

УДК 519.685

И.С. ЯМШАНОВ

Национальный технический университет «ХПИ», Украина

ОПИСАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ НА ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ СТРУКТУРЫ ОБЪЕКТОВ СБОРОЧНОГО ПРОЦЕССА

Показано место информационной технологии отработки на технологичность структуры объектов сборочного процесса (ОнТС ОСП) среди прочих информационных технологий, реализующих концепцию CALS. ОнТС ОСП рассматривается с точки зрения моделирования бизнес-процессов (нотация IDEF0). Указаны модели и методы, которые используются в каждом из выделенных бизнес-процессов. Выдвигаются функциональные требования к информационной системе, реализующей ОнТС ОСП, в виде диаграммы вариантов использования (нотация UML). Предлагается модель данных для такой информационной системы (нотация IDEF1x).

Ключевые слова: объект сборочного процесса, отработка на технологичность структуры, структурная оптимизация.

Введение

Информационная технология как целенаправленная организованная совокупность информационных процессов, функционирующая с использованием средств компьютерной техники, обеспечивающая высокую скорость обработки данных, доступ к источникам информации независимо от места их расположения, способствует поддержке процесса принятия решений в различных предметных областях. Такая поддержка позволяет лицу, принимающему решения (ЛПР), оперативно и обоснованно делать выбор, позволяющий обеспечить эффективное достижение поставленных целей, и тем самым изменять ситуацию в желаемом направлении.

Анализ литературы. Анализ процессов проектирования и технологической подготовки сборочного производства позволяет сделать вывод о том что, несмотря на признанное отставание имеющихся средств механизации и автоматизации производственных процессов от мирового уровня, первичной и доминирующей проблемой является неудовлетворительная оснащенность интеллектуального труда и неготовность специалистов использовать современные информационные технологии [1].

С другой стороны необходимо отметить, что организация эффективной автоматизации проектирования на предприятиях возможна только на основе описания жизненного цикла изделий, которое реализуется путем создания в рамках предприятия единого информационного пространства.

Для решения указанной проблемы была предложена концепция CALS (Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывный сбор данных и

информационная поддержка жизненного цикла продукции) [1, 2]. Информационные технологии, реализующие эту концепцию, с одной стороны обеспечивают непрерывность информационного взаимодействия с заказчиком с целью удовлетворения его потребностей, а с другой стороны формируют системность подхода к информационной поддержке всех процессов жизненного цикла изделия от проектирования до утилизации.

К используемым в CALS относится функциональная подсистема автоматизированного анализа конструкций изделий и отработки их на технологичность. Эта подсистема входит в состав автоматизированной системы технологической подготовки сборочного производства (АСТПС) интегрированного производственного комплекса (ИПК), а результаты ее функционирования имеют системный характер, поскольку относятся ко всем стадиям жизненного цикла ОСП [3, 4]. Представленная в данной статье информационная технология направлена на повышение эффективности функционирования указанной подсистемы.

Постановка проблемы

Информационная технология ОнТС ОСП должна разрабатываться с учетом последующей интеграции с другими технологиями, реализуемыми в рамках концепции CALS, и соответствовать таким требованиям:

1. Комплексность представляемых технологических решений.
2. Минимизация необходимого набора входных данных.

3. Интеграция в существующий производственный процесс без значительных затрат на реорганизацию.
4. Возможность работать в рамках привычных понятий и концепций.
5. Высокая обоснованность принимаемых решений.
6. Минимизация затрат на аппаратную часть.

Бизнес-процесс «Структурная оптимизация объекта сборочного процесса»

Отработка на технологичность структуры объекта сборочного процесса, которая по своей сути является структурной оптимизацией, на рис. 1 рассматривается как бизнес-процесс (использована нотация IDEF0). Как видно из рисунка в качестве исходной информации выступает конструкторская документация: чертежи и спецификации.

Решение задачи структурной оптимизации ОСП может быть разделено на следующие этапы: описание анализируемого изделия с помощью матриц связей (построение математической модели системы), формирование генерального множества сборочных единиц (подсистем), формирование множества структур и соответствующего ему множества технологических схем сборки (ТСС), многокритериальная оптимизация на множестве ТСС. Соответствующие бизнес-процессы приведены на рис. 2.

