

# СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ CAD-SYSTEMS

УДК 004.91, 004.92

DOI: 10.17587/it.24.256-265

**В. В. Хабаров**, канд. техн. наук, директор,

Специальное конструкторское бюро автоматизированного проектирования, г. Новосибирск,

**Н. С. Шуталева**, инженер, e-mail: nina.shutaleva@yandex.ru,

**В. И. Костин**, д-р техн. наук, проф., e-mail: izvuz\_str@sibstrin.ru,

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет

## Информационная система проектирования предприятий

*Предложен подход к созданию ИТ-системы, способной комплексно автоматизировать подготовку поливариантных технико-экономических обоснований модернизации/строительства промышленных предприятий и обеспечить максимально возможную эффективность инвестиций в производство заданной программы изделий с учетом внешних и внутренних условий (ограничений) объектов проектирования.*

**Ключевые слова:** производственное предприятие, информационные технологии проектирования, объектно-ориентированные системы автоматизированного проектирования предприятий, САПР

### Введение

В настоящее время формирование высокотехнологичной, конкурентно способной промышленности, обеспечивающей переход экономики от экспортно-сырьевого типа развития к инновационному типу развития и выходу страны на лидирующие позиции в мире, определяется государством как одна из главных целей промышленной политики. Для достижения цели требуется решение множества задач, в том числе создание новых и модернизация существующих промышленных предприятий.

В масштабах страны и отдельных корпораций решение задачи требует огромных материальных и финансовых ресурсов. Только в оборонно-промышленном комплексе (ОПК) 1700 предприятий нуждаются в модернизации имущественного комплекса, и государство выделяет 3 трлн руб. на замену оборудования. В станкостроении потребность в обновлении оборудования составляет \$1,5...1,8 млрд в год, если ежегодно обновлять 10 % станочного парка. Однако каждое предприятие характеризуется множеством разносторонних конкретных факторов, и проблемы его конкурентоспособности только заменой оборудования НЕ РЕШАЮТСЯ!

При решении указанных задач необходимо рассматривать множество взаимосвязанных параметров, таких как:

- оптимизированная программа выпуска продукции, степень загрузки оборудования, объемы кооперации, себестоимость изделий;
- структура и состав имущественного комплекса;
- рыночные цены на ресурсы производства;
- состав работников, производительность и безопасность труда;
- вредные воздействия на окружающую природную среду и т.д.

Указанные и другие параметры предприятий в их взаимосвязи определяются в процессе подготовки проектов (технико-экономических обоснований — ТЭО) строительства, реконструкции/модернизации. ТЭО (проект) — документ, создание которого предусмотрено Градостроительным кодексом РФ. Состав разделов проекта и требования к их содержанию определены Постановлением Правительства РФ. В ТЭО представляется модель будущего предприятия, и на ее основе принимаются решения об инвестициях в производство новой техники.

Роль подготовки ТЭО в модернизации экономики трудно переоценить. Именно здесь выбираются технологии производства, закладываются материально-технические базы будущих предприятий, определяются объемы капитальных вложений, эксплуатационные расходы и ожидаемая прибыль от инвестиций. Также проектами определяются сроки и методы строительства, кадровый состав объектов проектирования, продолжительности

периодов освоения мощностей, рентабельность и безопасность производства, в конечном итоге — эффективность инвестиций.

Состояние процесса проектирования предприятий в настоящее время характеризуется наличием проблем [1], в совокупности приводящих к созданию **новых** (модернизируемых) предприятий с устаревшими технико-экономическими показателями (ТЭП) и уступающими в конкурентной борьбе зарубежным аналогам.

Создать конкурентоспособное предприятие можно только проектной проработкой нескольких вариантов его устройства. В качестве инструмента для поливариантной подготовки ТЭО и решения основных проблем проектирования предлагается создать информационную систему (технологии) проектирования предприятий (ИСПП).

*Актуальность и востребованность системы* просматривается в нескольких аспектах. ИСПП без увеличения сроков проектирования и численности проектировщиков позволит:

- решать практические задачи вариантного проектирования предприятий на основе их конкретных внешних и внутренних условий, выбирать лучший вариант по технико-экономическим показателям объекта, что обеспечит достижение максимально возможной эффективности инвестиций в строительство (модернизацию) предприятий;
- точно рассчитывать ожидаемую себестоимость продукции;
- обеспечивать снижение материалоемкости, расходов энергии на объектах проектирования и на заводах-изготовителях предметов для оснащения производств;
- сделать существенный шаг в направлении информационного обеспечения жизненного цикла изделий и средств их производства от проекта до сноса предприятия, достигнуть мирового уровня отечественной информационно-технологической продукции в данной области.

