

# Хроники внедрения САПР технологических процессов: полевые исследования

*Тщеславия неведом мне порок,  
Я не хочу, чтоб сонмы поколений  
Внимали без усмешки и сомнений  
Словам, что я, запутавшись, изрек.*

Павел Лейтес

В данной статье автор предлагает рассмотреть вопросы автоматизации технологических подразделений машиностроительных предприятий, при этом анализируется практический опыт реализации комплексных проектов автоматизации на базе программных продуктов АСКОН на предприятиях Харькова — ГП завод «Электротяжмаш», ПАО «Волчанский агрегатный завод» и ОАО «Турбоатом».

В 1996 году я был принят на должность инженера-технолога в технологическое бюро ОГТ харьковского машиностроительного завода «Свет шахтера». Так началась моя «сознательная взрослая жизнь», в которой главенствующее место и поныне занимает все, что связано с технологией машиностроительного производства и автоматизацией этого непростого участка инженерного труда. Скажу сразу: в институте преподаватели у меня были хорошие, однако непосредственная работа инженером-технологом стала в первые месяцы неким откровением. Главное открытие: инженер-технолог — это прежде всего аналитик, который обязан, учитывая все технические, организационные и производственные факторы, назначить такой вариант изготовления изделия и его элементов, который обеспечивает получение требуемого их качества при минимальных материальных и трудовых затратах.

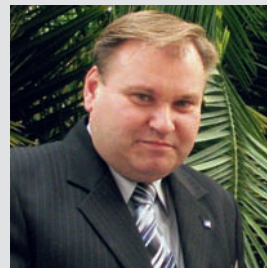
В течение нескольких лет я работал на разных участках технологического направления — разрабатывал технологические процессы для механической обработки и сборки изделий горно-шахтного оборудования, расцеховывал новые изделия, составлял графики проектирования и изготовления оснастки. Годы, проведенные на заводе, и последующий опыт в АСКОН-КР по реализации комплексных проектов автоматизации инженерных служб сформировали у меня твердое понимание задач технологической подготовки производства (ТПП), последовательности их выполнения и путей автоматизации данного направления.

Для чего же выполняются работы по автоматизации ТПП? Следует подчеркнуть, что удельная доля работ по технологической подготовке производства в ряде случаев достигает 50–75% от общей длительности цикла подготовки производства. Если мы автоматизируем работу конструктора, снабженца, бухгалтера, работника производственно-диспетчерских или экономических служб, то оставлять неавтоматизированными рабочие места технологов — это обречь предприятие на неконкурентоспособное существование на рынке. В этом случае проработка новых изделий технологами выполняется медленно, технологические процессы разрабатываются и согласовываются чрезвычайно длительное время, а иногда и вообще не разрабатываются, в производстве становятся частыми случаями брака, нормы времени вызывают недоумение, планирование производства затруднено.

Рассмотрим, как реализована ТПП на машиностроительном предприятии без применения средств автоматизации.

В отдел главного технолога (ОГТ) поступает комплект конструкторской документации и калька одного очень важного документа, который уже частично заполнен в отделе главного конструктора (ОГК) и содержит информацию по составу изготавливаемого из-

**Вячеслав Шендра** — специалист по внедрению САПР технологических процессов в компании АСКОН-КР, филиал в г. Харьков. Окончил Харьковский политехнический институт и в течение 9 лет работал на Харьковском машиностроительном заводе «Свет шахтера» инженером-технологом ОГТ, затем начальником бюро САПР.



