



***В*НЕДРЕНИЕ  
НА ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЯХ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ ПОДДЕРЖКИ  
ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА  
ПРОДУКЦИИ**

## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**3D-модель** – трехмерная геометрическая модель, содержащая описание геометрии детали, процесса ее построения и отношений между геометрическими элементами.

**Автоматизированное рабочее место** – структурный компонент бизнес-процесса в виде выделенной совокупности автоматизированных работ, задач или функций.

**База данных изделия** – совокупность структурированных файлов, создаваемых в рамках конкретного проекта, определенного организационно-распорядительными документами.

**Бизнес-процесс** – система последовательных, целенаправленных и регламентированных видов деятельности, в которой посредством управляющего воздействия и с помощью имеющихся ресурсов (интеллектуальных, материальных, информационных и пр.) входы процесса преобразуются в выходы – результаты процесса, представляющие ценность для потребителей. В качестве результата процесса выступают товары, услуги, решения, документы, электронные модели и пр.

**Виртуальные испытания** – компьютерное моделирование свойств объектов и процессов с использованием специализированных систем инженерного анализа.

**Документооборот** – процесс прохождения документов между сотрудниками и подразделениями организации, имеющими отношение к принятию предписываемых в документах действий.

**Жизненный цикл изделия** – совокупность этапов или последовательность бизнес-процессов, через которые проходит изделие за период времени от замысла изделия до его ликвидации по истечении срока эксплуатации.

**Изделие** – любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии (ГОСТ 2.101).

**Интегрированная информационная среда** – совокупность распределенных баз данных, содержащих сведения об изделиях, производственной среде, ресурсах и процессах предприятия, которая обеспечивает корректность, актуальность, сохранность и доступность данных для разрешенных субъектов производственно-хозяйственной деятельности, участвующих в осуществлении жизненного цикла изделия.

**Информационная единица** – набор сведений в виде структурированных данных, рассматриваемый как единое целое.

**Информационный объект** – совокупность данных, обладающая атрибутами (свойствами), позволяющими определенным образом обрабатывать эти данные.

**Информационная технология** – совокупность процессов, базирующихся на комплексе соответствующих технических средств, систем управления этим комплексом, а также программного и организационно-методического обеспечения, увязывающего действия персонала и технических средств в единый технологический процесс, целью которого является получение нужной информации требуемого качества в заданном месте и на заданном носителе. Реализация информационных технологий базируется на комплексе взаимосвязанных научных, технологических, инженерных дисциплин, изучающих методы эффективной организации труда людей, занятых обработкой и хранением информации; вычислительную технику и методы организации и взаимодействия с людьми и производственным оборудованием, их практические приложения, а также связанные со всем этим социальные, экономические и культурные проблемы.

**Информационное взаимодействие** – совместное использование данных интегрированной информационной среды/системы и обмен ими, осуществляемые субъектами производственно-хозяйственной деятельности в соответствии с установленными правилами.

**Информационные средства** – совокупность информационных единиц, информационных объектов, которые могут быть представлены базами данных, библиотеками электронных моделей, электронных документов и прочих сведений о промышленных изделиях, процессах проектирования и производства продукции.

**Качество** – степень, с которой совокупность собственных характеристик отвечает требованиям (СТБ ИСО 9001).

**Комплекс методических, информационных и программных средств** – совокупность инструктивных, нормативных и прочих необходимых документов, программного обеспечения, баз данных, библиотек, файлов, обеспечивающих автоматизацию определенного вида работ или решение определенных задач на одном либо нескольких автоматизированных рабочих местах.

**Конструкторская документация** – совокупность конструкторских документов, содержащих в зависимости от их назначения данные, необходимые для разработки, изготовления, контроля, приемки, поставки, эксплуатации, ремонта и утилизации изделия (СТБ 1218).

**Конструкторский документ** – графический или текстовый документ, который отдельно либо в совокупности с другими конструкторскими документами определяет состав и устройство изделия и содержит необходимые данные для разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации или ремонта (ГОСТ 2.102).

**Конструкторский документ в электронном виде** – электронный документ, выполненный как структурированный набор данных, целостность и актуальность которого гарантируется либо применяемой системой документооборота предприятия, либо электронной цифровой подписью.

**Корпоративная информационная система** – совокупность информационных, программных и технических средств, образующих единую информационную среду предприятия.

**Методические средства** – совокупность документов в бумажной и электронной формах, регламентирующая способы применения информационных и программных средств в автоматизированном процессе обработки информации.

**Программные средства** – набор компьютерных программ и процедур, обеспечивающих реализацию заданных функций.

**Продукция** – результат процесса (СТБ ИСО 9001).

**Процесс** – совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, преобразующей входы в выходы (СТБ ИСО 9001).

**Проект** – уникальная деятельность, имеющая начало и конец во времени, направленная на достижение заранее определенного результата/цели, создание определенного продукта или услуги при заданных ограничениях по ресурсам и срокам, а также требованиях к качеству и допустимому уровню риска.

**Реинжиниринг** – процесс преобразования структуры и процессов функционирования предприятия на основе внедрения новых информационных технологий.

**Система** – комплекс, состоящий из процессов, информационных и программных средств, устройств и персонала, обладающий возможностью удовлетворять установленным потребностям или целям (ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207–99).