В статье представлены основные результаты разработки стадий ИСПП: формирование требований пользователя к системе и концепция создания системы.

## 1. Формирование требований пользователя к ИСПП

Требования разработаны с учетом современных стандартов и анализа опыта, включающего исследование принципов построения автоматизированной системы проектирования предприятий, разработку и многолетнюю эксплуатацию интегрированных САПР "Предприятие" и "ТОПАЗ" [2—5].



Рис. 1. Макроуровневая структура объекта проектирования

### 1.1. Основные положения предметной области.

*Промышленное предприятие* "в наиболее известных альтернативных концепциях рассматривается как: ресурсный процессор; финансовый процессор; ... процессор стратегий" [6], т.е. как экономическая система — объект управления. В качестве объекта проектирования строительства или модернизации предприятие рассматривается как действующий целостный замкнутый физический объект, расположенный на земле и под землей на определенной территории государства, создаваемый для производства продукции, удовлетворяющей потребности других объектов (заказчиков, потребителей) своими функциями, качеством и ценой.

Предприятия в процессе проектирования рассматриваются как элементы структуры, приведенной на рис. 1.

*Внешняя природная среда предприятия* как сущность в проектах описывается данными о состоянии элементов (земля, воздух, водные объекты и население). *Среда, созданная людьми*, является источником многофакторной информации, определяющей цель и ограничения объекта проектирования.

*Продукция предприятия* представляется программой выпуска и конструкторской документацией на изделия.

*Предприятие* рассматривается как детерминированный комплекс производственной и обеспечивающих систем, где доминирующее положение занимает производство. Системы взаимосвязаны логически и физически. Внутренние связи определяются свойствами элементов, обеспечивают целостность и непротиворечивость объекта в целом. Внешние связи предприятия, учитываемые в процессе подготовки ТЭО, осуществляются взаимодействием объектов.

Системный подход к проектированию (построению моделей) предприятий позволяет [7]:

- функционально организовать общий процесс решения проблемы;
- обуславливать параметры системы, которые дают структуру, необходимую для решения проблемы;
- описывать модель системы и ее возможности, что позволяет осуществлять итерацию альтернатив выходов из процесса решения проблемы.



Рис. 2. Схема структуры данных информационной модели объекта проектирования (\* — устроены как сети внутрикорпусные)

Структуру модели предприятия как объекта проектирования можно представить схемой, приведенной на рис. 2.

Процесс проектирования предприятий как объект автоматизации также представляет собой специфичную детерминированную централизованную иерархическую СИСТЕМУ, адекватную объектам проектирования, состоящую из субъектов (персонала), "набора объектов с определенными свойствами и наборов связей" [8].

Цель процесса — создание комплекта документов ПРОЕКТА (ТЭО), предназначенного главным образом для оказания поддержки инвесторам и государственным органам в принятии окончательного решения о целесообразности вложений в производство новой техники. Персонал процесса представляет собой коллективы специалистов с компетенциями по устройству и функционированию частей объекта проектирования.

Объекты процесса включают:

- управление процессом;
- вход процесса — является выходом внешних систем и представляет собой документы (данные), используемые как ограничения, принуждающие к выбору определенных проектных решений. Документы разделяются на условно-постоянные и оперативные. К условно-постоянным документам относятся правила проектирования и каталоги заводов-изготовителей предметов для оснащения предприятий. Оперативные документы по каждому объекту включают: контракт (содержит основные ограничения по срокам проектирования и объему финансирования); задание на проектирование

и установленный набор документов, содержащих исходные данные;

- выход процесса — представляет собой модель будущего предприятия в форме расчетов, текстов, чертежей (карт) и смет. Выход становится входом для "родной" системы при проектировании реконструкции (модернизации) объекта и входом для внешних систем (процессов экспертизы проекта, строительства и эксплуатации объекта);
- методы процесса подготовки ТЭО — представляют собой процедуры преобразования информации входа в выход, включают анализ входной информации, ее преобразование, накопление и перемещение внутри разделов и между разделами проекта. Процедуры выполняются в определенной последовательности и закономерно циклично повторяются в процессе подготовки ТЭО каждого объекта проектирования;
- время процесса проектирования одного объекта (обычно от 3 месяцев до 1 года);
- бюджет процесса, определяемый расчетом и согласовываемый с Заказчиком;
- среду, в которой осуществляется процесс — проектная организация. Подразделения организации (отделы) выполняют специализированные проектные операции по формированию частей модели объекта проектирования. Взаимодействие между персоналом внутри каждого подразделения и между смежными подразделениями осуществляется через внутренние связи проектной организации. Виды связи включают устное общение и внутрен-



Рис. 3. Схема организационной структуры типичной проектной организации

ний документооборот (обмен заданиями и взаимные согласования).