Компания АСКОН-КР имеет статус платинового партнера АСКОН в Украине, центральный офис расположен в Киеве, филиалы — в Харькове, Днепропетровске, Донецке, Запорожье, Луганске

делия или его составляющих сборочных единиц (фактически перенесена информация из спецификации сборочных чертежей узлов): наименование и обозначение входящих в узел деталей, сборочных единиц, стандартных изделий и материалов (ДСЕ) с их количеством на этот узел или его исполнение. Называется такой документ на разных предприятиях по-разному: «План прохождения», «Ведомость материалов», «Ведомость расцеховки», «Материально-маршрутная спецификация» и прочие наименования. Фактически же он является сводной конструкторско-технологической спецификацией (СКТС), в которой указан состав изготавливаемого изделия или сборочных единиц, данные по заготовкам, нормы расхода материалов и маршруты межцехового движения ДСЕ. И вот работа технолога по расцеховке как раз и состоит в том, чтобы назначить один или несколько вариантов заготовки на детали или стандартные изделия собственного изготовления, указать один или несколько маршрутов межцехового движения всех ДСЕ, согласовать эти данные со специалистами отделов главного сварщика (ОГСв) и главного металлурга (ОГМет). После прохождения этой цепочки документ проверяет и, если нет замечаний, подписывает начальник бюро; затем технолог по расцеховке должен передать кальку сводной спецификации в бюро материального нормирования (БМН), где в документ внесут конкретные данные по нормам расхода основных и вспомогательных материалов. После этого документ утверждается главным технологом и передается в бюро технологической документации (БТД) для выдачи в производство копий и хранения.

На основании этого документа другие технологи в технологических бюро ОГТ, ОГСв, ОГМет будут разрабатывать технологические процессы (ТП) изготовления ДСЕ, нормировщики ОТЗ — нормировать выполнение технологических операций, производственный отдел — планировать работу цехов и т. д. Технологи, разрабатывающие технологические процессы, не смогут разработать полноценный техпроцесс без знания параметров заготовки ДСЕ и маршрута(-ов) прохождения. Без этой информации невозможно сформировать сводную и поддетально-специфицированную ведомости норм расхода материалов, ведомости ДСЕ по цеху и ряд других документов. А еще нужно помнить, что могут быть варианты изготовления одной и той же ДСЕ, что необходимо учесть использование деловых отходов, что варианты заготовок и маршрутов могут быть временными и действовать только на определенный период времени.

Схематически такая «бумажная процедура» ТПП выглядит так.

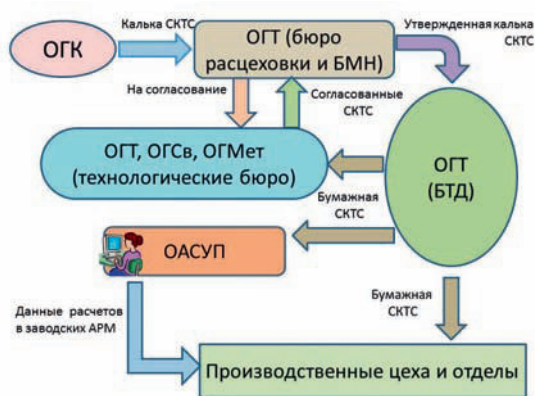


Схема традиционного документооборота при расцеховке

Вопрос: насколько эффективен такой подход? И вообще, будет ли эффективной работа технологических служб с применением автоматизированных средств? Может быть, нет смысла автоматизировать этот участок работы?

Автоматизация работы технологических служб предприятия эффективна только в рамках задач автоматизации всего цикла конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП). Только таким образом можно создать единое информационное пространство предприятия и сформировать комплекс всех данных, необходимых для решения задач управления и планирования производства.

На сегодняшний день предприятию не нужно одно отдельное программное решение для конструктора, второе — для расцеховщика, третье — для разработки технологических процессов. Следует отметить, что традиционно автоматизация заводских служб, отвечающих за ТПП, происходила и происходит в последнюю очередь ввиду тенденциозного отношения отдельных руководителей к работе технологических служб. Если и уделялось внимание, то лишь для автоматизации подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ, но не более.