**Система менеджмента качества** – система действий и мероприятий для руководства и управления организацией, направленных на обеспечение требуемого качества продукции (СТБ ИСО 9001).

**Стандарт системы менеджмента качества** – утвержденный высшим руководством предприятия нормативный документ, в котором устанавливают процедуры, правила, ответственность, общие принципы протекания процессов, их характеристики, касающиеся деятельности подразделений, и который направлен на достижение оптимальной степени упорядочения административных и управленческих процедур для обеспечения требуемого качества выпускаемой продукции.

**Управление проектом** – методология организации, планирования, руководства, координации трудовых, финансовых и материально-технических ресурсов на протяжении проекта, направленная на эффективное достижение его целей и результатов по составу и объему работ, стоимости, времени и качеству.

**Управление электронной документацией** – установленный порядок действий с электронными документами, обеспечивающий проверку на адекватность до выпуска документа, доставку документа пользователям после его выпуска, определение местонахождения документа и его первоначального разработчика, предотвращение непреднамеренного использования устаревших (отмененных, замененных) документов.

**Файл** – целостная поименованная совокупность электронных данных.

**Электронная геометрическая модель (3D-модель)** – электронная пространственная модель изделия, описывающая его форму, размеры и иные свойства, зависящие от его формы и размеров.

**Электронная модель изделия** – совокупность информационных объектов, включающая конструкторскую, технологическую и иную информацию об изделии, необходимую для изготовления, контроля, приемки, сборки, эксплуатации, ремонта и утилизации изделия.

**Электронная структура изделия** – совокупность данных о составных частях изделия и связях между ними.

**Электронный документ** – документ, представленный совокупностями данных, записей, файлов определенного типа в базе данных.

**Электронный конструкторский документ** – структурированный набор данных, состоящий из содержательной и реквизитной частей и включающий электронные подписи. К таким наборам данных относятся 3D-модель детали или сборочной единицы; электронный чертеж; спецификация; схема и любой другой электронный документ, который в отдельности либо в совокупности с другими конструкторскими документами определяет состав и устройство изделия и содержит необходимые данные для разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации или ремонта изделия.

**Электронный макет** – совокупность электронных моделей, описывающих внешнюю форму и размеры изделия, позволяющих полностью или частично оценить его взаимодействие с элементами производственного и/или эксплуатационного окружения, имитирующих процессы изготовления и функционирования изделия и служащих для принятия решений при разработке изделия и процессов его изготовления и использования.

**Электронный носитель** – материальный носитель, используемый для записи, хранения и воспроизведения информации, обрабатываемой с помощью средств вычислительной техники.



## ВВЕДЕНИЕ

Освоение современных ИИСТ, охватывающих прежде всего интеллектуальные процессы инжиниринга и управления производственной деятельностью предприятия, тесно связано с процессами реструктуризации промышленных предприятий, инновационными процессами переоснащения производства, освоения новых компьютеризированных технологических процессов, получения новых образцов изделий с более высокими потребительскими свойствами. Современные ИИСТ позволяют в значительной мере решить проблемы ресурсосбережения и мобилизации внутренних ресурсов промышленного потенциала Республики. Поэтому процессы развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 г. должны быть тесно увязаны и скоординированы с процессами освоения ИИСТ в промышленном секторе экономики.

Во всех промышленно развитых странах вопросы развития промышленной информатики относятся к сфере государственных интересов и им уделяется большое внимание, о чем свидетельствуют постоянно развивающиеся системы международных стандартов в данной области. В Беларуси в этом направлении начиная с 2001 г. предпринимаются определенные усилия. Так, в течение 2001–2005 гг. была реализована по заказу Министерства промышленности Республики Беларусь отраслевая научно-техническая программа «Компьютерные технологии проектирования и производства новой продукции». В 2005–2010 гг. выполнялась государственная научно-техническая программа (ГНТП) «Разработать и внедрить в промышленности технологии информационной поддержки жизненного цикла продукции» (ГНТП «CALS-технологии»), в подготовке и реализации которой принимали участие РУП «Минский тракторный завод», ОАО «Витязь», РУПП «Белорусский автомобильный завод», Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Белорусский государственный университет и другие организации.

В соответствии с решением от 19 июня 2008 г. № 8/1 заседания Технико-экономического совета Министерства промышленности Республики Беларусь по вопросу «О внедрении на предприятиях Минпрома информационных систем (ERP-систем), направленных на управление ресурсами предприятия» была разработана концепция следующей программы – ГНТП «CALS-ERP-технологии» на 2011–2015 гг. В настоящее время в реализации программы принимают участие девять предприятий: ОАО «Амкодор», ОАО «Минский моторный завод», ЧНИУП «ИЦТ Горизонт», РУП «Бобруйский машиностроительный завод», ОАО «Агат-систем», ОАО «Витязь», УП «КБТЭМ-ОМО», ООО «Промпривод», ГП «Центр систем идентификации». Научно-методическое обеспечение выполнения заданий ведется в рамках проекта «Сопровождение ГНТП «CALS-ERP-технологии».

Существенную роль в повышении внимания к проблемам освоения ИИСТ сыграло создание Межведомственной комиссии (далее – МКК по ИИСТ), утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25.05.2010 г. № 790, по координации работы республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, по вопросам создания и внедрения ИИСТ.