Схема организационной структуры типичной проектной организации представлена на рис. 3.

Внешние связи проектной организации устанавливаются со следующими объектами внешней среды, созданной людьми:

- органы государственной федеральной власти и субъектов РФ, определяющие нормы и правила проектирования и эксплуатации объектов;
- саморегулируемые организации (СРО), выдающие свидетельства о допуске к выполнению проектных работ;
- заказчики проектной документации (инвесторы) — предприятия различных форм собственности;
- территориальные органы управления поставщиков услуг и энергоресурсов для объектов проектирования (топлива, тепловой и электрической энергии, средств связи, воды и канализации);
- поставщики научно-технической информации: издательства технической литературы и номенклатурных каталогов, включающих характеристики оборудования, приборов, аксессуаров, труб, кабельной продукции и строительных материалов;
- НИИ и КБ — разработчики новых изделий и технологий, предлагаемых к использованию на объектах проектирования;
- заводы-изготовители средств производства, строительных изделий и материалов.

**1.2. Потенциальные пользователи ИСПП.** Это специалисты проектных организаций. В каче-

стве причастных к ИСПП организаций должны рассматриваться поставщики исходной и потребители результирующей информации.

**1.3. Требования пользователей к системе.** Требования к системе в целом:

- ИСПП должна создаваться как сложная детерминированная многоуровневая, многофункциональная и многопользовательская (до ~ 100 одновременных пользователей) динамическая автоматизированная система;
- система должна быть ограничена функциями процесса разработки проекта (ТЭО) строительства (модернизации) объекта проектирования, но иметь возможности для дальнейшего развития в направлениях решения задач причастных организаций;
- система должна позволять пользователям создавать разнообразные варианты проектных решений и оказывать поддержку при выборе лучшего варианта;
- система должна функционировать в проектных организациях в режиме реального времени, использовать технические средства серийного производства, объединенные в корпоративные вычислительные сети, связанные с внешними объектами через сеть Интернет.

**Требования к функциям системы.** ИСПП должна решить основные проблемы традиционного проектирования.

Первая проблема — разработка интерфейса передачи первичной исходной информации об изделиях от НИИ и КБ проектным институтам в электронном структурированном виде. Такой интерфейс позволит автоматизировать обработ-

ку исходных данных об изделиях и, главное, исключить излишние коэффициенты запаса при определении требуемой производительности оборудования, снизить пиковые нагрузки на обеспечивающие инженерные подсистемы. Это означает снижение материало- и энергоемкости производства, снижение капитальных и эксплуатационных расходов. Исключение из проектов предприятий излишних мощностей, кадров, площадей позволит снизить себестоимость продукции и повысить эффективность эксплуатации построенного объекта.

Вторая проблема состоит в создании базы данных нормативно-справочной информации в объектно-ориентированном виде и базы данных информации о предметах, доступных для оснащения имущественного комплекса объекта проектирования. Это обеспечит автоматический поиск, копирование данных из нормативно-справочных баз в базу данных объекта проектирования, следовательно, приведет к исключению проектных ошибок и сокращению сроков выполнения проектных процедур. Автоматизация поиска и выбор по точно рассчитанным критериям из базы данных нескольких *вариантов подходящих моделей* оборудования обеспечит уверенность проектировщиков и заказчиков проекта в том, что рассмотрены все или большинство возможных разумных вариантов комплектации объекта и выбраны лучшие.

Третья проблема — переход к вариантному проектированию на основе создания базы данных объекта проектирования (БД ОП), где по мере выполнения проектных процедур будет постепенно накапливаться информация, отобража-

ющая состояние модели объекта проектирования на конкретный момент времени. "Модели — это больше чем аналоги: они предназначены для того, чтобы вскрыть основные элементы структуры изучаемой системы" [8].

Универсальная структура объекта проектирования должна формироваться автоматически. Уникальность (разнообразие) каждого из проектируемых объектов будет определяться номенклатурой выпускаемой продукции, составом материалов, принятыми технологиями и выбранным оборудованием рабочих мест, потребностями производства в ресурсах, климатическими характеристиками места расположения предприятия на территории РФ и т.д. Причем каждый из параметров может быть представлен несколькими вариантами.