Насущным требованиям автоматизации КТПП в полной мере отвечает комплекс программного обеспечения компании АСКОН: система управления инженерными данными и жизненным циклом изделия ЛОЦМАН:PLM 2011 и ее специализированные модули, система трехмерного моделирования КОМПАС-3D V13 с большим набором прикладных библиотек, система автоматизированного проектирования технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ 2011 и ее модули.

Рассмотрим, как же реализована и из чего построена система ТПП в общем комплексе средств автоматизации машиностроительного предприятия.

Ядром данного блока ТПП на «Электротяжмаше», «Турбоатоме», «Волчанском агрегатном заводе» является система ЛОЦМАН:PLM, в которой хранятся все данные об изделии и его жизненном цикле. Именно в базе данных этой системы сосредоточена вся конструкторская информация: электронный состав изделия и модели ДСЕ, конструкторская документация по изделию (чертежи, спецификации, данные кинематического и прочностного анализа, схемы и другие документы). Основой хранения данных является состав изделия, для удобства представленный в виде дерева, вокруг которого накапливаются конструкторские документы и данные, а впоследствии — технологическая информация. Все это обеспечивает централизованное хранение технической документации на изделие, управление информацией о структуре выпускаемых изделий и вариантах их конфигурации, а также управление процессом разработки изделия и интеграцию всех компонентов комплекса программных средств. После того, как конструкторскими подразделениями введена в базу данных информация по составу изделия, появляется возможность начать работы по его расцеховке.

Однако на всех предприятиях, где приходилось выполнять проекты автоматизации служб КТПП, технологические службы не оперируют составом изделия, внесенным конструктором, а формируют на его основе свой вариант состава, называемый технологическим. В чем же отличие между ними? Почему же технологическим службам



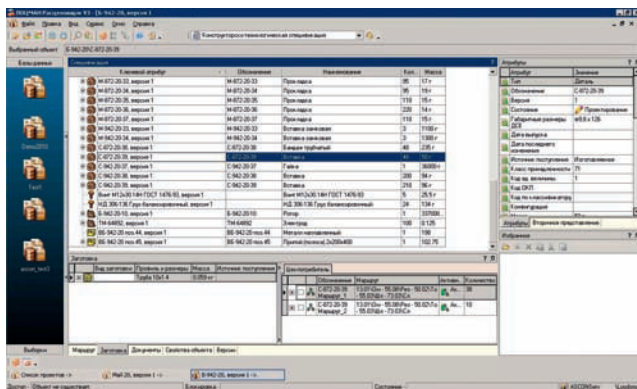
Схема электронного документооборота ТПП

нужен именно такой измененный состав? Ответ очевиден: кроме тех ДСЕ, которыми конструктор наполнил свои изделия, существуют еще наборы этих же ДСЕ, обрабатываемых совместно (например, корпусные детали); детали или узлы, без которых невозможно изготовить или испытать ДСЕ-изделия, но их нужно включить в общий перечень; иногда на некоторые ДСЕ-изделия увеличивают их количество в связи с необходимостью настройки или испытаний, а также для учета потерь от вероятного брака. Все это требует материалов, маршрутов, трудоемкости и технологических процессов. Инструментом для формирования такого технологического состава является система ЛОЦМАН:PLM.

Рабочим инструментом расцеховщика является специализированное приложение — система проектирования межцеховых маршрутов ЛОЦМАН-Расцеховщик. Назначение этого программного средства явствует из его названия — указание маршрутов межцехового движения ДСЕ и данных по используемым заготовкам (материал, масса заготовки, норма расхода). Следует отметить, что ЛОЦМАН-Расцеховщик позволяет назначить несколько заготовок и маршрутов и указать признаки их актуальности (активности) в привязке к конкретной сборочной единице. Для нормирования основных материалов ЛОЦМАН-Расцеховщик интегрирован с другим программным средством — Системой нормирования материалов, позволяющей назначить параметры заготовки и автоматизировать расчет массы заготовки и нормы расходы. Как же организована работа технолога по расцеховке?