Однако, как показали результаты мониторинга освоения современных ИИСТ на промышленных предприятиях Республики Беларусь, который проводился по поручению МКК по ИИСТ в 2011 г., предпринимаемых мер недостаточно для достижения промышленными предприятиями требуемого мирового уровня информатизации всех сфер их деятельности. Острота проблем в данной области усугубляется, с одной стороны, противоречием между необходимостью экспорта

продукции и, соответственно, конкуренции на мировом рынке, а с другой – несовершенством структуры и формы организации работ в сфере технической подготовки производства новой продукции, устаревшими технологиями проектирования изделий, управления производством, управления сбытом и маркетингом. Недостаточное внимание к проблемам информатизации промышленных предприятий может в ближайшем будущем иметь катастрофические последствия для экономики нашей страны.

В качестве наиболее острых вопросов информатизации промышленных предприятий, которые требуют незамедлительного решения, следует назвать следующие.

1. Низкая производительность инженерного труда из-за недостаточного развития и применения информационных технологий на базе CAD/CAM/CAE/PDM, MRP/ERP, SCM, MES и других систем, составляющих основу современного инжиниринга на высокотехнологичных производствах мировой индустрии. Как следствие, сроки выпуска новых видов изделий не соответствуют мировым стандартам.

2. Отсутствие сертифицированных специалистов и адаптированных к отечественному производству систем инженерного анализа, виртуальных испытаний и имитационного моделирования технологических процессов до запуска изделия в производство. Подобные системы обеспечивают снижение материалоемкости и энергоемкости промышленной продукции, повышают качество изделия и снижают издержки производства.

3. Сегодня мировой рынок полностью отторгает продукцию, не снабженную электронной документацией и не обладающую средствами интегрированной логистической поддержки постпроизводственных стадий ЖЦ, что можно обеспечить только при условиях:

представления конструкторской и технологической документации для изготовления изделия в электронной форме на базе его актуальных электронных моделей и электронной структуры;

представления эксплуатационной и ремонтной документации в форме интерактивных электронных технических руководств, снабженных иллюстрированными электронными каталогами запасных частей и вспомогательных материалов и средствами дистанционного заказа запчастей и материалов;

применения интернет-технологий интегрированной логистической поддержки изделий на постпроизводственных стадиях их ЖЦ;

наличие и функционирование электронной системы каталогизации продукции;

наличие на предприятиях соответствующих требованиям стандартов ИСО 9001 систем менеджмента качества, в которых отражены перечисленные выше электронные формы представления изделия.

4. Высокий износ производственных фондов и морально устаревшая инфраструктура (промышленные коммуникации, внутризаводская транспортная и складская система (внутренняя логистика), что не позволяет применять современные компьютеризированные складские комплексы, управляемые программными системами, интегрированными в единую информационную систему предприятия, работающую в режиме реального времени.

5. Отсутствие современных систем управления финансами, а также систем управления другими ресурсами предприятия (материальными, кадровыми), интегрированными в единую информационную систему предприятия, работающую в режиме реального времени, является одной из причин дефицита финансовых ресурсов как для поддержания объемов производства, так и для инвестирования в техническое перевооружение предприятия.

6. Недостаточное развитие (вплоть до полного отсутствия) системы сервиса и технической поддержки выпускаемой продукции, что является следствием отсутствия информационной поддержки предыдущих этапов ЖЦ изделия: проектирования, технологической подготовки производства, маркетинга и сбыта.

Планируемая реструктуризация белорусской промышленности с образованием холдингов и объединений требует принятия ряда решений и в области информационных технологий. Как показывает опыт образования таких объединений и холдингов в России, они неизбежно столкнутся со следующими проблемами информационного характера.

1. Предприятия, включаемые в холдинг, зачастую имеют разный уровень информатизации производственных процессов, что не позволит управлять холдингом с применением современных ERP-систем, пока не будут выровнены системы управления на отдельных предприятиях, что потребует времени и средств.

2. Поскольку процессы информатизации государственных предприятий почти всех отраслей начиная с 1990-х годов с распадом СССР были пущены министерствами и ведомствами на само-тек, даже родственные предприятия сегодня работают на различных программных платформах, что вызывает проблемы интеграции вплоть до потери данных. С учетом того, что каждое предприятие за годы работы уже накопило определенные объемы данных, проблемы перехода на единую платформу представления информации могут оказаться достаточно болезненными.

3. Серьезная проблема для единого управления холдингом – несовместимость нормативно-справочной информации, которая хранится сегодня на каждом отдельном предприятии в разной среде и нередко в устаревших форматах данных. Унификация нормативно-справочной информации в масштабах холдинга потребует серьезной и кропотливой работы с выбором единой программной платформы их представления и освоения этой платформы на всех предприятиях холдинга.

4. Перечисленные проблемы усугубляются сегодня «кадровым голодом» информационных служб предприятий, где высока текучесть кадров. Наличие альтернативы и высокие заработки в ИТ-фирмах, работающих по заказам западных компаний, с одной стороны, повышают экспорт ИТ-услуг, а с другой – «оголяют» ИТ-службы отечественных предприятий, где накопилось много требующих решения проблем, где надо отвечать за результаты работы служб предприятия и где при этом заработная плата существенно ниже.