**Требования к структуре.** ИСПП на содержательном уровне представляется структурой из трех основных систем:

- 1) Центр управления проектированием (ЦУП);
- 2) База данных "Объекты проектирования" (БД ОП);
- 3) Процесс проектирования в следующем составе:

- база данных о материальных предметах, имеющих на рынке, доступных для оснащения ОП (БД ПРЕДМЕТЫ);
- база данных "Нормы и правила" проектирования (БД НОРМЫ);
- база данных о персонале проектной организации (БД КАДРЫ);
- база данных ОП, завершающихся проектированием (БД АРХИВ);
- методы автоматизированного проектирования (Библиотека программных приложений для решения проектных задач и документации на систему).

**Требования к видам обеспечения.**

**Методическое обеспечение** должно создаваться на стадии технического проекта по каждой функциональной подсистеме в форме документов, содержащих перечень проектных процедур, их последовательность и "описание *i*-й процедуры". Каждое "описание" должно состоять из аннотации, постановки задачи (цель, формы входных и выходных данных, метод выполнения и схема алгоритма). Также должны быть приведены: термины, нормативные и справочные данные в табличных формах с указанием форматов данных.

**Информационное обеспечение** также должно входить в состав технического проекта, разрабатываться на основе методического и включать

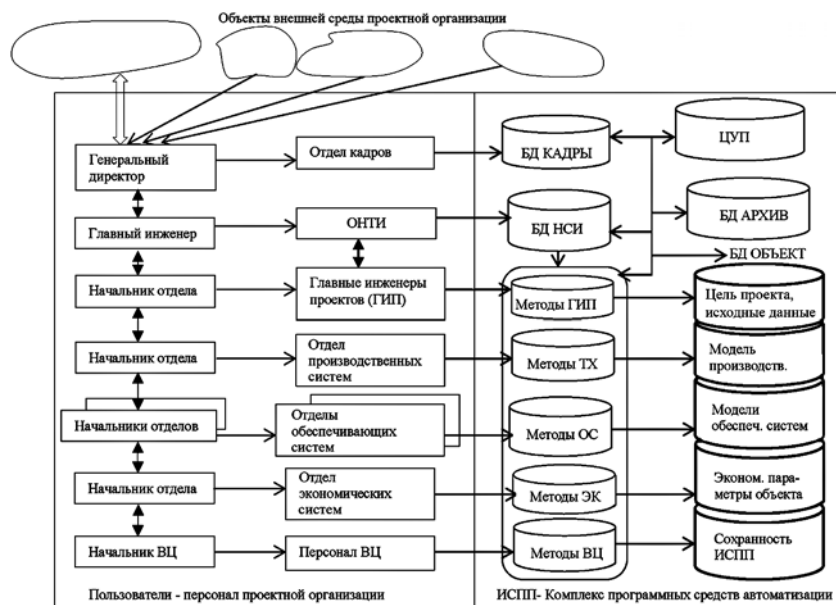


Рис. 4. Структурно-функциональная схема ИСПП

описания схем данных, исходные массивы данных в табличном виде и в виде банков данных.

*Программное обеспечение ИСПП* должно состоять из общесистемного и прикладного. Требования к общесистемному обеспечению (операционная система, языки программирования, СУБД) должны быть сформулированы на стадии разработки технического задания. Прикладное программное обеспечение должно состоять из адаптированных внешних программных комплексов и собственных, разработанных на основе операционных описаний.

**Требование к функционированию системы.** ИСПП должна представлять собой "человеко-машинную" систему, выполняющую определенные функции процесса формирования электронной базы данных модели предприятия и процесса визуализации модели в форме установленных документов ПРОЕКТА (ТЭО) *при минимально возможном числе диалоговых процедур.* Схема функционирования ИСПП в составе организации-пользователя как взаимодействие основных частей показана на рис. 4.

## 2. Основные положения концепции системы

При создании ИСПП, в математическом смысле, предстоит иметь дело с решением обратной задачи, которая формулируется следующим образом. Известно, какой должна быть Система в будущем, необходимо определить совокупность причин, которые приведут к требуемому следствию, т. е. определить задачи и последовательность их решения.

Иными словами можно сказать: с учетом требований в общих чертах понятно, ЧТО предстоит создать, необходимо определить — КАК и КАКИЕ РЕСУРСЫ для этого потребуются.