В рабочем окне системы ЛОЦМАН-Расцеховщик технолог выбирает необходимую ДСЕ и берет её «в работу», блокируя тем самым доступ другим пользователям для внесения информации. После этого создает заготовку (в случае, если ДСЕ имеет раздел спецификации «деталь» или «стандартное изделие» собственного изготовления), выполняет ее расчет и указывает один или несколько маршрутов межцехового движения, а затем — указывает атрибуты их «активности». При указании материала заготовки технолог использует Корпоративный справочник Материалы и Сортаменты, являющийся централизованным хранилищем информации о материалах.

При внедрении этого модуля наблюдается интересный эффект: инженеры, впервые сталкивающиеся с ним, относятся к нему настороженно, говорят, что работать сложно, «какое-то дерево вместо спецификации». Проходит месяц, пользователи привыкают к интерфейсу системы и у них появляются серьезные осмысленные вопросы по оптимизации своей работы. На многих предприятиях количество заимствованных деталей и узлов в изделии колеблется от 20 до 70%, при «бумажной» организации расцеховки необходимо заново указать заготовку и маршрут, т. е. найти эту деталь или узел в одной из старых спецификаций и найти соответствующие данные по расцеховке (иногда это занимает много времени), после — перенести их в новую ведомость. ЛОЦМАН-Расцеховщик делает это автоматически, при этом есть возможность видеть все варианты и заготовки, и маршруты. К тому же автоматизация расчета массы заготовки и нормы расхода основного материала не требует участия инженеров БМН, кроме сложных и исключительных случаев нормирования (одна заготовка на несколько различных ДСЕ, комплексный раскрой и т. д.). Но главное — возможность параллельной работы группы расцеховщиков над одним проектом.



Рабочее окно системы ЛОЦМАН-Расцеховщик

И вот наступает момент, когда весь технологический состав изделия проработан, назначены заготовки, рассчитаны нормы расхода материалов и указаны все маршруты прохождения. Запускаем команду формирования требуемого отчета и печатаем его, после чего собираем все подписи на распечатанном документе.

После расцеховки в технологических подразделениях начинается разработка технологических процессов на изготовление ДСЕ по видам производства. Подробное описание процесса разработки техпроцесса, его согласования, нормирования, нормоконтроля, утверждения и выдачи в производство — тема отдельной статьи, нас же интересует другое — что происходит с ТП во время прохождения всех указанных этапов и где потом используется эта информация? В начале проектирования ТП технолог создает в системе ЛОЦМАН:PLM новый технологический объект, привязанный к той ДСЕ и тому варианту маршрута прохождения, для которых он и разрабатывается. Спроектированный ТП сохраняется в ЛОЦМАН:PLM в виде объектной модели, что позволяет учитывать основные и вспомогательные материалы, используемые оборудование, оснастку и инструмент, а также формировать по полученным из ТП данным требуемые технологические отчеты (ведомость оборудования, сводная ведомость средств технологического оснащения и проч.). Большим резервом повышения эффективности использования в повседневной работе инженеров-технологов является разработка типовых/групповых ТП, с которыми системы ЛОЦМАН:PLM и САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ поддерживают работу.

Для взаимодействия двух систем — ЛОЦМАН:PLM и САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ — используется модуль ЛОЦМАН-Технолог, являющийся настраиваемым средством их интеграции. Используя его, технолог может работать с технологическим составом изделия и другими данными, хранящимися в ЛОЦМАН:PLM, непосредственно из рабочего окна САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ.

Как оценить эффект от автоматизации этого нелегкого и ответственного этапа работ? Мнения на предприятиях я слышал самые разные: старые профессионалы вначале относятся весьма скептически в оценке потенциала системы, но вскоре меняют свою точку зрения на кардинально противоположную. В чем же секрет?