5. Серьезная проблема отечественных предприятий – повсеместное использование нелицензионного ПО, что, безусловно, неприемлемо для крупных компаний, претендующих на определенные роли на мировом рынке.

Мировой опыт показывает, что проблема освоения и эффективного использования ИТ на действующих промышленных предприятиях не может быть решена моментально, она требует постоянного внимания руководства, финансовой поддержки и значительных интеллектуальных усилий.

Создание отечественной нормативной базы в области разработки и внедрения ИИСТ может оказать положительное влияние на результаты выполнения ИТ-проектов. Наличие такой нормативной базы, правильное ее толкование и использование позволят достичь:

четкого формирования целей и требований проекта информатизации производственных процессов;

роста качества выполнения работ при реализации проекта и качества разрабатываемой документации по проекту;

четкого определения состава и значений показателей качества принимаемых решений и выполняемых работ;

четкого определения ролей в команде проекта информатизации, куда должны входить как специалисты фирмы – исполнителя проекта, так и специалисты предприятия;

применения лучшего опыта и лучших практик других предприятий без повторения их просчетов и ошибок.

Отсутствие реально действующих стандартов на выполнение ИТ-проектов – один из факторов, который может привести к отсутствию положительных результатов проводимых на предприятии мероприятий по информатизации производственных процессов. На таком предприятии, как правило, существуют следующие проблемы:

сложности в планировании деятельности предприятия;

отсутствие единых форм отчетности, что нередко приводит к информационному хаосу;

сложности в выявлении причин сбоев в работе подразделений и получение негативных результатов работы;

сложности в определении конкретных ответственных за проведение отдельных операций;

неудовлетворенность специалистов оценкой их работы.

Большой ошибкой являются попытки исправить дело с помощью установки компьютеров на рабочие места. ИТ не могут служить средством устранения текущей неразберихи. Их эффект проявляется прежде всего на четко организованном предприятии с реально действующей системой менеджмента качества предприятия. В этом случае ИТ внедряются с меньшими трудностями и позволяют предприятию сделать качественный скачок вперед.

Представляемый комплекс методических рекомендаций разработан по итогам выполнения задания «Разработать и внедрить базовые компоненты информационной технологии поддержки жизненного цикла продукции в областях конструирования, технологической подготовки производства, управления, сбыта и эксплуатации тракторной техники» (первая очередь – 2005–2008 гг., вторая очередь – 2009–2010 гг.) ГНТП «Разработать и внедрить в промышленности технологии информационной поддержки жизненного цикла продукции (CALS-технологии)».

Назначение данных методических рекомендаций – обобщить передовой опыт освоения ИТ поддержки ЖЦ продукции на РУП «МТЗ» и дать рекомендации по внедрению этих технологий на других предприятиях.

Настоящие методические рекомендации включают пять глав, разделы которых в совокупности отражают типовую последовательность реализации ИТ-проекта на предприятии. Данная типовая последовательность этапов выполнения ИТ-проекта отражает, с одной стороны, лучшие практики и методические подходы к освоению ИИСТ, предлагаемые мировыми лидерами программной индустрии: SAP AG, ORACLE Corporation, PTC и др., а с другой – особенности отечественного производства и традиции работ в области информатизации, начиная с советских времен. Такая типовая схема реализации ИТ-проекта включает следующие этапы:

1. Формулировка проблем по развитию ИИС предприятия.
2. Оценка достигнутого уровня информатизации производственной и коммерческой деятельности предприятия.
3. Разработка плана стратегии развития ИИС предприятия в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе.
4. Разработка аванпроекта для реализации определенного этапа развития ИИС предприятия.
5. Разработка, согласование и утверждение проекта реализации этапа развития ИИС предприятия.
6. Подготовка технического задания к договору на выполнение ИТ-проекта по развитию ИИС предприятия.
7. Документирование и контроль исполнения работ по ИТ-проекту развития ИИС предприятия.
8. Оценка эффективности внедрения результатов проекта по развитию ИИС предприятия.

Представляемые методические рекомендации были разработаны с учетом требований Закона Республики Беларусь от 01.11.2004 г. № 321-З «О нормативных правовых актах Республики Беларусь». В соответствии со ст. 3 данного закона такие документы относятся к правовым актам, не являющимся нормативными, разработаны и издаются с целью осуществления организационных, контрольных и распорядительных мероприятий в области информатизации промышленных предприятий. В приложениях дан иллюстративный материал, дополняющий и разъясняющий положения основных пяти глав. В методических рекомендациях излагаются основные принципы и положения, которыми должно руководствоваться предприятие, переходя к работе на основе CALS-ERP-технологий.

Над методическими рекомендациями работал коллектив авторов. Введение написано Л. В. Губич. В подготовке главы 1 принимали участие Л. В. Губич, М. Я. Ковалев, Н. И. Петкевич, Д. Л. Васильев, Н. П. Муха, И. И. Шибут; главы 2 – Л. В. Губич, Н. И. Петкевич, Д. Л. Васильев, Н. П. Муха, И. И. Шибут; главы 3 – Н. И. Петкевич, Д. Л. Васильев, Н. П. Муха, И. И. Шибут; главы 4 – Л. В. Губич, Н. И. Петкевич, Д. Л. Васильев, Н. П. Муха, И. И. Шибут; главы 5 – Л. В. Губич, Н. И. Петкевич. Приложение А разработано Л. В. Губич, Д. Л. Васильевым, Н. И. Петкевич, Н. П. Муха, И. И. Шибут; приложение Б – Л. В. Губич, Н. И. Петкевич, Д. Л. Васильевым; приложение В – Л. В. Губич, Н. П. Муха, М. П. Мотузовым.

