

В. А. ЗАЛОГА, д-р техн. наук,

К. А. ДЯДЮРА, канд. техн. наук, Сумы, Украина

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ИЗДЕЛИЯ

Запропоновано модель формування характеристик машинобудівної продукції виробничо-технічного призначення на етапі проектування й розробки за допомогою функціональної підсистеми, що у рамках постійно вдосконалюваних інтегрованих інформаційних технологій враховує ефективність технічного й програмного забезпечення, а також зміни показників оперативного персоналу при реалізації безлічі функцій виробу.

Предложена модель формирования характеристик машиностроительной продукции производственно-технического назначения на этапе проектирования и разработки с помощью функциональной подсистемы, которая в рамках постоянно совершенствуемых интегрированных информационных технологий учитывает эффективность технического и программного обеспечения, а также изменения показателей оперативного персонала при реализации множества функции изделия.

The offered model of forming of descriptions of machine-building products setting is on the stage of planning and development by a functional subsystem, which within the framework the constantly perfected integrated information technologies takes into account efficiency of the technical and programmatic providing, and also changes of indexes of operative personnel.

Введение. Повышение конкурентоспособности современной машиностроительной продукции во многом зависит от информационного обеспечения процессов конструкторско-технологической подготовки производства [1], которые в общей модели жизненного цикла изделия (ЖЦИ) [2] занимают важное место [3]. Скорость, полнота и качество решения задач на этом этапе влияет на эффективность изготовления и удовлетворение требований заказчиков при эксплуатации изделия. Процессы подготовки производства сопровождаются разработкой больших объемов технической документации.

Прежде, чем создать машиностроительное изделие, оно разрабатывается в знаковом виде [4]. Знаковая информация содержит конкретные значения характеристик, которые определяют объективные состояния изделия на различных этапах его существования. На этапе конструкторской подготовки поступающая от заказчиков информация

сравнивается с характеристиками изделий конкурентов, результатами научно-технического прогресса, а также уже существующими на предприятии шаблонами (прототипами) - базами данных конструкционных материалов, стандартных или покупных изделий, комплектующих и т.п. Конструктор имеет доступ к информации об изделии или изделиях, уже спроектированных в рамках единого информационного пространства и может заимствовать узлы и детали, а также сравнивать варианты и исполнения изделий. Это позволяет повысить унификацию продукции предприятия, уменьшить объем выпускаемой номенклатуры комплектующих деталей и сборочных единиц и, соответственно, уменьшить сроки подготовки производства, снизить себестоимость изделия и повысить его конкурентоспособность.

Критериями выбора вариантов решений, как правило, служат экономические показатели [5, 6] (минимальная стоимость, затраты) или технические характеристики продукции [7, 8]. Параллельно с конструктором над этим же проектом изделия могут работать дизайнеры, экономисты, технологи, специалисты по инженерным расчетам и материально-техническому снабжению и т.д. Это позволяет одновременно провести оптимизацию конструкции по разным показателям, отладить программы обработки на станках с ЧПУ и собрать всю информацию в рамках единого информационного пространства.

На основе информации об изделии (состав, применяемые материалы, стандартные и покупные комплектующие), используемых технологиях и характеристиках производственного оборудования изготавливают машиностроительную продукцию и проводят контроль качества и промышленные испытания. Процессы эксплуатации связаны с реализацией, поддержанием и восстановлением качества изделия.

Таким образом, в настоящее время быстрота и экономичность вывода на рынок новой машиностроительной продукции производственно-технического назначения фактически сводится к освоению и применению наукоемких компьютерных технологий. Однако для этого необходимы соответствующие модели организации процессов проектирования и разработки изделия.

Постановка задачи. В соответствии со стандартом ДСТУ ISO 9000:2007 проектирование и разработка – это совокупность процессов, которые преобразуют требования в установленные характеристики или в технические условия на продукцию, процесс или систему.



Рисунок 1 – Совокупность процессов проектирования и разработки продукции производственно-технического назначения.

В широком смысле под проектированием и разработкой новой или модернизацией изготавливаемой продукции понимается весь комплекс, который включает научно-исследовательские (НИР), опытно-конструкторские (ОКР) и опытно-технологические работы (ОТР), экономические исследования, технологическую подготовку производства и опытное производство, в том числе нормирование, комплектование и материально-техническое снабжение (МТС) (рис. 1.).

Всю совокупность процессов проектирования и разработки изделий можно разделить на две категории [9]:

- процессы управления проектом, включающие описание и организацию деятельности по проекту;
- процессы, ориентированные на изделие, определяющие ЖЦ проекта и касающиеся непосредственно спецификации и производства нового изделия.

В результате задачи процессов проектирования и разработки рассматриваются в двух аспектах:

- выбор перспективных направлений и формирование требуемых параметров изделия;
- выбор оптимального способа развертывания во времени процессов создания перспективных объектов, т.е. управление процессами научных исследований и опытно-конструкторских разработок.