Секрета нет — САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ позволяет решать большую часть насущных задач технолога, которые являются одновременно и рутинными, и творческими. Самое главное — это гибкость и открытость системы, позволяющей проектировать ТП в нескольких автоматизированных режимах и формировать требуемый комплект технологической документации, и как несомненное достоинство — удобный интерфейс системы. Аналогично — работа Универсального технологического справочника (УТС). УТС дает пользователям возможность эффективно работать со всей необходимой справочной информацией, а также позволяет самостоятельно организовать и развивать базы данных предприятия. Примером тому — созданные на предприятиях собственные справочники оборудования, инструкции по охране труда, различным видам средств технологического оснащения. Затраты рабочего времени технологов на разработку технологических процессов при использовании САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ сократились (по различным оценкам) от 1,5 до 5 раз.

Совместное использование САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ и ЛОЦМАН:PLM позволило решить задачи создания единой электронной среды

для подготовки производства. В результате такого взаимодействия электронное описание изделия содержит все данные, требуемые для информационного обеспечения всех этапов его жизненного цикла. На этом этапе подготовки производства накапливаются данные о результатах ТПП и осуществляется обмен информацией между инженерными службами предприятий.

**СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ ЗАГРУЗКИ  
ОБОРУДОВАНИЯ**

Изделие: ЯВЩД.738623.000 Кол-во изделий: 120 шт. Цех: 146

№ п/п	Оборудование, Изм. №	Загрузка, м.ч
1	Ток.-винт. 1К625, №896	4506,3
2	Ток.-винт. 1К62, №802	1252,3
3	Ток.-винт. 16К20, №890	1785,6
4	Ток.-винт. 1Д63, №892	2852,2
5	Гор.-фрез. 6Н62Г, №812	4256,2
6	Гор.-фрез. 6М81, №817	1289,3
7	Верт.-фрез. 6Р13, №423	853,2
8	Верт.-фрез. спец. №428	452,1
9	Круглошлиф. 3151, №652	863,2
10	Внутришлиф. ХШ, №823	741,2
Итого по цеху:		18851,6

Пример документа, формируемого в ЛОЦМАН:PLM: сводная ведомость загрузки оборудования

Кроме подразделений по разработке технологических процессов, в ОГТ, ОГСв и ОГМет предприятий есть еще и конструкторские бюро по проектированию средств технологического оснащения (СТО). Задача этих подразделений — разработать комплект конструкторской документации для изготовления на самом предприятии или силами других заводов необходимых инструментов и оснастки. Но кто и как определяет, какая оснастка или инструмент необходимы для изготовления той или иной ДСЕ? Это делает технолог, отвечающий за подготовку производства, и технологи в технологических бюро, выявляющие потребность в проектировании новых или доработке имеющихся средств оснащения при разработке техпроцессов. Для решения этих задач реализована настройка системы ЛОЦМАН:PLM, позволяющая заказывать новые единицы СТО. Суть настройки заключается в том, что к каждой ДСЕ может быть «привязано» одно или несколько заданий на проектирование и изготовление или доработку инструмента или оснастки, в которых указывается содержание задания (или отдельная запись в графике), используемое оборудование и условие работы оснастки, при необходимости — операционный эскиз. В задании указываются плановые сроки проектирования и изготовления СТО и очередь изготовления. Информация об используемых СТО передается из ТП или указывается дополнительно по прямой связи «Изделие — Технологическое оснащение», а данные по наличию конкретных инструментов или приспособлений хранятся в так называемой «Карточке учета», данные из которой доступны соответствующим пользователям системы ЛОЦМАН:PLM. Ведение информации о составе технологической оснастке, используемых материалах для ее изготовления и трудоемкости — аналогично механизмам работы с изделиями основного производства. Таким образом, кратко осветив выполняемые на предприятиях действия по ТПП, можно сравнить два варианта выполнения работ: неавтоматизированный («бумажный») и автоматизированный, с использованием программных средств АСКОН. Длительность проработки и формирования данных для выпуска сводных конструкторско-технологических спецификаций, ведомостей расцеховки и материалов, разработок технологических процессов и графики подготовки производства намного меньше, чем длительность «бумажного» варианта ТПП.