Полученные результаты носят общий характер и отражают основные аспекты организации производства новой продукции на базе CALS-ERP-технологий применительно к условиям отечественных предприятий.



## ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Исходя из стратегических задач развития белорусских предприятий в областях проектирования новых образцов продукции и управления производством, можно обобщить тенденции и возникающие при этом проблемы, которые потребуют решения в ближайшей перспективе:

для удержания позиций на международных рынках предприятия Республики Беларусь ускоряют темпы обновления выпускаемой продукции, что приводит к увеличению количества конструкторских и технологических изменений, усложняет управление проектными работами, увеличивает число ошибок и рассогласований в процессе взаимодействия конструкторских и технологических подразделений при действующем на большинстве предприятий бумажном документообороте (рис. 1.1);

увеличение номенклатуры выпускаемых изделий, модификаций и исполнений под конкретного заказчика приводит к резкому возрастанию объемов конструкторской и технологической документации, что усложняет управление документацией и затрудняет поиск нужной информации, приводит к потерям накопленного опыта и знаний специалистов, а также затрудняет планирование и диспетчерирование производства;

применение для решения проектных задач САД-систем обуславливает возникновение нового вида производственной информации – пространственных геометрических моделей проектируемых изделий. Использование, изменение и хранение этих моделей не регламентируются действующими стандартами большинства предприятий, что приводит к плохому контролю за первичной КД, повсеместному дублированию проектных данных, рассогласованию их представления в различной конструкторской и технологической документации и в целом к снижению эффективности использования систем компьютерного проектирования;

в связи с тем что чертеж в бумажной форме по-прежнему остается главным производственным документом, по которому происходят согласование, принятие и утверждение производственных решений, затраты времени на печать чертежей по их ЭМ, транспортировку, размножение, восстановление при утрате файлов являются прямыми потерями рабочего времени и средств;

поскольку в настоящее время тип производства на большинстве предприятий меняется от крупносерийного к серийному и единичному под заказ, бумажный документооборот не может обеспечить доступ заказчика ко всем модификациям выпускаемой продукции и своевременное формирование комплекта конструкторской, производственной и сопроводительной документации под заказ с поддержанием его в актуальном состоянии для гарантийного обслуживания;

расширение международной кооперации требует представления проектных и производственных данных в электронной форме на базе международных стандартов, что диктует переход на международные стандарты по ЭМИ, ЭСИ, электронным документам, ЭЦП при информационном обмене между подразделениями внутри предприятия, однако предприятия отстают от внедрения этих стандартов в свою деятельность;

сертификация системы качества предприятия по новому стандарту СТБ ИСО 9001:2001 требует перехода на новые методы и формы организации производства на основе реинжиниринга бизнес-процессов, которые необходимо реорганизовать, документировать и компьютеризировать с помощью средств современных систем автоматизации проектной и производственной деятельности.

Одно из направлений решения перечисленных проблем – освоение и внедрение современных ИИСТ, которые создают на предприятиях принципиально новую среду для их производственной и коммерческой деятельности.

Усиление интеграционных процессов в мировой экономике вовлекает в сферу интересов предприятия деловых партнеров, клиентов, инвесторов. Применение современных ИИСТ для



Рис. 1.1. Разработка нового изделия

создания и запуска в производство новой продукции, для управления производством, качеством и ресурсами предприятия – важная характеристика интеллектуального потенциала предприятия, что позволяет обеспечить рентабельное использование как внутренних, так и внешних ресурсов предприятия.

Информатизация всех сфер деятельности отечественных промышленных предприятий – важнейшая задача, от успешного решения которой во многом зависит развитие экономики Республики Беларусь. Мировая программная индустрия, в которой заметное место занимают и ИТ-фирмы Беларуси, предлагает весь необходимый спектр программных продуктов и технологий их внедрения для поддержки ЖЦ любого вида продукции. Современные ИИСТ охватывают прежде всего интеллектуальные процессы инжиниринга и управления производственной деятельностью предприятия, которые сливаются с инновационными процессами переоснащения производства, освоения новых компьютеризированных технологических процессов, получения новых образцов изделий с высокими потребительскими свойствами. Применение ИИСТ позволяет в значительной мере решить проблемы ресурсосбережения и мобилизации внутренних ресурсов промышленного потенциала страны.

Однако для предприятий Беларуси проблема освоения современных ИИСТ осложняется, с одной стороны, противоречием между необходимостью экспорта продукции в условиях мировой конкуренции и устаревшими технологиями проектирования изделий, подготовки производства новой продукции, управления производством и изготовлением изделий – с другой.

Во всех промышленно развитых странах все многообразные аспекты развития промышленной информатики относятся к сфере государственных интересов и им уделяется большое внимание. К таким аспектам относятся и научно-методическое обеспечение процессов освоения ИИСТ с учетом особенностей отечественных предприятий, и стандартизация в области как создания, так и функционирования на предприятии ИТ поддержки ЖЦ продукции (CALS-ERP-технологий), и подготовка специалистов для работы в данной области.