В первом случае необходимо обеспечить высокий уровень функциональных характеристик проектируемого перспективного объекта,

во втором – эффективное использование ресурсов в условиях ограничения их во времени. Только при комплексном решении проблем во времени достигается эффективное управление

В зависимости от функции проектирования управляющее воздействие на процесс выражается в виде планов, технических заданий и т.п.

Система разработки и постановки продукции на производство [10] в общем случае предусматривает проведение следующих работ [11] (рис. 2.):

- разработка технического задания (ТЗ);
- разработка технической документации;
- изготовление и проведение испытания образцов продукции;
- приемка результатов разработки;
- подготовка и освоение производства продукции.

Разработка изделия представляет собой процесс, складывающийся из ряда последовательно выполняемых операций (этапов) в ходе которых создается конечный продукт – научно-техническая документация (НТД):

техническое предложение;

эскизный проект;

технический проект;

рабочая конструкторская документация опытного образца (опытной партии).

Современные процессы проектирования и разработки продукции осуществляются функциональными подсистемами проектирования ($\Phi П С_{пр}$), которые представляют программно-методические комплексы (ПМК) систем автоматизированного проектирования (САПР). Автоматизации также подлежат задачи оперативного планирования и учета материальных ресурсов, таких как: расчет потребности в сырье, материалах, полуфабрикатах, комплектующих изделиях по соответствующим заказам; заключение договоров на поставку необходимой продукции; формирование, контроль и анализ графика снабжения.

Согласно [12] ПМК САПР - взаимосвязанная совокупность компонентов программного, информационного и методического обеспечения системы автоматизированного проектирования (включая, при необходимости, компоненты математического и лингвистического обеспечения), необходимая для получения законченного проектного решения по объекту проектирования или выполнения унифицированной процедуры.