Рассмотрим основные функциональные системы: *базу данных модели объекта проектирования (БД ОП) и процесс ее формирования.*

**2.1. Теоретическая основа разработки БД ОП.** Она состоит в следующем. Предприятие создается, прежде всего, как производственно-технологическая система и характеризуется множеством элементов с присущими им свойствами, которые можно объединить в конечное число параметров:

$$П = (N, T, R, O, M, S, F, E, D, \tau),$$

где  $N$  — параметр, определяемый внешней системой и задающий цель объекта проектирования в виде номенклатуры и числа планируемых к выпуску изделий;

$T$  — параметр, характеризующий технологии (виды работ) и трудоемкость изготовления изделий;

$R$  — параметр, характеризующий число и кадровый состав персонала;

$O$  — оборудование. Параметр характеризует групповой состав и количество оборудования, необходимого для осуществления технологии производства;

$M$  — материалы (основные и вспомогательные) — предметы труда на разных стадиях преобразования в изделия (сырье, полуфабрикаты, узлы, блоки, изделия);

$S$  — параметр геометрический, характеризующий положение в пространстве материальных элементов системы (координаты и площади (объемы) территории предприятия, корпусов, цехов, участков и т.д.);

$F$  — параметр, характеризующий подсистемы, обеспечивающие потребности производственной системы в специальной организации пространства (генеральный план предприятия, строительная система), в системах инженерного оборудования корпусов и наружных сетях, в мероприятиях предотвращения чрезвычайных ситуаций;

$E$  — параметр характеризующий производственную систему с точки зрения ее влияния на изменения состояния — загрязнения компонентов окружающей среды (атмосферного воздуха, водных объектов, земли);

$D$  — деньги, параметр, характеризующий потребности систем объекта проектирования в капитальных вложениях (сметы) и эксплуатационных расходах;

$\tau$  — время. Параметр, определяющий сроки службы материальных элементов систем, сроки строительства и освоения мощностей, срок окупаемости инвестиций и т.д.

Опыт показал, что для организации параметров может успешно использоваться традиционная структура производственной системы, приведенная на рис. 5.

Каждый цех определяется совокупностью параметров  $n$ -го цеха (аналогично уровню предприятия):

$$П_{ц} = \{N_{ц}, M_{ц}, T_{ц}, O_{ц}, R_{ц}, S_{ц}, F_{ц}, E_{ц}, D_{ц}, \tau_{ц}\}.$$

Следующий уровень системы — "участок" — характеризуется параметрами:

$$П_{у} = \{N_{у}, M_{у}, T_{у}, O_{у}, R_{у}, S_{у}, F_{у}, E_{у}, D_{у}, \tau_{у}\}.$$

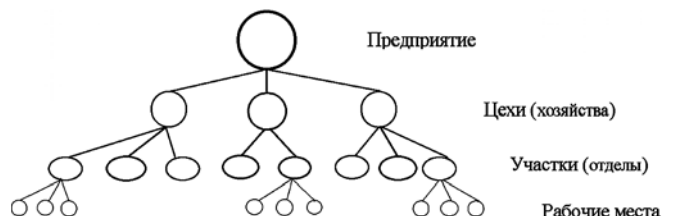


Рис. 5. Структура производственной системы предприятия

Уровень "рабочих мест" характеризуется параметрами:

$$= \{N_{\text{рм}}, M_{\text{рм}}, T_{\text{рм}}, O_{\text{рм}}, R_{\text{рм}}, S_{\text{рм}}, F_{\text{рм}}, E_{\text{рм}}, D_{\text{рм}}, \tau_{\text{рм}}\}.$$

Таким образом, многоуровневая иерархическая структура производственной системы, где переменные всех уровней имеют однородный характер, в совокупности отображает модель объекта.

Инженерные системы, обеспечивающие рабочие места подводом и отводом различных сред, характеризуются собственными универсальными структурами и аналогичными переменными параметрами: производительностью, пропускной способностью (V), оборудованием (O), материалами (M), обслуживающим персоналом (R), занимаемым пространством (S), потребностью в ресурсах (T), капитальными и эксплуатационными расходами (D), сроком службы и временем на строительные-монтажные работы ( $\tau$ ).

Обеспечение помещениями производственной и подчиненных ей инженерных систем осуществляется строительной системой. Каждый корпус/сооружение также характеризуется универсальной иерархической строительной структурой, элементы которой определяются в условиях множества ограничений со стороны внутренних и внешних систем (инженерно-геологических и геофизических условий земельного участка предприятия, климатических условий, норм и правил).

В структуре модели объекта между элементами производственной системы и элементами обеспечивающих систем должны быть установлены логические и физические, прямые (возбуждение) и обратные (реакции) связи. Связи реализуются через свойства элементов на всех уровнях структур и обеспечивают единство, целостность и непротиворечивость частей объекта проектирования.

Свойства элементов должны определяться программными приложениями, подсистемой *Методы* автоматизированного проектирования.