## 1.1. Общие положения

Настоящие методические рекомендации, направленные на повышение эффективности создания и внедрения ИИСТ, разработаны с целью обобщения научно-методических подходов и практического опыта их применения при освоении ИТ поддержки ЖЦ продукции на РУП «МТЗ» (рис. 1.2) и выработки рекомендаций по внедрению этих технологий на других предприятиях.

Методические рекомендации устанавливают единую терминологию, базовые понятия, правила и подходы, применяемые для создания и освоения на промышленном предприятии ИИСТ для поддержки ЖЦ выпускаемой продукции.

Они предназначены для сокращения существующего разрыва между используемыми на предприятиях устаревшими системами стандартов в области автоматизации, принятыми в 1980–1990-х гг.,



Рис. 1.2. Состав 1-й очереди бизнес-процессов информационной поддержки ЖЦ тракторной продукции

и западными методиками в данной области, применяемыми отдельными крупными производителями ПО и отражающими прежде всего их точку зрения.

Методические рекомендации могут быть использованы для подготовки проектов по информатизации различных сфер деятельности предприятия, направленных на создание ИИСТ как одной из базовых систем жизнедеятельности предприятия, без которой оно не может функционировать в условиях современной экономики.

Проекты могут включаться в государственные научно-технические программы, отраслевые программы, в планы технического перевооружения предприятий и пр.

## 1.2. Концептуальные положения создания и внедрения современных ИСТ

Представляемые концептуальные положения создают методологическую основу для реализации проектов по информатизации производственной деятельности предприятий, позволяют сформулировать цели и задачи таких проектов, определить последовательность их реализации в конкретных производственных условиях. Концептуальные положения включают в себя определение ИТ поддержки ЖЦ продукции, обоснование взаимосвязи процессов освоения ИИСТ с системой менеджмента качества предприятия, подходы к реорганизации деятельности предприятия при внедрении ИИСТ, принципы, которые должны лежать в основе реализации проекта по освоению ИИСТ на предприятии (рис. 1.3).

Под ИТ поддержки ЖЦ продукции понимается *комплексная автоматизация* всей деятельности предприятия на основе:

пространственных ЭМ выпускаемых изделий как первоисточника данных для всего производственного цикла;

ЭДО, основывающегося на ИИС предприятия;

организации работы взаимодействующих подразделений на базе динамичных сквозных бизнес-процессов, обеспечивающих групповую и параллельную работу обученных и подготовленных специалистов;

нормативной базы предприятия, закрепляющей регламент комплексной автоматизации.



Рис. 1.3. Цели и задачи реализации проекта по освоению ИИСТ на предприятии

Данное определение ИТ поддержки ЖЦ продукции позволяет сформулировать цели, задачи, этапы реализации проекта по освоению ИИСТ, проводить аудит его хода и результатов.

Освоение ИИСТ на предприятии должно проводиться в неразрывной связи с созданием и совершенствованием системы управления качеством продукции на основе СТБ ИСО, которые выдвигают следующие требования:

принятие решений по обеспечению качества продукции должно базироваться на обработке достоверных данных, которые может обеспечить только наличие на предприятии ИИС (рис. 1.4) аккумулирующей все производственные данные;

сертификация системы управления качеством на основе СТБ ИСО при выходе на международные рынки требует наличия на предприятии системы, обеспечивающей информационное взаимодействие всех подразделений предприятия по вопросам управления качеством, включая проектирование, производство, сбыт и гарантийное обслуживание продукции. Эффективность такого взаимодействия гарантируется освоением современных ИИСТ;

создание системы управления качеством продукции должно базироваться на процессном подходе, что требует формализации и документирования основных бизнес-процессов предприятия, а также создания действенного механизма для постоянной их актуализации, контроля, анализа эффективности и совершенствования. Система бизнес-процессов предприятия и средства их автоматизации – неотъемлемая часть ИИСТ.

Внедрение ИИСТ для управления производственными процессами неизбежно предполагает их реорганизацию, которая обеспечивается следующими мероприятиями:

организацией взаимодействия специалистов разных подразделений в форме автономных виртуальных бригад, обеспечивающих сквозные процессы компьютерного проектирования и подготовки производства по видам технологических переделов, планирования и управления производством, а также способных к самостоятельному функционированию и несущих ответственность за конечный результат в производстве;

созданием распределенной интегрированной БД предприятия на основе сетевой инфраструктуры, организации групповой работы и регламента взаимодействия виртуальных подразделений в компьютерной среде;





Рис. 1.4. Типовая схема ИИС предприятия

уменьшением количества уровней административного управления и переносом акцента в деятельности руководителей подразделений с контроля результатов отдельных специалистов на обеспечение функционирования бизнес-процессов;

организацией гибких графиков работы пользователей для эффективного использования имеющихся программно-технических комплексов.