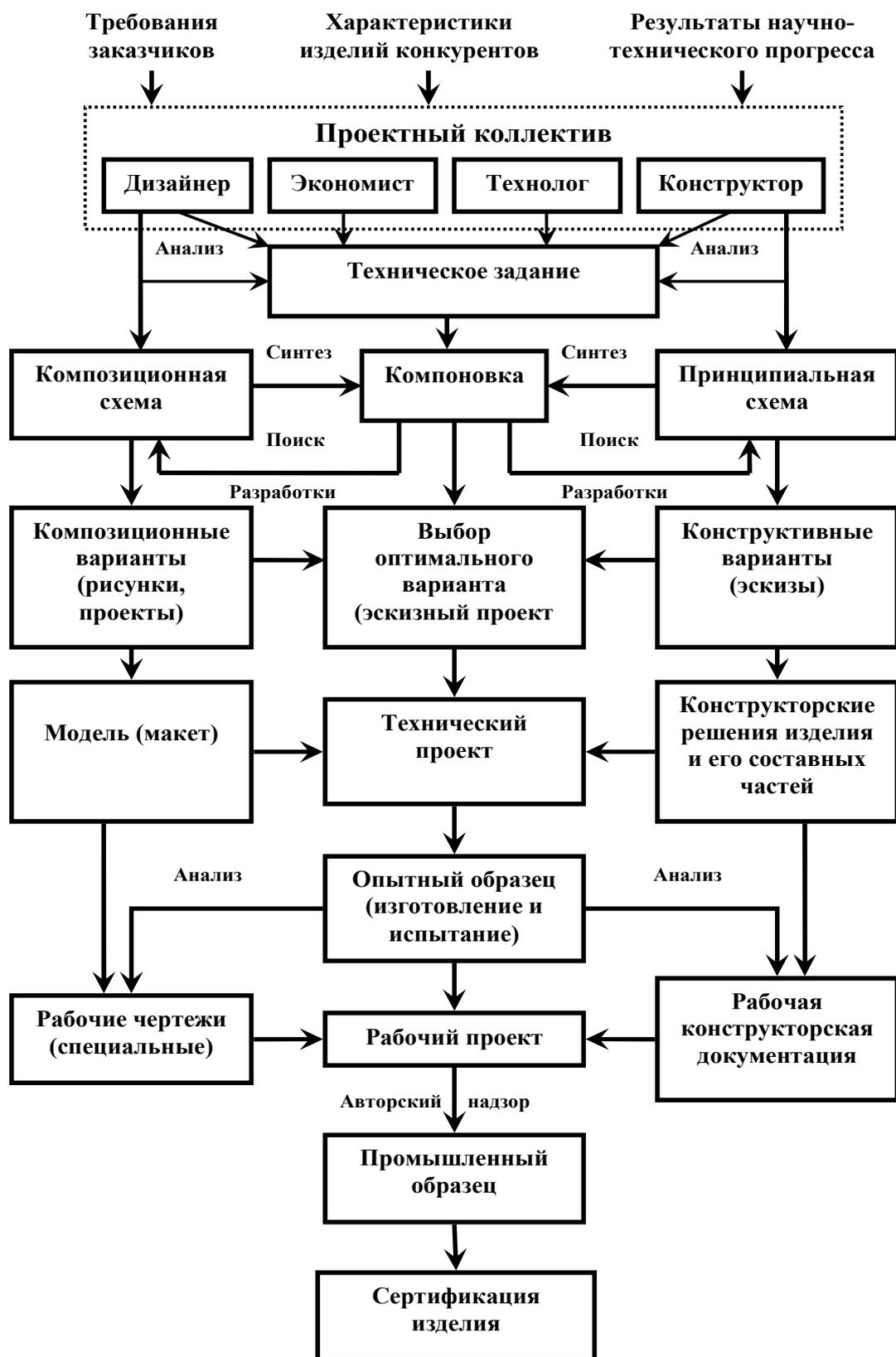


Рисунок 2 – Структурная схема работ при разработке технического проекта

Функциональная подсистема проектирования $ФПС_{пр}$ включает в себя следующие элементы:

- CAE – Computer Aided Engineering (автоматизированные расчеты и анализ);
- CAD – Computer Aided Design (автоматизированное проектирование);
- CAM – Computer Aided Manufacturing (автоматизированную технологическую подготовку);
- PDM – Product Data Management (управление проектными данными);
- SCM – Supply Chain Management (управление цепочками поставок);
- CRM – Customer Relationship Management (управление взаимоотношениями с заказчиками).

Приведенные элементы являются интегрированными автоматизированными системами, т.е. функционирование одной из них зависит от результатов функционирования другой (других) так, что эту совокупность можно рассматривать как единую $\Phi ПС_{пр}$.

Эффективность выполнения функции проектирования определяется характеристиками $X_{\Phi ПС_{пр}}$, которые, в свою очередь, во многом зависят от характеристик групп технических, программных средств и оперативного персонала, участвующих в выполнении данной функции (рис. 3.).

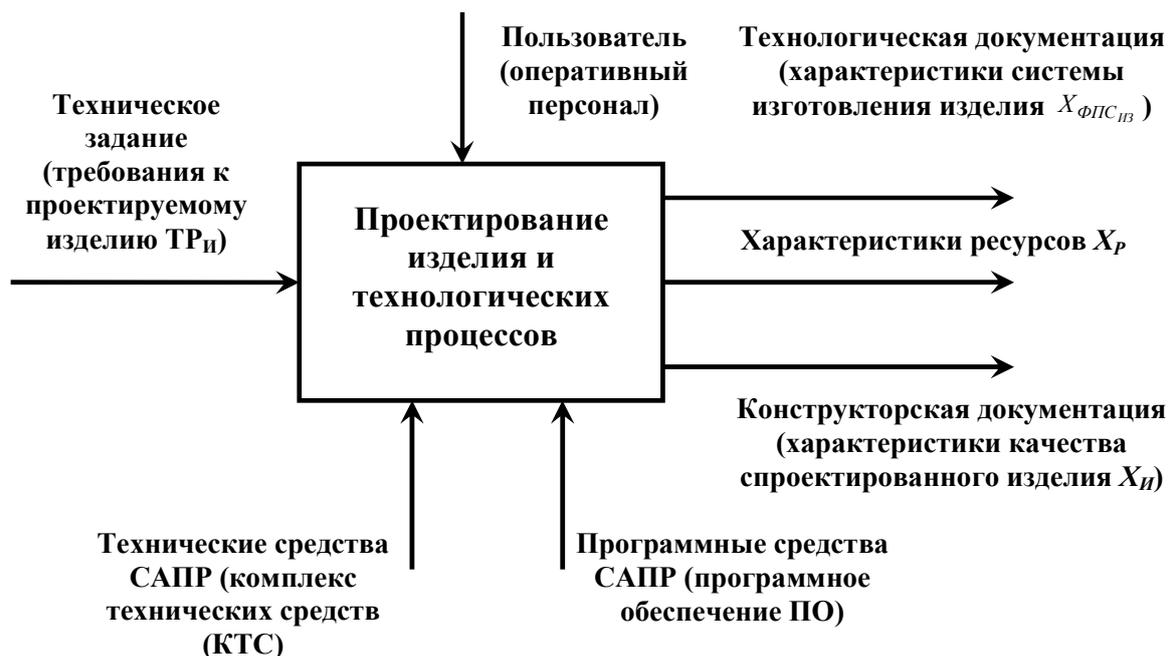


Рисунок 3 – Общая схема процесса проектирования и разработки изделия средствами САПР

Целью данной работы является разработка модели формирования характеристик машиностроительной продукции производственно-технического назначения на этапе проектирования и разработки с помощью функциональной подсистемы, которая в рамках постоянно

совершенствуемых интегрированных информационных технологий учитывает эффективность технического и программного обеспечения, а также изменения показателей оперативного персонала при реализации множества функций изделия.