Подсистема *Методы* (библиотека программных приложений процесса) должна обеспечить одновременное последовательно-параллельное формирование и визуализацию частей структуры базы данных модели объекта. При разработке методов следует иметь в виду, что в каждой части проекта решаются схожие по смыслу задачи:

- получение и контроль внешних и внутренних исходных данных;
- первичная обработка исходных данных (расчеты с использованием БД НОРМЫ) в целях определения критериев для выбора структурных элементов  $i$ -й части объекта;
- формирование вариантов принципиальных схем устройства  $i$ -й части объекта на основании исходных и расчетных данных;

- выбор по рассчитанным критериям из БД ПРЕДМЕТЫ подходящих вариантов оборудования и запись результатов выбора в БД ОП;
- определение параметров требуемых помещений и ресурсов обеспечивающих смежных систем (подготовка и выдача заданий);
- выбор мест расположения оборудования, трасс сетей для перемещения предметов труда и различных сред (энергии, жидкостей, газов);
- формирование расчетных схем сетей и автоматическое выполнение соответствующих расчетов с одновременным выбором средств перемещения и устройств — преобразователей транспортируемых сред;
- графические работы (изготовление чертежей);
- согласование частей объекта по принципу "каждый с каждым";
- оценка вариантов модели будущего предприятия с точки зрения его воздействия на объекты окружающей среды;
- расчет сметной стоимости и технико-экономических показателей объекта проектирования;
- документирование;
- сдача в БД АРХИВ электронной модели объекта и документов.

## 2.2. Задачи процесса разработки ИСПП и последовательность их решения.

Первая задача (организационная) — создание среды. Под средой понимается специальная организация или подразделение, нацеленное на разработку и длительный (десятилетия) жизненный цикл эксплуатации и сопровождения системы. Организация должна иметь основной персонал высокой квалификации, специальную технологию и новейшие средства производства ИТ-продукции.

*Основной персонал* — управленцы; инженеры-проектировщики с компетенциями в предметных областях объекта проектирования; программисты с компетенциями в областях создания банков данных и разработки объектно-ориентированных программных приложений; персонал для обеспечения надежной работы вычислительной техники.

*Технология производства ИТ-систем*, применяемая в настоящее время, подробно описана в литературе, например в [9], где авторы признают, что первая версия программного продукта, созданная по распространенной и описанной в их книге технологии, "никогда не является полностью приемлемой для использования Заказчиком". ИСПП предлагается создавать по иной технологии, ранее использованной при разработке больших САПР "Предприятие" и "ТОПАЗ".

Суть в том, что в составе организации-разработчика создаются две команды: из программистов и опытных инженеров предметной области, обязательно прошедших подготовку на курсах программистов. Такие команды объединяются



Рис. 6. Схема ориентировочной структуры организации-разработчика ИСПП

общей целью, финансированием, единым руководством, хорошим взаимопониманием и строгой дисциплиной. Они на основе понимания идеи, собственных компетенций и быстрого обследования объектов и процесса проектирования предприятий *i*-й отрасли способны доработать требования к планируемому программному продукту, подготовить техническое задание, операционные описания и алгоритмы автоматизируемых процессов, создать банки данных, написать и отладить программные приложения. Наличие проектировщиков в команде разработчиков позволяет тестировать программные модули (по мере готовности), проводить опытную эксплуатацию частей и системы в целом на реальных объектах заказчика, не привлекая его специалистов. В результате на выходе получается продукт, готовый к использованию. Далее происходит реорганизация персонала разработчика, формируются новые команды, нацеленные:

- на *проектирование* предприятий с использованием ИСПП и поддержание баз данных НОРМЫ и ПРЕДМЕТЫ в актуальном состоянии;
- на *сбыт*, обучение пользователей и сервисное сопровождение программной системы у покупателей;
- на *разработку новых версий СИСТЕМЫ*.

Специалисты вновь созданных команд в процессе практической работы отслеживают изменения во внешней среде, выявляют несовершенство продукта, периодически формируют новые требования к СИСТЕМЕ, обеспечивают ее инновационное развитие и удлинняют срок жизни. Структура организации на стадии разработки ИСПП представлена на рис. 6.

## Заключение

Проектные организации и результаты их деятельности в виде проектов (ТЭО) в настоящее время воспринимаются обществом как объекты строительного рынка. Но этап строительства является проходящим в жизненном цикле предприятия, а создаваемые *в точном* соответствии с проектами производственные мощности на десятки лет определяют прогресс или проблемы отечественной экономики. Предлагаемый способ автоматизации подготовки ТЭО производства новой техники может изменить существующее положение. ИСПП, как современная аналитическая система с элементами искусственного интеллекта, будет способна *автоматически* анализировать исходные данные, оценивать результаты расчетов, принимать стандартные проектные решения и оказывать поддержку пользователям в решении задач, сложных для формализации.