В основе проекта по освоению на предприятии ИИСТ (рис. 1.5) должен лежать ряд принципов, соблюдение которых может гарантировать успешную его реализацию и положительные результаты. К таким принципам относятся:

включение проекта по освоению ИИСТ в бизнес-план, направленный на развитие предприятия в целом, повышение его конкурентоспособности, расширение рынков сбыта и других стратегических целей;

учет в проекте по освоению ИИСТ анализа уровня информатизации работ на всех этапах ЖЦ производимой продукции с выявлением разрывов в информационных цепочках передачи данных и определением степени морального старения применяемых средств автоматизации на каждом этапе ЖЦ, исходя из их способности к интеграции в ИИС предприятия;

начало проекта по освоению ИИСТ с анализа уровня соответствия действующей организации бизнес-процессов предприятия современным методологиям и подходам; планирования стратегии совершенствования бизнес-процессов; выявления бизнес-процессов, требующих перемен; определения целевых показателей эффективности каждого из этих бизнес-процессов и методологий, которые позволят их достичь; определения приоритетов и очередности совершенствования бизнес-процессов; определения роли информационных систем, принципов и технологий обмена данными между бизнес-процессами; планирования этапов интеграции бизнес-процессов в рамках ИИС;

реорганизация процессов инженерной и производственной деятельности на новых методах решения задач проектирования и запуска в производство новых изделий на основе компьютерной технологии, так как эти методы меняют как организацию работы подразделений предприятия, так и ее содержание;

понимание руководством и коллективом предприятия того, что ИИСТ – это прежде всего новая организация работ и новые методы управления ими на основе динамичных бизнес-процессов взамен статичной структуры действующих подразделений;

базирование последовательности этапов освоения ИИСТ на предыдущей истории развития ИТ на предприятии, установка на решение как наиболее актуальных текущих задач организации



Рис. 1.5. Этапы реализации проекта по внедрению ИИСТ на предприятии

производства и повышения качества продукции, так и стратегических задач повышения конкурентоспособности предприятия;

возможность сохранения исторически сложившейся структуры подразделений при создании на предприятии системы бизнес-процессов; изменение лишь функций руководителей всех уровней и исполнителей, включаемых в определенный бизнес-процесс;

большая роль отделов стандартизации, так как они не только осваивают новые методы нормоконтроля на основе ЭМИ, но и отражают в стандартах предприятия новую организацию работ и взаимодействие подразделений на основе бизнес-процессов;

последовательность этапов освоения ИИСТ должна быть такой, чтобы достаточно быстро на каждом АРМ в реальной работе ощущался эффект от проводимых мероприятий;

вовлечение в освоение ИИСТ всего коллектива предприятия, так как только комплексный переход на новые методы работы с использованием ИТ даст требуемый интегральный эффект в улучшении деятельности предприятия.

### 1.3. Электронное представление промышленных изделий

Электронная модель изделия – первоисточник данных для всего производственного цикла, основанного на использовании ИИСТ. Принципиальное изменение формы представления объекта проектирования – от бумажного чертежа к электронной пространственной модели – предполагает комплексную реорганизацию процессов изготовления изделия. Поэтому требуют регламентации методологические аспекты, касающиеся математической основы отображения изделия в электронной КД, технологии выполнения проектных работ, средств автоматизации инженерного труда и их выбора.

Основа современного производства – пространственная ЭМ (рис. 1.6) объекта проектирования, отражающая все многообразие его свойств семейством разнообразных ЭМ для решения множества проектных и технологических задач специалистами различных профилей. Электронный чертеж в составе семейства таких моделей становится вспомогательным средством, выполняющим в первую очередь контрольную, юридическую, а затем уже производственную функцию.

При ручном проектировании на кульмане чертеж является полем для реализации проектной деятельности, помогающим конструктору зрительно представить в виде плоских проекций, разрезов, сечений создаваемый объект и проверить прочерчиванием принципиальные проектные решения. Поэтому до сих пор необходимыми условиями для успешной инженерной деятельности являются знание начертательной геометрии, умение читать, выполнять и оформлять чертежи.



Рис. 1.6. Электронная модель изделия

Чтобы чертеж, созданный одним конструктором, был понятен другим специалистам, на территории стран СНГ необходимо пользоваться действующими правилами оформления документации на основе ЕСКД, устанавливающей взаимосвязанные правила, требования и нормы по разработке, оформлению и обращению КД, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях ЖЦ изделия (проектирования, подготовки производства, изготовления, приемки и сбыта, эксплуатации, обслуживания и утилизации).

При освоении ИИСТ важно понять, в чем недостатки существующих форм представления объекта проектирования комплектом чертежей и что должно измениться в организации проектных работ при переходе на компьютерные методы пространственного геометрического моделирования объекта проектирования. К недостаткам чертежной технологии проектирования, вне зависимости от того, получен чертеж вручную или на электронном кульмане, следует отнести:

незащищенность от ошибок субъективного характера при любом способе получения чертежа – ручном или машинном;

отсутствие геометрической увязки между сборочным чертежом и чертежами деталей, каждый из которых разрабатывается отдельно;

неоднозначность представления сложных форм деталей в виде набора дискретных сечений на плоскости чертежа, так как не определены законы формообразования между сечениями;

необходимость повторного построения эскизов деталей на технологических документах при подготовке производства;

невозможность описания механических связей между деталями (контактов, степеней свободы, ограничений);

трудность представления детали как множества механических операций, стадий и состояний изготовления детали из-за неточности технологических эскизов или их отсутствия в большинстве случаев;

оторванность конструкторских чертежей от технологических документов, каждый из которых существует самостоятельно;

бессистемность отображения свойств компонентов изделия на разных полях различных документов, что не позволяет автоматизировать их обработку;