Результаты исследований. Структурная декомпозиция, синтез и многокритериальный выбор альтернативных вариантов функциональной подсистемы изделия ($\Phi ПС_{И}$) (табл. 1) возможен на основе обобщенной структурной модели, которую можно представить в виде

$$\Phi ПС_{И} = \{H_{И}, \Phi_{И}, Str_{И}, X_{\Phi ПС_{И}}, I_{И}\}, \quad (1)$$

где H_0 – множество структурно-параметрических характеристик взаимодействия $\Phi ПС_{И}$ с внешней для него средой; $\Phi_{И}$ – множество функций $\Phi ПС_{И}$; $Str_{И}$ – структура $\Phi ПС_{И}$; $X_{\Phi ПС_{И}}$ – множество характеристик $\Phi ПС_{И}$; $I_{И}$ – предыстория $\Phi ПС_{И}$.

Исходной информацией для процесса проектирования и разработки изделия является техническое задание (ТЗ) – документ устанавливающий основное назначение, технико-экономические и специальные требования к изделию ($Tr_{И}$), объему и стадиям разработки и составу конструкторской документации [10]. Конкретное содержание ТЗ, порядок его разработки и утверждения определяет исполнитель с обязательным согласованием с заказчиком. Формирования требований в ТЗ осуществляют на основе результатов выполнения предыдущих исследований, в т.ч. маркетинговых, и экспериментальных работ, анализа патентной, научно-технической документации, информационных материалов о новейших достижениях отечественной и зарубежной науки и техники, научного прогнозирования и перспектив дальнейшего развития рынка, а также опыта предыдущей разработки и эксплуатации аналогичной продукции.

Конструкторская подготовка производства может включать проектирование как новой продукции, так и модернизацию ранее производившейся. Целью данного этапа является разработка модели проектируемого изделия. В процессе проектирования определяется состав $\Phi ПС_{И}$, ее конструкция, технико-экономические и другие характеристики $X_{\Phi ПС_{И}}$. Важным этапом в обеспечении качества спроектированного машиностроительного изделия является технологическая подготовка производства, которая представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих технологическую готовность предприятия к выпуску изделий заданного уровня качества при установленных сроках, объеме выпуска и затратах. Технологическая подготовка производства

является продолжением работ по проектированию $\Phi ПС_{И}$. На этой стадии устанавливается, при помощи каких функциональных подсистем изготовления ($\Phi ПС_{ИЗ}$) должны быть обеспечены характеристики качества данного изделия $X_{\Phi ПС_{И}}$.

Таблица 1 – Формирование характеристик $\Phi ПС_{И}$

№ п/п	Этапы формирования характеристик
1	Определение характеристик изделия, обуславливающих удовлетворение определенных потребностей рынка в соответствии с ее назначением. (формирование целевых функций изделия, описание структуры характеристик, систематизация, оценка и отбор решений на основе экспертизы)
2	Определение важности и ценности каждой единичной характеристики. (идентификация цели формирования $\Phi ПС_{И}$, формирование класса задач, в пределах которых будут синтезированы варианты $\Phi ПС_{И}$)
3	Сравнение показателей характеристик продукции, выпускаемой предприятием, конкурентами и востребованных потребностями рынка.
4	Определение перспективного уровня характеристик изделия. (формирование вариантов $\Phi ПС_{И}$)
5	Установление условий, факторов и причин, влияющих на соответствующие характеристики и определяющие их уровень. (оценка, и отбор и оптимизация решений на основе лабораторных и эксплуатационных испытаний)
6	Разработка стратегического плана предприятия для достижения перспективного уровня характеристик качества изделия. (разработка технологии изготовления и контроля)
7	Обеспечение перспективного уровня характеристик качества изделия с минимальными затратами. (согласование вариантов $\Phi ПС_{И}$ по критериям проектных задач и выбор наиболее рационального)

В общем случае структурная модель технологического процесса может быть записана в виде

$$X_{ТП} = F(Str_{ТП}^{\Phi П}), \quad (2)$$

где $X_{ТП}$ - множество выходных характеристик технологического процесса; $Str_{ТП}$ - структура технологического процесса.

Множество $X_{ТП}$ определяется, как

$$X_{ТП} = \{X_{Т.И.}, X_{Пр}, X_{НО}, X_{М}, X_{ЭН}, X_{С}\}, \quad (3)$$

где $X_{Т.И.}$ – трудоемкость изготовления; $X_{ПР}$ – производительность технологического процесса; $X_{НД}$ – надежность; X_M – расход материальных ресурсов; $X_{ЭН}$ – расход энергетических ресурсов; X_C – себестоимость изготовления.