Направление и прогнозируемый объем практического использования ИСПП в реальном секторе экономики предполагается организацией-разработчиком, внешними пользователями и причастными организациями. Организация-разработчик сможет использовать ИСПП по следующим направлениям:

- как инструмент подготовки многовариантных ТЭО строительства или модернизации предприятий по контрактам с Заказчиками (инвесторами);
- оказание услуг по созданию и сопровождению банков данных цифровых моделей производства действующим предприятиям;



- предоставление данных информационно-справочной системы ИСПП внешним организациям;
- реализация ИСПП на IT-рынке, включая обучение и проведение семинаров пользователей.

Причастные организации смогут использовать в своей деятельности результаты работы ИСПП при создании безбумажного документооборота. Также электронные модели предприятий позволят автоматизировать задачи оценки потенциальных и избыточных мощностей, формирования производственных программ загрузки избыточных мощностей на основе технико-экономических обоснований.

Масштаб (потенциальный объем) внедрения ИСПП можно ориентировочно оценить, опираясь на ФЦП "Развитие оборонно-промышленного комплекса до 2020 года", где предусматривается 3 трлн руб. прямых инвестиций на глубокую модернизацию 1700 предприятий ОПК. Использование такой системы, как ИСПП, обеспечивающей снижение капитальных затрат (как минимум на 5...10 %), могло бы принести бюджету РФ экономию в 150...300 млрд руб.

Тысячи отечественных предприятий (1700 предприятий ОПК, ~ 7000 предприятий в машиностроении) нуждаются в реконструкции, значит, нуждаются в ТЭО, гарантирующих максимально возможную эффективность инвестиций.

Создание ИСПП можно рассматривать как инновационный проект. Опыт внедрения ранее созданной САПР "Предприятие (СУППОРТ)" показал: сметная стоимость производственно-технологической системы первого реального объекта *в разы меньше* сметной стоимости проекта, выполненного по традиционной технологии. Полученная экономия с лихвой окупила все затраты на разработку программных средств. Также опыт реализации на рынке САПР таких подсистем предприятий, как <Вентиляция>, <Водоснабжение>, <Канализация>, показал, что проектирование обеспечивающих систем предприятия практически инвариантно по отношению к видам производств. Спектр пользователей можно представить по таким покупателям, как Новолипецкий металлургический комбинат, Уралвагонзавод, АВТОВАЗ, Новороссийский порт, Новороссийский ГРАЖДАНПРОЕКТ, ТюменНИИГИПРОГАЗ, Метропроект, Дальрыбпром и др.

*Потенциал развития ИСПП* представляется возможным в нескольких направлениях: создание программных приложений для поддержки проек-

тирования цехов вновь возникающих технологий; создание программных интерфейсов в линии <Разработчик изделий> → <ИСПП> → <Строительство> → <технологическая подготовка производства> → ERP-системы. ИСПП сможет предоставлять данные разрабатываемой в настоящее время Государственной информационной системе промышленности (ГИСП).

Материалы технического отчета "Формирование требований пользователя к системе" и "Концепция" могут быть полезны руководителям и специалистам предприятий при разработке технического задания, компонентов информационно-методического обеспечения ИСПП и при создании современных безбумажных технологий производства изделий.

#### Список литературы

1. Гранев В. В. Современное проектирование: проблемы и перспективы. // АВОК. 2016. Т. 7. С. 4—10.
2. Хабаров В. В., Чистяков В. Л. Система автоматизированного проектирования промышленных предприятий (САПР СУППОРТ) // ВНИИ НТПИ Научно-технический симпозиум ярмарки научно-технических достижений в строительстве НТД-89 (тезисы докладов, выступлений). 1990. С. 230.
3. Шуталева Н. С. Автоматизированное проектирование систем обеспечения промышленного предприятия // ВНИИ НТПИ Научно-технический симпозиум ярмарки научно-технических достижений в строительстве НТД-89 (тезисы докладов, выступлений). 1990. С. 231—232.
4. Чистяков В. Л., Присмотров А. П. Диалоговая естественно-языковая мониторинговая система общего назначения (ДЕМОН) // ВНИИ НТПИ Научно-технический симпозиум ярмарки научно-технических достижений в строительстве НТД-89 (тезисы докладов, выступлений). 1990. С. 233—234.
5. Зверев С. А. Формирование модели корпуса и изготовление чертежей планов его этажей // ВНИИ НТПИ Научно-технический симпозиум ярмарки научно-технических достижений в строительстве НТД-89 (тезисы докладов, выступлений). 1990. С. 235—236.
6. Клейнер Г. Б. Стратегия предприятия. М.: ДЕЛО, 2008. С. 170—171.
7. Оптнер С. Л. Системный анализ для решения проблем бизнеса и промышленности: Пер. с англ. М.: Концепт, 2006. С. 206.
8. Стаффорд Бир. Мозг фирмы: Пер. с англ. М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009. С. 416.
9. Фатрелл Р. Т., Шафер Д. Ф., Шафер Л. И. Управление программными проектами: Достижение оптимального качества при минимуме затрат. М.: Издательский дом "Вильямс", 2003. С. 1125.