Результатом проведения структурной оптимизации является компромиссная ТСС.

Кратко остановимся на каждом этапе. В работе [5] предложена модель описания изделия, основанная на бинарных связях типа фиксированное и нефиксированное сопряжение. Первый тип описывает разрушающие связи, т.е. такие, разрыв которых приводит к выходу системы из строя, а второй тип - не разрушающие. Информация о связях представляется в виде матриц по одной каждого типа на каждое координатное направление. С - матрица связей типа фиксированное сопряжение, Н - нефиксированное. Размерность матриц определяется количеством деталей в изделии.

В работах [6-9] приведены алгоритмы метода, позволяющего сформировать генеральное множество подсистем с лучшей эффективностью, чем полный перебор. В основу этих алгоритмов положено понятие дерева порождения. Корни деревьев порождения формируются на основе анализа обобщенной матрицы связей типа нефиксированное сопряжение. Порождение вершин в дереве реализуется с использованием матриц связей типа фиксированное сопряжение. При этом связи отдельной вершины могут рассматриваться как все вместе, так и каждая по отдельности.

По результатам построения деревьев порождения формируется множество перспективных сочетаний. Для того чтобы перспективное сочетание являлось подсистемой, оно должно соответствовать правилам образования подсистем, описанным в [10]. Декомпозиция бизнес-процесса «Формирование множества подсистем», содержащего проверку на соответствие правилам, приведена на рис. 3.

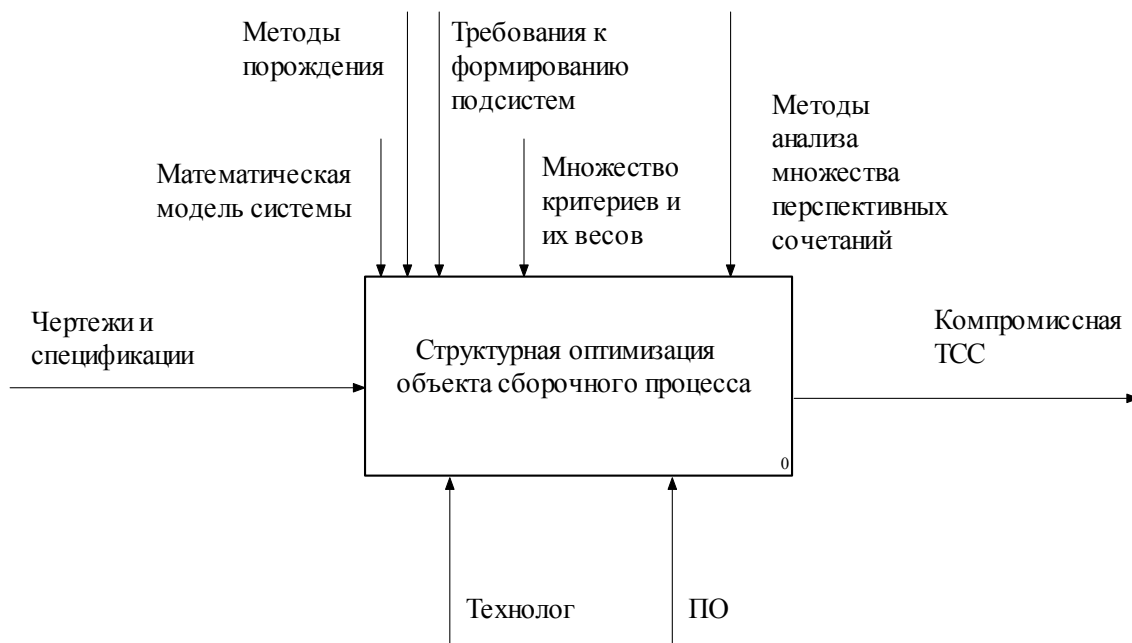


Рис. 1. Бизнес-процесс «Структурная оптимизация»

