-процесс. Также рекомендуется понять, возможность осуществления всех бизнес-процессов в новой системе и в случае возникновения проблем реализации процессов, то необходимо понять, вносить ли изменения в данный процесс, какие они должны быть, или, наоборот, настроить модули системы под этот

процесс, в результате чего необходимо будет провести ряд организационных и технических действий.

Внедряя систему, часто встречающейся для специалистов в области информационных технологий проблемой, является низкий порог знаний и минимальный опыт работы пользователей и сотрудников, с компьютером. В худшем случае его вообще нет. Поэтому, необходимо предусмотреть разработку программы, которая обучает сотрудников в системе для начинающих пользователей.

Важно подчеркнуть, что в процессе внедрения данной системы на большинстве предприятий была осуществлена интеграция со многими CAD и PLM-системами, а также с различными бухгалтерскими и экономическими системами.

3.3 Выводы

Произведен *анализ основных проблем внедрения CALS технологий на судостроительные предприятия России*. Внедрение информационных технологий CALS на отечественные верфи сталкивается с рядом трудностей, в связи с практически полным отсутствием нормативной базы в области CALS-технологий, а соответственно опыта внедрения и спроса. В связи с этим внедрять CALS-технологии невыгодно для судостроительных предприятий.

Произведен *анализ примеров успешного внедрения технологий CALS или их частей в судостроении России*. Несмотря на данную ситуацию, ряд Российских Верфей осуществили попытку внедрения рассматриваемых технологий, что дало максимально положительный эффект — сократились сроки изготовления изделий, повысилось их качество и конкурентоспособность, более того прибыль превысила затраты. Такими примерами являются: ОАО "Судостроительная фирма "Алмаз", и их проект «Зубр», ОАО "Судостроительный завод

"Северная верфь", с проектом 01010, также ОАО "Балтийский завод" и ГУП "Северное КБ" и их известный проект фрегата 11356 и эсминца 956Э, ФГУП ЦКБ МТ "Рубин" и ГУП "Адмиралтейские верфи" с проектом "Амур". В особенности важно отметить ГУП ЦКБ "Алмаз", с проектом корвета. Наиболее успешная разработка отечественных специалистов с единой интегрированной системой. Такой является Система "Three tronix technology". Основа данной системы — это сквозная передача информации и её накопление, а также поддержка всех этапов ЖЦ. Таким образом, информация, которая возникает на стадии проектирования, по мере её обработки дополняется информацией различного типа: технологической, логистической, плановой и конструкторской. В итоге полная информация поступает на производство с уже чётко описанными сроками и имеющимся на складе материальным обеспечением. Данная система специально адаптирована под особенности национального судостроения и создана для наиболее эффективного проектирования, подготовки производства, производства и эксплуатации кораблей и судов с помощью информационной системы, которая обеспечивает поддержку всех этапов ЖЦ судна, а также передачу информации между всеми участниками производства в электронном виде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель дипломной работы достигнута. Разработан перечень рекомендаций по организации внедрения информационных технологий CALS на судостроительные предприятия России. Данная цель была достигнута путем изучения литературных источников по выбранной тематике, методом анализа технологических процессов производства, бизнес-процессов и опыта успешного внедрения CALS технологий на предприятиях России. В процессе достижения поставленной цели были получены следующие результаты.

В первом разделе работы:

- Произведен анализ состояния судостроительной отрасли России на современном этапе.
- Произведен анализ предпосылок для внедрения новых информационных технологий в судостроении.
- Проанализирована сущность нового подхода к производству на примере "CALS" технологий
- Произведён анализ основных преимуществ применения CALS технологий.

Во втором разделе работы :

- Разработан перечень рекомендаций по организации внедрения информационных технологий "CALS" на судостроительные предприятия России.

В третьем разделе работы :

- Произведен анализ основных проблем внедрения данных технологий
- Произведён анализ опыта успешного внедрения CALS технологий.

В настоящее время, несмотря на вышесказанное, в среде небольших предприятий, применение рассматриваемых информационных технологий находит все большее применение, что позволяет им внедрить рассматриваемый информационный продукт в более короткое время, чем это могут сделать именитые гиганты. Это позволяет им значительно повысить качество и следовательно конкурентоспособность своих изделий в более короткое время. Поэтому