Каков же механизм внедрения систем подобного класса на машиностроительных предприятиях? Какие «рецепты успеха» при проведении таких проектов?

Анализируя три проекта комплексной автоматизации КТПП, проведенных на харьковских предприятиях, можно сказать, что универсального рецепта нет. На каждом предприятии применяются разные требования и подходы к документообороту и документам, в нем участвующим. Для нахождения ключевых факторов достижения целей проекта на начальном этапе необходима серьезная аналитическая проработка.

Однажды, будучи участником одного очень уважаемого и широкоформатного собрания, я принял участие в обсуждении проблем проведения проектов автоматизации КТПП на предприятии и повышении их качества. Одним из ключевых факторов успеха в таких проектах, по единодушному мнению участников обсуждения, является высокое качество аналитической проработки всех аспектов автоматизируемых процессов на предприятии. В частности, обсуждались вопросы выработки единых требований к управлению проектом внедрения, смены приоритетов в задачах автоматизации со стороны предприятия в ходе проекта и реакции на это внедренческой стороны, обратной связи между предприятием-заказчиком и группой внедренцев-исполнителей. Особый спор всегда вызывают требования наличия технического задания (ТЗ) на выполнение проекта и внесения изменений в него на этапе завершения работ, документирования их выполнения. Одним из методов выполнения работ комплексного проекта многими авторитетными специалистами рекомендован итерационный метод, при котором в ТЗ освещаются лишь некоторые ключевые требования, а по мере выполнения работ — в него вносятся изменения и уточнения. Но как «дробить» задачи проекта? При таком «дроблении» важно достигнуть заданный заказчиком функционал, но это может противоречить требованию целостности продукта (программного модуля), и в результате он получится «кусочным». А значит, запустить в работу весь процесс внедрения комплекса нужно сразу, и не факт, что работа подразделений может в начальный период внедрения улучшиться. Где же искать выход?

Основываясь на опыте проведения трех проектов комплексной автоматизации КТПП, проведенных региональным филиалом АСКОН-КР» в Харькове, хочу отметить:

1. Не следует верить заверениям «У нас на предприятии нет специалистов, которые могли бы описать принцип формирования такой ведомости» (здесь можно подразумевать любой документ). Незыблемая уверенность разрушается одним простым вопросом: «Но ведь кто-то формирует этот документ, он же должен знать, как это сделать?». И оказывается, что есть руководящие документы или стандарты предприятия по оформлению документа, и даже люди знающие есть, и они могут описать требования к документу для случая его формирования программными средствами. С другой стороны, на многих предприятиях существуют сложные структурированные документы, их заполняет большое число специалистов, каждый из которых знает только свою часть, а свести в единое целое — весьма затруднительно. В этом случае следует **обязательно сформировать рабочую группу**, состоящую из представителей заказчика и внедренца, во главе с руководителем, имеющим право принимать решения и отвечающим за выполнение проектных работ и координацию действий компании-внедренца. Также на предприятии обязательно должен быть выпущен организующий документ (приказ или распоряжение) о создании рабочей группы по внедрению, в котором указаны цели и задачи внедрения, состав, полномочия, права, обязанности рабочей группы и сроки проведения работ.
2. Рабочей группой должно быть **разработано ТЗ и комплексный план выполнения работ по внедрению** со сроками и ответственными, определены изделия, на базе которых будет проведено внедрение (лучше, если из ранее разработанных и сложных). Если ТЗ нет, то неизвестны требования к функционалу, нет возможности спланировать работы по проекту и определить их стоимость. Также обязательно должно быть сформировано «**тестовое изделие**», по которому оцениваются промежуточные и окончательные результаты работы.
3. **Итерационный метод** реализации комплексных проектов автоматизации инженерных служб машиностроительных предприятий **весьма рискован**, так как изменение требований и уточнение ТЗ в ходе выполнения проекта может поставить крест на уже выполненной работе и потребовать коренных переделок. Ситуация весьма неприятная и в общем виде выглядит так: «Ой, а мы думали, что вы сделаете не так, а по-другому...». В этом случае предприятие никогда не примет выполненную вами работу.