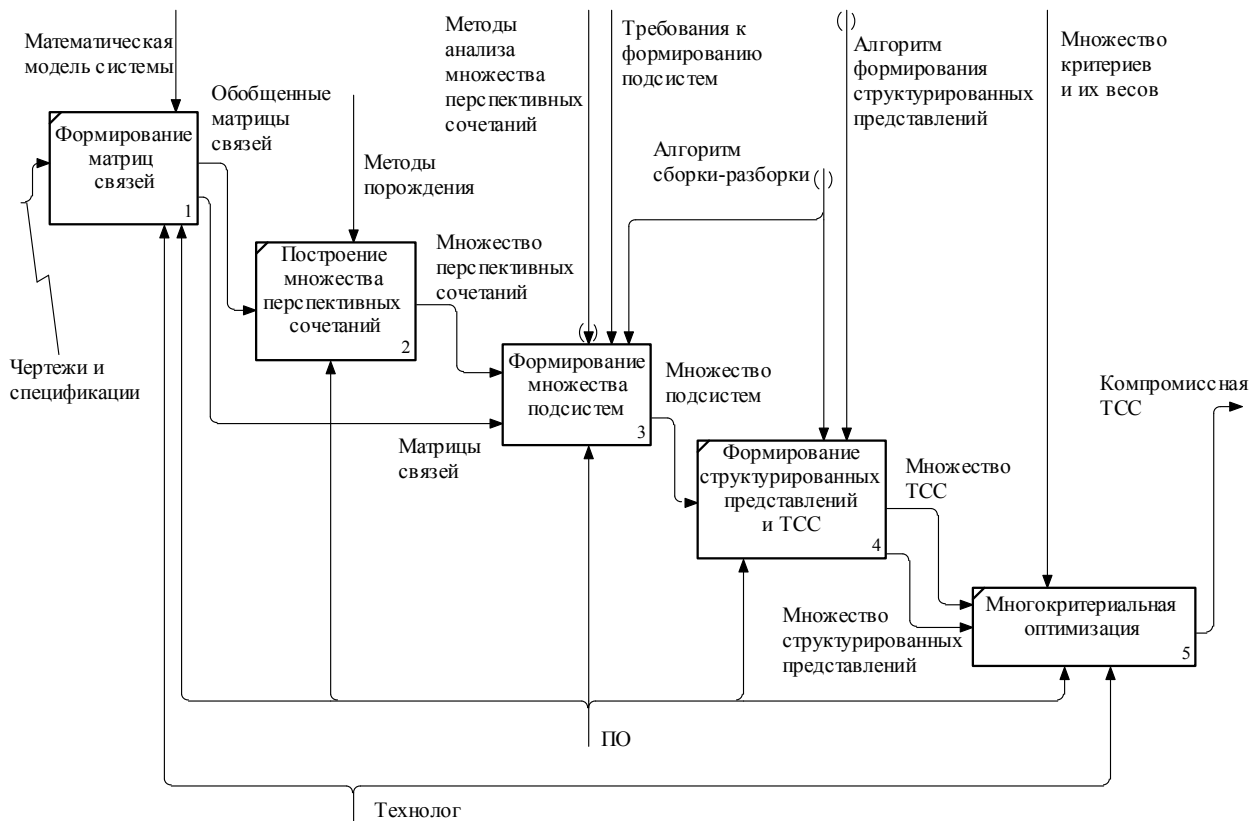


Рис. 2. Декомпозиция бизнес-процесс «Структурная оптимизация»