**V. V. Habarov**, Ph. D., Director,

Special computer-aided design Bureau, Novosibirsk, Russian,

**N. S. Shutaleva**, Engineer, e-mail: nina.shutaleva@yandex.ru,

**V. I. Kostin**, D. Sc., Professor, e-mail: izvuz\_str@sibstrin.ru,

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Novosibirsk, Russian

## Information System for Design Enterprises

*The article is devoted to the task of ensuring the largest possible efficiency of investments in the production of the set product program factored in external and internal conditions (limitations) of the enterprises. The legal document containing the specified parameters which determine efficiency is a project. The current state of the project preparation process does not allow during the acceptable time to carry out multivariant design of enterprises and choose the most effective version. It is suggested an approach to create IT system capable to provide multivariant design of enterprises based on complex automation of database creation for object model design. The technical report "Formation of the user requirements to the system" and the concepts of the system were developed. The suggested IT system as a tool for the technical and economic assessment of construction / reconstruction of production facilities will allow in admissible time without an increase in the number of designers to create several reasonable variants of the model for design object, to compare the variants according to their effectiveness and choose the best one. Creation of the system will be a significant step in the directions of information support of products life cycle and their means of production, and achieving the world level of domestic information products in this area. The work was done factored in modern standards and technical capabilities, long experience of creation and development of the CAD "Enterprise".*

**Keywords:** production facility, information design technologies, object-oriented systems of computer assisted enterprise design, CAD.

### References

1. **Granjov V. V.** *Sovremennoe proektirovanie: problemy i perspektivy* (Modern design: problems and prospects), AVOK, 2016, no. 7, pp. 4–10 (in Russian).
2. **Habarov V. V., Chistjakov V. L.** *Sistema avtomatizirovanogo proektirovanija promyshlennyh predpriyatij* (SAPR SUPPORT) (CAD of industrial enterprises/ CAD SUPPORT), *VNII NTPI Nauchno-tehnicheskij simpozium jarmarki nauchno-tehnicheskikh dostizhenij v stroitel'stve NTD-89 (tezisy dokladov, vystuplenij)*, 1990, p. 230 (in Russian).
3. **Shutaleva N. S.** *Avtomatizirovannoe proektirovanie sistem obespechenija promyshlennogo predpriyatija* (CAD engineering of industrial enterprises), *VNII NTPI Nauchno-tehnicheskij simpozium jarmarki nauchno-tehnicheskikh dostizhenij v stroitel'stve NTD-89 (tezisy dokladov, vystuplenij)*, 1990, pp. 231–232 (in Russian).
4. **Chistjakov V. L., Prismotrov A. P.** *Dialogovaja estestvenno-jazykovaja moni- tornaja sistema obshhego naznachenija* (Dialogue natural language monitoring system (DEMON)), *VNII NTPI Nauchno-tehnicheskij simpozium jarmarki nauchno-tehnicheskikh dostizhenij v stroitel'stve NTD-89 (tezisy dokladov, vystuplenij)*, 1990, pp. 233–234 (in Russian).
5. **Zverev S. A.** *Formirovanie modeli korpusa i izgotovlenie chertezhej planov ego jetazhej* (The forming of the building model and drawing plans of its floors)", *VNII NTPI Nauchno-tehnicheskij simpozium jarmarki nauchno-tehnicheskikh dostizhenij v stroitel'stve NTD-89 (tezisy dokladov, vystuplenij)*, 1990, pp. 235–236 (in Russian).
6. **Klejner G. B.** *Strategija predpriyatija* (Enterprises strategy), Moscow, DELO, 2008, pp. 170–171 (in Russian).
7. **Optner S. L.** *Sistemnyj analiz dlja reshenija problem biznesa i pro-myshlennosti* (System analysis for business and industrial problem solving), Moscow, Koncept, 2006, 206 p. (in Russian).
8. **Stafford Bir.** *Mozgfirmy* (Brain of the firm), Moscow, Knizhnyj dom "LIBROKOM", 2009, 416 p. (in Russian).
9. **Fatrell R. T., Shafer D. F., Shafer L. I.** *Upravlenie programnymi projektami*. (Quality software project management), Moscow, Publishing house "Vil'jams", 2003, 1125 p. (in Russian).