Структура технологического процесса представляет собой

$$Str_{ТП}^{\Phi\Pi} = \langle \Phi\Pi, \varepsilon^{\Phi\Pi}, X_{\Phi\Pi C_{ИЗ}} \rangle, \quad (4)$$

где $\Phi\Pi = \{\Phi\Pi^0, \Phi\Pi^1, \dots, \Phi\Pi^{\mu-1}\}$ – множество элементов $\Phi\Pi C_{ИЗ}$, участвующих в технологическом процессе; $\varepsilon^{\Phi\Pi} = \{\varepsilon_1^{\Phi\Pi}, \varepsilon_2^{\Phi\Pi}, \dots, \varepsilon_j^{\Phi\Pi}, \dots, \varepsilon_\mu^{\Phi\Pi}\}$ – множество связей между элементами $\Phi\Pi$; $X_{\Phi\Pi C_{ИЗ}} = \{X_{\Phi\Pi C_{ИЗ_1}}, X_{\Phi\Pi C_{ИЗ_2}}, \dots, X_{\Phi\Pi C_{ИЗ_M}}\}$ – множество характеристик элементов $\Phi\Pi C_{ИЗ}$.

Множество выходных характеристик технологического процесса можно обозначить, соответственно, через $X_{\Phi\Pi C_{ИЗ}}$, как

$$\begin{aligned} X_{Т.И.} &= \sum_{j=1}^N X_{\Phi\Pi C_{ИЗ_j(Т.И.)}}, \quad X_{ПР} = \sum_{j=1}^N X_{\Phi\Pi C_{ИЗ_j(ПР)}}, \quad X_{НД} = \sum_{j=1}^N X_{\Phi\Pi C_{ИЗ_j(НД)}}, \\ X_M &= \sum_{j=1}^N X_{\Phi\Pi C_{ИЗ_j(M)}}, \quad X_{ЭН} = \sum_{j=1}^N X_{\Phi\Pi C_{ИЗ_j(ЭН)}}, \quad X_C = \sum_{j=1}^N X_{\Phi\Pi C_{ИЗ_j(C)}}. \end{aligned} \quad (5)$$

Таким образом, на этапе технологической подготовки возникает проблема выбора оптимальных характеристик функциональной подсистемы изготовления изделия $X_{\Phi\Pi C_{ИЗ}}$.

Как правило, в технологии машиностроения при составлении технологического процесса принято каждое изделие разбивать на исполнительные поверхности. Технологический процесс проектируют, основываясь на определенной последовательности $\Phi\Pi C_{ИЗ}$, которые обеспечивают свойства этих поверхностей. Для изготовления одного и того же изделия с одинаковыми свойствами исходного и конечного состояния могут использоваться различные $\Phi\Pi C_{ИЗ}$. В связи с этим, проектируемые технологические процессы, как правило, варианты, соответствующие каждой из рассматриваемых $\Phi\Pi C_{ИЗ}$.

На этапе МТС устанавливается при помощи каких материальных (сырье, материалы, покупные полуфабрикатах и комплектующие изделий) и энергетических (электро-, тепло-, водо– обеспечение и др.) ресурсов будут реализованы требуемые значения $X_{\Phi\Pi C_{ИЗ}}$, при соответствующих характеристиках $X_{\Phi\Pi C_{ИЗ}}$. Основной целью функциональной подсистемы

$\Phi ПС_j$, которая реализует управление МТС, является оперативное обеспечение потребностей производства в материальных ресурсах при минимальных затратах на их приобретение, транспортировку и хранение.

Сотрудничество с поставщиками и партнерами на этом этапе обеспечивает разнообразные возможности: оптимизацию их количества, мониторинг, привлечение к проектированию и разработке общей стратегии изделия и т.д.

Схематично взаимодействие процессов проектирования и разработки продукции производственно-технического назначения представлено на рис. 4. Проектирование сложной технической системы представляет собой итеративный процесс принятия решений по определению совокупности функциональных подсистем $\Phi ПС_j$, способных выполнить все требуемые функции с последующим определением совокупности средств ($\Phi П_{КТС_j}$, $\Phi П_{ПО_j}$, $\Phi П_{ОП_j}$), из которых состоят указанные подсистемы.