4. «Дробление» задач проекта при разработке ТЗ — интуитивное действие и выполняется аналитиком «наощупь», на основании его практического опыта.
5. Нельзя переносить старую практику работы с бумажными документами на зарождающуюся в результате автоматизации работу инженерных служб с информационными средствами. **Зачастую многие документы, использующиеся в бумажном документообороте, попросту отмирают и не используются в практике электронного документооборота. А иногда и новые появляются!** Но руководители инженерных служб по-прежнему твердят: «А как же без документа? Нужен или не нужен — не я решаю; раньше был, значит, должен быть и после автоматизации!»
6. Частота проведения совещаний по координации работ, выполняемых в ходе проекта, обратно пропорциональна результатам. С другой стороны, они необходимы, так как **никто не освободит хорошего специалиста от основной работы**, и совещания дают возможность уделять внедрению больше внимания и ответственности за выполняемую работу в составе рабочей группы.

В заключение, хочу обратиться и к заказчикам проектов автоматизации, и к внедренцам. В чем заключаются результаты выполненных проектов? Какие преимущества получили предприятия в направлении ТПП? Если очень коротко, то это:

1. Прозрачная и управляемая деятельность инженерных служб.
2. Формирование сводной информации об изделии на основе конструкторского и технологического составов (ведомости расцеховки, материалов, трудоемкости и др.).
3. Сокращение сроков расцеховки и разработки технологических процессов за счет использования корпоративных справочников (Материалы и Сортаменты, УТС, Стандартные изделия) и автоматизированных методов расчетов (расчет норм расхода материалов, режимы резания, трудовое нормирование).
4. Единый электронный архив конструкторской и технологической документации, позволяющий минимизировать затраты времени на поиск и использование этих документов.
5. Формирование составного элемента единого информационного пространства — конструкторско-технологических данных об изделии.

Почему же этот путь такой тяжелый и тернистый? Анализируя проекты автоматизации, вспоминается и неуверенность предприятий в пути собственного развития, и нехватка квалифицированных инженерно-технологов, и наследие сложившегося в 1970-е годы XX века «бумажного» документооборота. Многие еще предаются мечтаньям о всемогущей «красной кнопке», сдерживая процесс автоматизации. Иногда руководители верхнего звена относятся к автоматизации процессов ТПП как к неким играм, наигравшись в которые можно вернуться к старым методам работы или заново начать очередную «игру». Не всегда соблюдается комплексный план выполнения работ проекта, причиною чему является выполнение этих работ по остаточному принципу (будет время — будешь делать). А ведь за всем этим процессом стоят живые люди и живое производство, очень болезненно реагирующие на подобное отношение. Трудно приходит понимание необходимости комплектования квалифицированных кадров по администрированию такого корпоративного программного комплекса, как управление инженерными данными и жизненным циклом изделия. Людей, участвующих в работах по автоматизации, редко когда поощряют (а вернее — никогда, ни морально, ни материально). В итоге, неизбежно наступает момент, когда, кроме нескольких человек, никто не знает, что же сделано и выполнены ли поставленные задачи.

А иногда приходилось сталкиваться с «тихим бойкотированием» внедрения систем руководящими сотрудниками, которые боятся, что после автоматизации будет ясно, как в чистой воде, видна их работа как для высшего звена руководства, так и для подчиненных. Каким образом можно преодолеть сопротивление? Только убедив высшее руководство в том, что многое зависит и от него! Нужно проявление воли! Если руководство предприятия является сторонником автоматизации инженерных служб, то это и даст ощутимый эффект на этапе внедрения. Я верю, что в итоге победит здравый смысл. ■