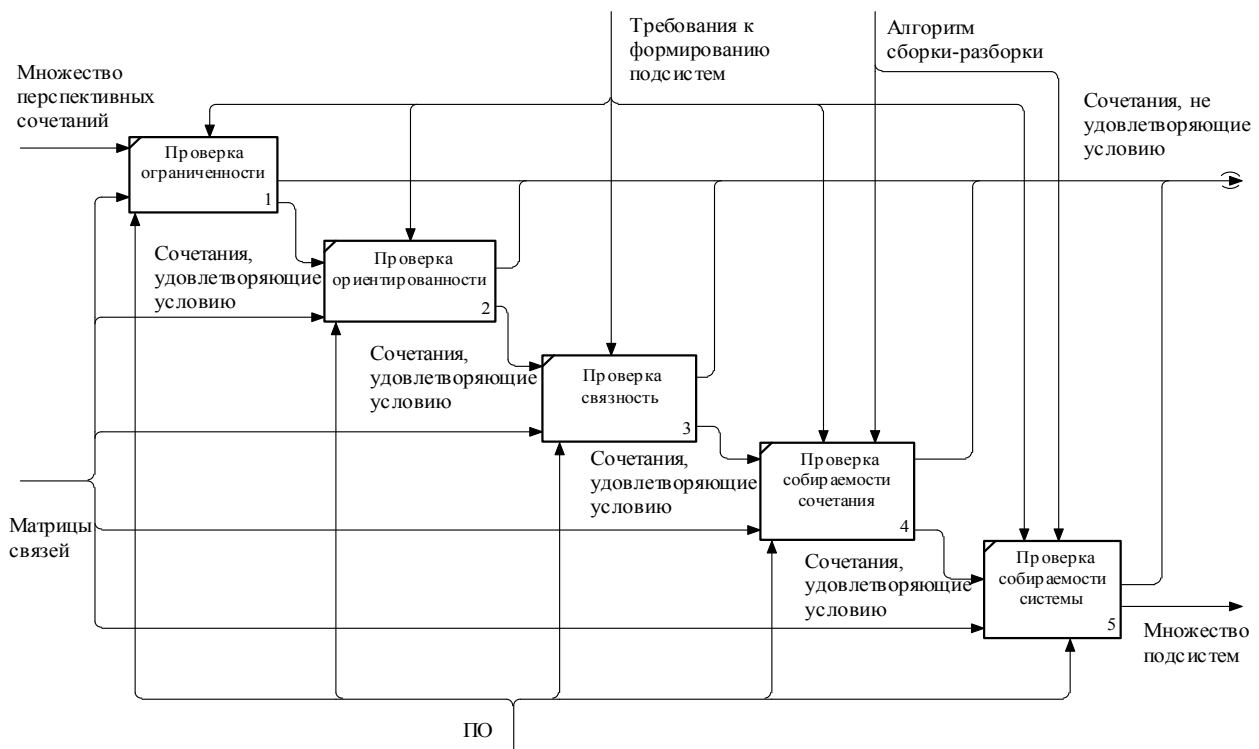


Рис. 3. Декомпозиция бизнес-процесс «Формирование множества подсистем»

Для упрощения анализа множества перспективных сочетаний и сокращения затрат на его реализацию в работе [11] предложен соответствующий алгоритм, позволяющий сократить число анализи-

руемых перспективных сочетаний за счет исключения сочетаний, не несущих значимой информации.

Алгоритм формирования структурированного представления приведен в работе [10]. В соответст-

вии с ним на нижнем уровне структурированного представления всегда располагаются отдельные элементы – детали, а на самом верхнем – система. Промежуточные уровни занимают подсистемами из генерального множества подсистем при условии, что каждая из них включает элементы нижерасположенных уровней и как минимум один элемент с предыдущего уровня.

Формирование ТСС реализуется путем применения алгоритма сборки-разборки [5] к отдельным элементам структурированного представления [6].

Вопросы многокритериальной оптимизации на множестве ТСС рассмотрены в работах [12, 13]. Там же предложен ряд косвенных критериев, позволяющих оценить качество вариантов ТСС:

- количество уровней в ТСС;

- общее количество элементов структуры;
- количество деталей, непосредственно участвующих в общей сборке, за исключением базовых деталей изделия в целом;
- дисперсия количества элементов в сборочных единицах.

Функциональные требования

На основе анализа предметной области можно выделить два действующих лица – оператор и технолог (рис. 4), роль которых на реальном производстве может исполнять специалист технолог самостоятельно или совместно с инженерами-конструкторами, проводившими проектирование изделия и обеспечившими параллельно формирование исходных данных.