му, в этой сфере у отечественных производителей ПО есть уникальная возможность «подвинуть» мировых лидеров ERP/PLM-системы и завоевать довольно большую часть этого рынка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вести. Экономика: интернет-сайт URL: <http://www.vestifinance.ru/infographics/4858> (дата обращения 03.01.2017).
2. Harvard Business Review: «Exploit the Product Life Cycle» (Vol 43, November-December 1965, pp 81-94)
3. ISO 9004-1-2000: Государственный стандарт Российской Федерации «Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности»
4. ISO 9000-2008: Государственный стандарт Российской Федерации «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь»
5. ГОСТ Р 52611-2006: Государственный стандарт Российской Федерации «Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Средства информационной поддержки жизненного цикла продукции. Безопасность информации. Основные положения и общие требования».
6. NATO CALS Handbook. Ver. 2, June 2000
7. Колчин А.Ф. Стрекалов А.Ф., Сумароков С.В. Управление жизненным циклом продукции. - М.: Анахарсис, 2009. - 259 с.
8. Судов Е.В. Информационная поддержка жизненного цикла продукта // РС WEEK. – 1998. – №45. – С.15
9. Давыдов А.Н., Барабанов В.В., Судов Е.В. Основные направления развития информационных технологий сопровождения и поддержки наукоемкой продукции на всех этапах жизненного цикла // Компьютерные технологии сопровождения и поддержки наукоемкой продукции на всех этапах жизненного цикла: Материалы конф. – М.: АНО НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». – 2001. – С. 8—15
10. Левин А.И., Судов Е.В. Концепция и технологии компьютерного сопровождения процессов жизненного цикла продукции // Информационные технологии в наукоемком машиностроении. Компьютерное обеспечение

- индустриального бизнеса / Под ред. А.Г. Братухина. – Киев: Техника. – 2001. – С.612—625.
- 11.Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учеб. Для вузов.2-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. - 336 с.
 - 12.Компьютерно-интегрированные производства и CALS- технологии в машиностроении / Под ред. д-ра техн. наук, проф. Б.И. Черпакова. – М.: ГУП ВИМИ, 1999. – 512с
 - 13.Кравченко Т.К., Пресняков В.Ф. Информационные технологии управления предприятием. М.: ГУ-ВШЭ, 2002. 440 с
 - 14.Елашкин М. SAP Business One. Строим эффективный бизнес. М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2007. 240 с.
 - 15.Шалумов А.С., Никишкин С.И., Носков В.Н. Введение в CALS-технологии: Учебное пособие. Ковров: КГТА, 2002. 137 с.
 - 16.Шильников П.С., Овсянников М.В. "Система электронной документации CALS - реальное воплощение виртуального мира" - САПР и Графика, 1997г.
 - 17.Рутковский, В.О. Организация виртуального предприятия на базе CALS-идеологии / В. О. Рутковский, А. В. Сарафанов // Бюллетень CAD/CAM/CAE/CALS №2 (3) Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003, С. 34-42
 - 18.Okino N. Object and Operation dualism for CAD/CAM architecture // Annals of the CIRP. – 1983. – Vol. 34, №1. – P.179-182
 - 19.Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Принципы. Технологии. Методы. Модели. - М.: ООО Издательский дом "МВМ", 2003. - 264 с.
 - 20.Концепция развития CALS-технологий в промышленности России / НИЦ CALS- технологий «Прикладная логистика»; Е.В. Судов, А.И. Левин. – М., 2002
 - 21.CALS технологии: Электронный ресурс URL http://www.coolreferat.com/CALS-технологии_2 (дата обращения 15.01.2017)

22. Программно-технические средства CALS-технологий качество: Электронный ресурс URL: <http://www.bestreferat.ru/referat-203087.html> (дата обращения 19.01.2017)
23. StudFiles: Файловый архив для студентов URL : <http://www.studfiles.ru/preview/1088147> (дата обращения 22.01.2017).
24. Токарев Д.В., Яхричев В.В. Вопросы внедрения систем обеспечения жизненного цикла изделия (PLM) // Вузовская наука — региону: материалы 3 Всерос. науч.-техн. конф., 23 февр. 2005. Т.1. - Вологда: ВоГТУ, 2005. - С.194-196
25. Ойхман Е.Г., Попов Э.В. Реинжиниринг бизнеса: Реинжиниринг организаций и информационные технологии. -М.: Финансы и статистика, 1997. – 336 с.
26. Дыбская В.В., Зайцев Е.И., Сергеев В.И., Стерлигова А.Н. Логистика: интеграция и оптимизация логистических бизнес-процессов в цепях поставок / Учебник под ред. проф. В.И. Сергеева. – М.: Эксмо, 2008. 944 с. (Полный курс MBA).
27. Давыдов А.Н., Судов Е.В., Якунина О.В. "Применение расширенной идеологии IDEF для анализа и реинжиниринга бизнес-процессов в производственных и организационных системах" - Проблемы продвижения продукции и технологий на внешний рынок, специальный выпуск, 1997, стр.23-27
28. Журнал "Морская Радиоэлектроника": Российский судостроительный портал URL: <http://mr.shipbuilding.ru/magazine/n2/gorbach> (дата обращения 28.01.2017).
29. Давыдов А.Н., Барабанов В.В., Судов Е.В., Подколзин В.Г. CALS-технологии или информационная поддержка жизненного цикла продукта // Проблемы продвижения продукции и технологий на внешний рынок. – 1998. – Спец. вып. – С.27-31
30. Ниц Cals технологий прикладная логистика: электронный ресурс - URL: <http://www.cals.ru/policy/> (дата обращения 02.03.2017)

31. "Three Tronix Technology": интернет-сайт URL: <http://www.tronix.ru/content/view/45/8> (дата обращения 12.03.2017)