повсеместное дублирование графики на технологических, эксплуатационных и прочих документах;

невозможность параллельной работы разных специалистов над одним и тем же чертежом, где бы он ни разрабатывался – на кульмане или на компьютере.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Термины и определения</b> .....	3
<b>Перечень условных обозначений</b> .....	6
<b>Введение</b> .....	8
<b>Глава 1. Проблемы создания и развития интегрированной информационной среды предприятия</b> .....	12
1.1. Общие положения.....	13
1.2. Концептуальные положения создания и внедрения современных ИСТ.....	14
1.3. Электронное представление промышленных изделий.....	17
1.4. Разработка и внедрение ИИСТ для поддержки ЖЦ изделия и управления ресурсами предприятия.....	21
1.5. Освоение ИИСТ для поддержки ЖЦ изделия и управления ресурсами предприятия.....	24
<b>Глава 2. Оценка достигнутого уровня информатизации производственной и коммерческой деятельности предприятия</b> .....	26
2.1. Общая оценка уровня информатизации предприятия по степени освоения электронного документо-оборота.....	27
2.2. Оценка уровня информатизации предприятия на основе комплекса стандартов CobIT для управления и аудита информационных технологий предприятия.....	30
2.3. Методические рекомендации по проведению мониторинга освоения ИТ на предприятиях машино-строительного профиля на основе анкетирования.....	34
<b>Глава 3. План развития ИИС предприятия на основе системы количественных и качественных показателей уровня информатизации</b> .....	41
3.1. Оценка и общее исходное состояние информатизации промышленных предприятий.....	41
3.2. Базовые положения для разработки стратегии развития и освоения ИИСТ на предприятии.....	43
3.3. Состояние и проблемы развития инфраструктуры вычислительных средств на предприятии.....	47
3.4. Состояние и проблемы информатизации конструкторской разработки новых и совершенствования выпускаемых видов продукции.....	49
3.5. Состояние и проблемы информатизации технологической подготовки производства.....	53
3.5.1. Состояние и проблемы информатизации технологического проектирования и управления ТПП....	53
3.5.2. Состояние и проблемы информатизации проектирования технологической оснастки и инструмента ...	57
3.6. Состояние и проблемы управления ЭДО предприятия.....	60
3.7. Состояние и проблемы информатизации планирования и оперативного управления производством и качеством продукции.....	63
3.8. Состояние и проблемы информатизации управления материальными и трудовыми ресурсами.....	68
3.9. Состояние и проблемы электронного управления сбытом и гарантийным обслуживанием, включая применение интернет-технологий.....	72
3.10. Существующая на предприятии система стандартов управления качеством и отражение в них ИСТ.....	75
<b>Глава 4. Разработка аванпроекта создания ИИС предприятия</b> .....	77
4.1. Общие положения.....	78
4.2. Цели и задачи аванпроекта по освоению ИИСТ.....	78
4.3. Состав и содержание аванпроекта по созданию и освоению ИИСТ на предприятиях машиностроительного профиля.....	79
4.4. Методические рекомендации и требования к оформлению документации на ИТ-проекты.....	80
4.4.1. Требования к документу Форма 01.....	82
4.4.2. Требования к формированию документа Форма 02.....	84
4.4.3. Требования к формированию документа «Технико-экономическое обоснование. Пояснительная записка» (Форма 03).....	86



<i>Глава 5. Методические рекомендации по выполнению проекта создания ИИС предприятия</i> .....	89
5.1. Подготовка технического задания к договору на выполнение ИТ-проекта.....	89
5.2. Методические рекомендации по документированию результатов работ и контролю за ходом выполнения ИТ-проекта .....	95
5.3. Оценка экономической эффективности разработки и освоения ИИСТ на предприятии .....	99
<b>Заключение</b> .....	106
Приложение А. Комплект анкет для оценки уровня информатизации промышленных предприятий .....	107
Приложение Б. Опыт применения системы показателей оценки уровня информатизации на примере выполнения заданий ГНТП «CALS-технологии» на РУП «МТЗ» в 2005–2010 гг. ....	141
Приложение В. Пример оформления документов на ИТ-проект, выполняемый в рамках ГНТП «CALS-ERP-технологии» .....	150
<b>Литература</b> .....	181

**Внедрение** на промышленных предприятиях информационных технологий поддержки В 80 жизненного цикла продукции : метод. рекомендации / Л. В. Губич [и др.]; науч. ред А. В. Тузи-ков. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 189 с.  
ISBN 978-985-08-1488-3.

Методические рекомендации посвящены вопросам создания и освоения на предприятиях машиностроения интегрированных информационных систем и технологий поддержки жизненного цикла продукции (CALS-ERP-технологий). Предложены основы нормативной базы для решения практических вопросов при реализации ИТ-проектов на промышленных предприятиях с учетом международных стандартов и лучших практик в данной области, а также накопленного отечественного опыта реализации таких проектов. Даны примеры практической реализации приведенных теоретических и нормативных положений для предприятий Министерства промышленности Республики Беларусь.

Книга предназначена для специалистов информационных служб машиностроительных предприятий, а также для студентов и аспирантов, изучающих различные аспекты внедрения информационных технологий в промышленности.

**УДК 621:658.5:004(083.132)**  
**ББК 34.4-6**