Функцию преобразования можно математически представить следующими тремя выражениями

$$\left. \begin{aligned} \varphi_{НИОКР} &: Tr_{И} \rightarrow P_{НИОКР} \\ \varphi_{КПП} &: P_{НИОКР} \rightarrow X_{И}; \\ \varphi_{ТПП} &: X_{И} \rightarrow X_{\Phi ПС_{ИЗ}}; \\ \varphi_{МТС} &: X_{\Phi ПС_{ИЗ}} \rightarrow X_{Р} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где $\varphi_{НИОКР}$ – отображение (преобразование) требований к изделию $Tr_{И}$ в результаты НИР и/или ОКР и ОТР $P_{НИРОКР}$; $\varphi_{КПП}$ – отображение (преобразование) на этапе КПП результатов $P_{НИРОКР}$ в характеристики изделия $X_{И}$; $\varphi_{ТПП}$ - отображение (преобразование) на этапе ТПП характеристики изделия $X_{И}$ в характеристики $X_{\Phi ПС_{ИЗ}}$; $\varphi_{МТС}$ - отображение (преобразование) на этапе МТС характеристики $X_{\Phi ПС_{ИЗ}}$ в характеристики используемых ресурсов $X_{Р}$.

Комплекс технических средств представляет собой совокупность, взаимосвязанных единым управлением технических средств сбора, накопления, обработки, передачи, вывода и представления информации при решении задач проектирования. КТС составляют: средства программной обработки данных, подготовки и ввода, отображения и документирования, архива проектных решений, передачи данных.

Средства программной обработки данных представлены процессорами и запоминающими устройствами, т.е. персональными компьютерами (ПК), в которых реализуются преобразования данных и

программное управление вычислениями. Средства подготовки, ввода, отображения и документирования данных служат для общения пользователя с ПК. Средства архива проектных решений представлены внешними запоминающими устройствами - серверами. Средства передачи данных (сеть) используются для организации связей между территориально разнесенными ПК.

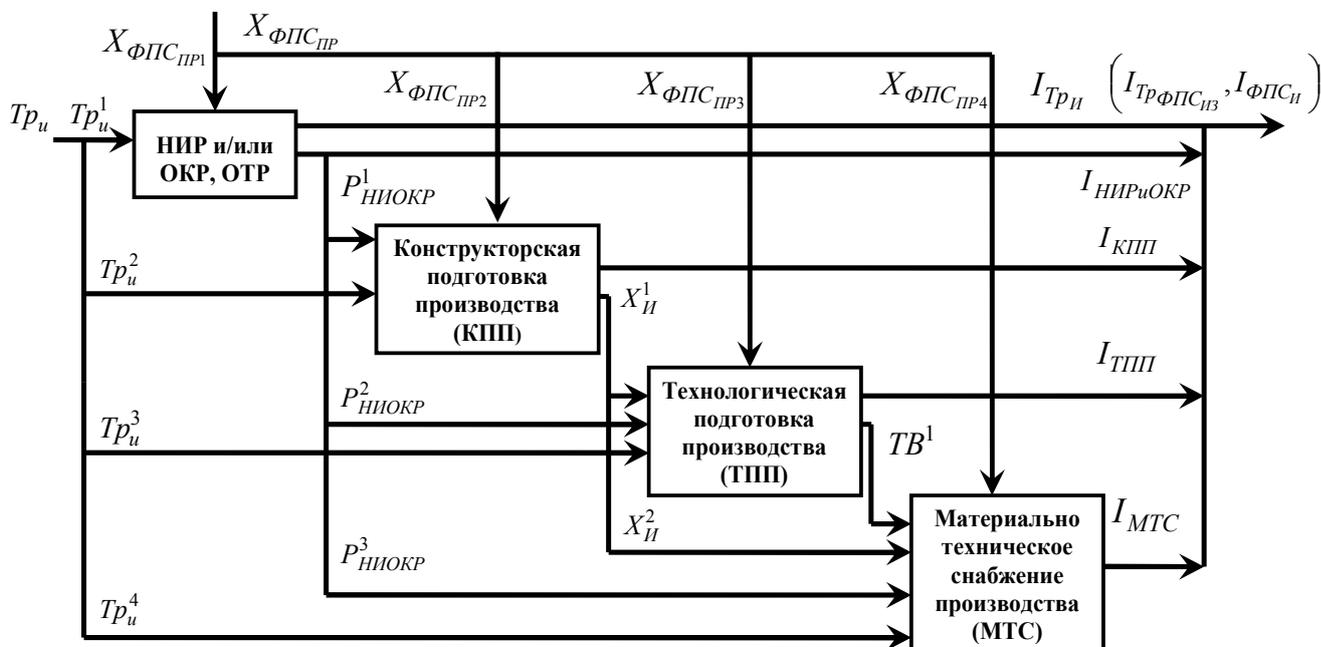


Рисунок 4 – Структурная схема взаимодействия процессов проектирования и разработки продукции производственно-технического назначения:

$X_{ФПС_{ПР}}$ - характеристики функциональной подсистемы проектирования (характеристики соответственно $\Phi П_{КТС}$, $\Phi П_{ПО}$, $\Phi П_{ОП}$); $X_{ФПС_{ИЗ}}$ - характеристики функциональной подсистемы изготовления изделия; $I_{ФПС_{И}}$ - информация, о характеристиках функциональной подсистемы изделия; $I_{Тр_П}$, $I_{НИР\ и\ ОКР}$, $I_{КПП}$, $I_{ТПП}$, $I_{МТС}$ - множество характеристик $X_{ФПС_{ИЗ}}$, $X_{ФПС_{И}}$, сформулированных в ТЗ и реализованных на этапах НИОКР, КПП, ТПП, МТС; Tr_u^1 , Tr_u^2 , Tr_u^3 , Tr_u^4 – множество требований к изделию, которые должны быть реализованы соответственно на этапах НИР и/или ОКР, КПП, ТПП, МТС; $P^1_{НИОКР}$, $P^2_{НИОКР}$, $P^3_{НИОКР}$ - результаты НИР и/или ОКР используемые соответственно на этапах КПП, ТПП, МТС; $X^1_{И}$, $X^2_{И}$ – множество данных КПП необходимых для ТПП, изготовления, контроля, приемки, поставки, эксплуатации изделия, включая ремонт; TB^1 - множество данных, которые определяют технологические воздействия при изготовлении изделия.

К настоящему времени сложились две основные формы организации технического обеспечения (формы использования технических средств): централизованная и частично или полностью децентрализованная. Централизованное техническое обеспечение базируется на использовании в информационной системе серверов баз данных и приложений. Децентрализация технических средств предполагает реализацию функциональных подсистем на ПК непосредственно на автоматизированных рабочих местах (АРМ). Перспективным принято считать частично децентрализованный подход - организацию технического обеспечения на базе распределенных сетей, состоящих из ПК и серверов для хранения баз данных, общих для любых функциональных подсистем (рис. 5.)

Согласно [13] программное обеспечение - совокупность программ системы обработки информации и программных документов, необходимых для их эксплуатации. Комплекс программ обеспечивает обработку или передачу данных и предназначен для многократного использования и применения разными пользователями. По видам выполняемых функций программное обеспечение подразделяется на общее и специальное.

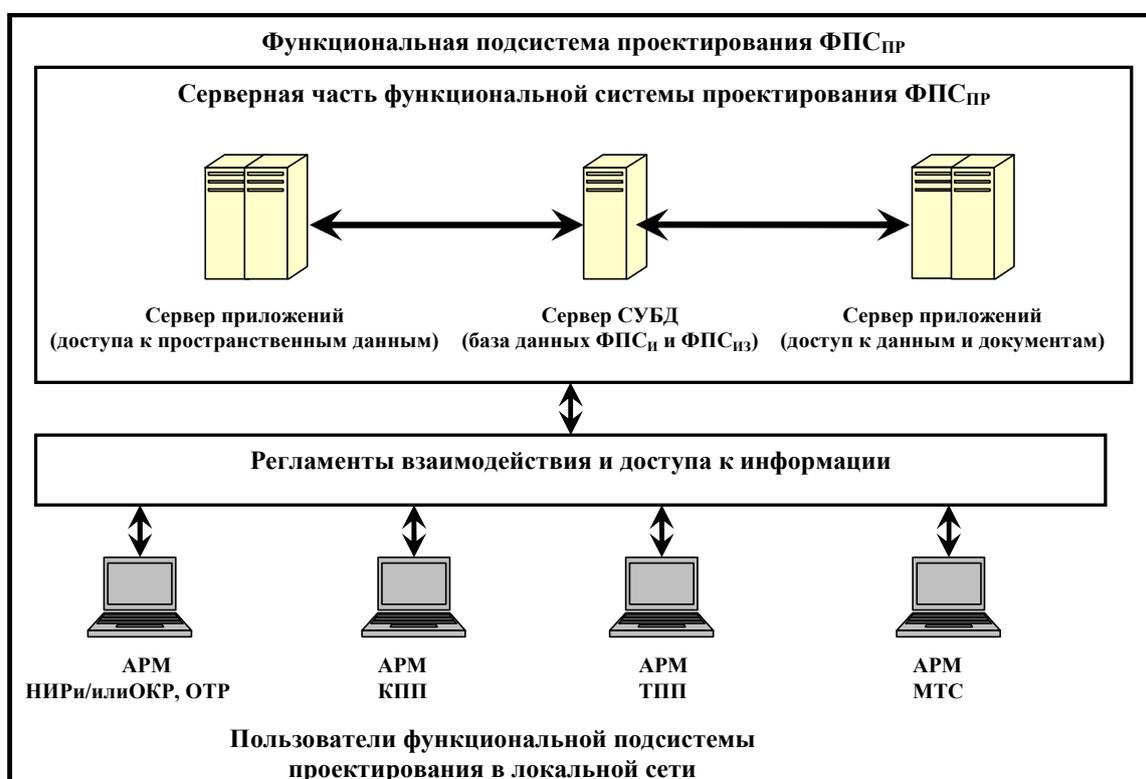


Рисунок 5 – Организационная схема функциональной подсистемы проектирования ФПС_{пр} изделия

Организационная схема функциональной подсистемы проектирования ФПС_{пр} содержит (рис.5): серверную часть (сервер СУБД с необходимыми серверами приложений), регламенты взаимодействия и доступа к информации и пользователей ФПС_{пр} в локальной сети с автоматизированными необходимыми АРМ для получения результатов по НИР и/или ОКР, ОТР, КПП, ТПП, МТС и др.

Общее ПО представляет собой совокупность программных средств, предназначенных для организации вычислительного процесса и решения, часто встречающихся задач обработки информации, которые разработаны вне связи с данной автоматизированной системой. Оно служит для расширения функциональных возможностей ПК, контроля и управления процессом обработки данных.

Специальное программное обеспечение представляет собой совокупность программ, разработанных при создании данной САПР.

Оперативный персонал САПР включает пользователей технических средств и программного обеспечения: конструкторов, технологов и эксплуатационный персонал, которые реализуют обслуживание КТС и ПО.

При этом формируется единое информационное пространство, в котором может создаваться и поддерживаться электронная модель изделия на протяжении всего его ЖЦ, причем процесс создания изделия охватывает параллельное проектирование и конструкции, и технологии, что позволяет совместить все работы на этапах КПП, ТПП и МТС. При автоматизированном проектировании обязательно используется все программно-алгоритмическое обеспечение. Базы данных ФПС_и и ФПС_{из} используются как разработчиками основного изделия, так и разработчиками поставщиков компонентов.

Базы данных разработок существуют в форме компонентов у поставщиков и/или в форме концепций уже реализованных ранее на самом предприятии.

На этапе изготовления информация (интегрированный результат процессов КПП, ТПП и МТС), содержащаяся в конструкторской и технологической документации, посредством технологических воздействий преобразуется в характеристики изделия.

Выводы. Предложена модель формирования характеристик машиностроительной продукции производственно-технического

назначения, работающая в автоматизированном режиме на этапе проектирования и разработки, которая с помощью функциональной подсистемы учитывает влияние уровня технического и программного обеспечения, а также изменения показателей оперативного персонала при реализации множества функций изделия на всех этапах его жизненного цикла. Рассмотрена взаимосвязанная цепочка процессов конструкторской, технологической подготовки производства и материально-технического снабжения в рамках постоянно совершенствуемых интегрированных информационных технологий.

Список литературы: 1. Левин А.И., Судов Е.В. Управление конкурентоспособностью наукоемкой продукции на основе современных информационных технологий // Технологические системы, №2, 2005. – С. 28-41. 2. Залого В.А., Нагорный В.М., Дядюра К.А., Нагорный В.В. Математическая модель системы жизненного цикла машиностроительного изделия// Сучасні технології в машинобудуванні: зб. наук. праць. – Вип. 3 – Харків: НТУ „ХПР”, 2009. – С. 251 – 260. 3. Верезуб Н.В., Козакова Н.В., Крыжний Г.К., Федорович В.А. Пути обеспечения качества на этапе разработки продукта // Сучасні технології в машинобудуванні: зб. наук. праць. – Вип. 3 – Харків: НТУ „ХПР”, 2009. – С. 225 – 230. 4. Луцкий С.В. Теоретико-информационный подход к развитию технических систем // Вестник двигателестроения. Научно-технический журнал. – Запорожье, ОАО «Мотор Сич», 2007. - №2. С. 28-33. 5. Вилисова И.В. Управление конкурентоспособностью продукции машиностроительных предприятий (на примере энергетического машиностроения) // 08.00.05 диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. М.: 2005г. 6. Олейник А.В. Повышение срока службы изделий машиностроения на основе ситуационного управления процессами сопровождения их жизненного цикла: дис... доктора техн. наук: 05.13.06 / Олейник Андрей Владимирович. – Москва., 2006. – 362 с. 7. Туркин В.Г., Герасимов Б.И., Жариков В.Д. Качество машиностроительной продукции / Под науч. ред. Б.И. Герасимова. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 104с. 8. Трифонов О.Н. Обеспечение качества машин на стадии проектирования// Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2004. №1, С. 3-8. 9. Васильев В.А., Кирилянчик Л.А. Управление качеством процессов проектирования конкурентоспособных изделий / Технология машиностроения. 2006. №8, С.81-83. 10. ДСТУ 3278-95 Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Основні терміни та визначення. 11. ГОСТ 15.001-88 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. 12. ДСТУ 2226-93 Автоматизовані системи. Терміни та визначення. 13. ГОСТ 19781-90 Обеспечение систем обработки информации программное. Термины и определения.