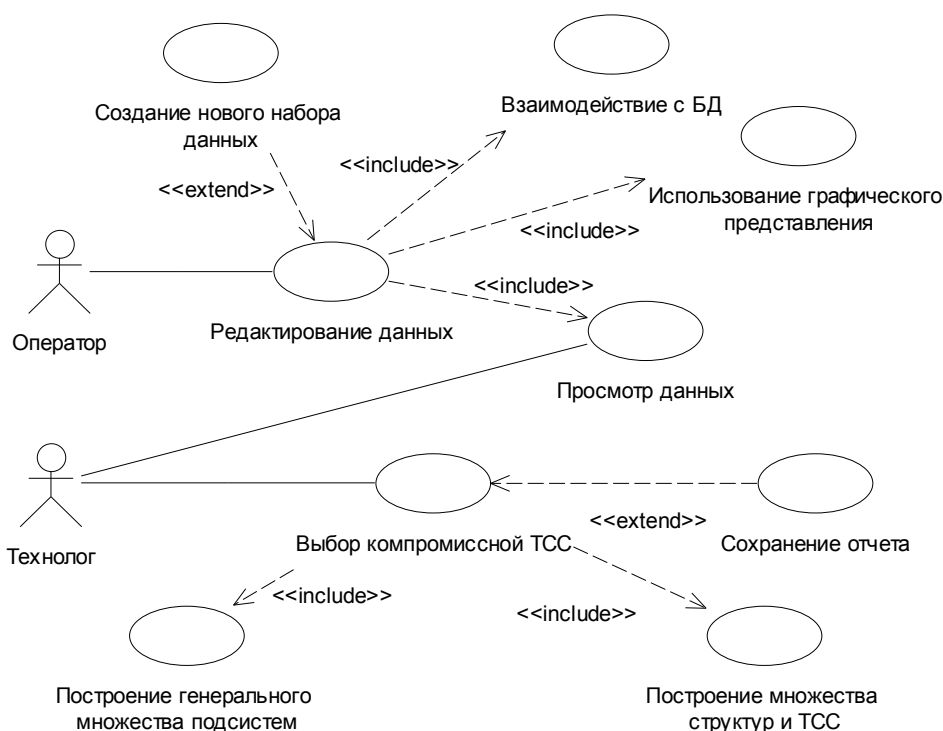


Рис. 4. Диаграмма вариантов использования

Могут быть указаны следующие основные варианты использования программы:

- редактирование исходных данных об изделии с возможностью взаимодействия с базой данных для получения или сохранения информации, а также создание нового набора данных;
- выбор компромиссной ТСС с возможностью сохранения результата в базе данных.

Модель данных

Для хранения информации об элементах, связях между элементами, системах, подсистемах используется база данных, модель данных которой в IDEF1X-нотации приведена на рис. 5.

Сущность ElementObject предназначена для хранения информации об элементах. При интеграции в рамках ИПК именно эта таблица будет являться местом стыковки базы данных с другими хранилищами информации.

Общая информация о сочетаниях элементов хранится в таблице SetObject. Поскольку в данном случае с точки зрения хранимой информации нет принципиальной разницы между системой, подсистемами и произвольными сочетаниями элементов, то все такие элементы хранятся в этой таблице. Для определения того, чему соответствует конкретная запись: перспективному сочетанию или системе, используется поле Id_SetType, связанное с таблицей SetType. Поле SetTypeName

этой таблицы может принимать значения:

- система;
- перспективное сочетание;
- подсистема.

Для хранения информации о принадлежности конкретного элемента конкретному сочетанию используется таблица SetObject_ElementObject, хранящая информацию о порядковом номере элемента в сочетании (поле SetElemNumber) и о том, является ли он базовым для системы или нет (поле IsBase).

- Такая структура таблицы позволяет:
- проводить порядковую нумерацию элементов, принадлежащих конкретной системе для удобства их обработки;
 - хранить информацию обо всех базовых элементах системы, сколько бы их ни было.

Для хранения информации непосредственно о

связях используется таблица ElementObject_Links, каждая запись которой содержит информацию о том, что в сочетании, определяемом полем Id_Set, элемент, определяемый полем From.Id_Element, имеет связь типа, определяемого полем Id_LinkType, в направлении, определяемом полем Id_Direct, с элементом, определяемый полем To.Id_Element. Такой вид представления позволяет получить следующие преимущества:

- хранить информацию об элементах отдельно от информации о связях между ними;
- одновременно храниться информация о связях элементов в различных системах;
- избегать одновременного ошибочного определения связей различных типов между парой элементов в одном и том же координатном направлении.

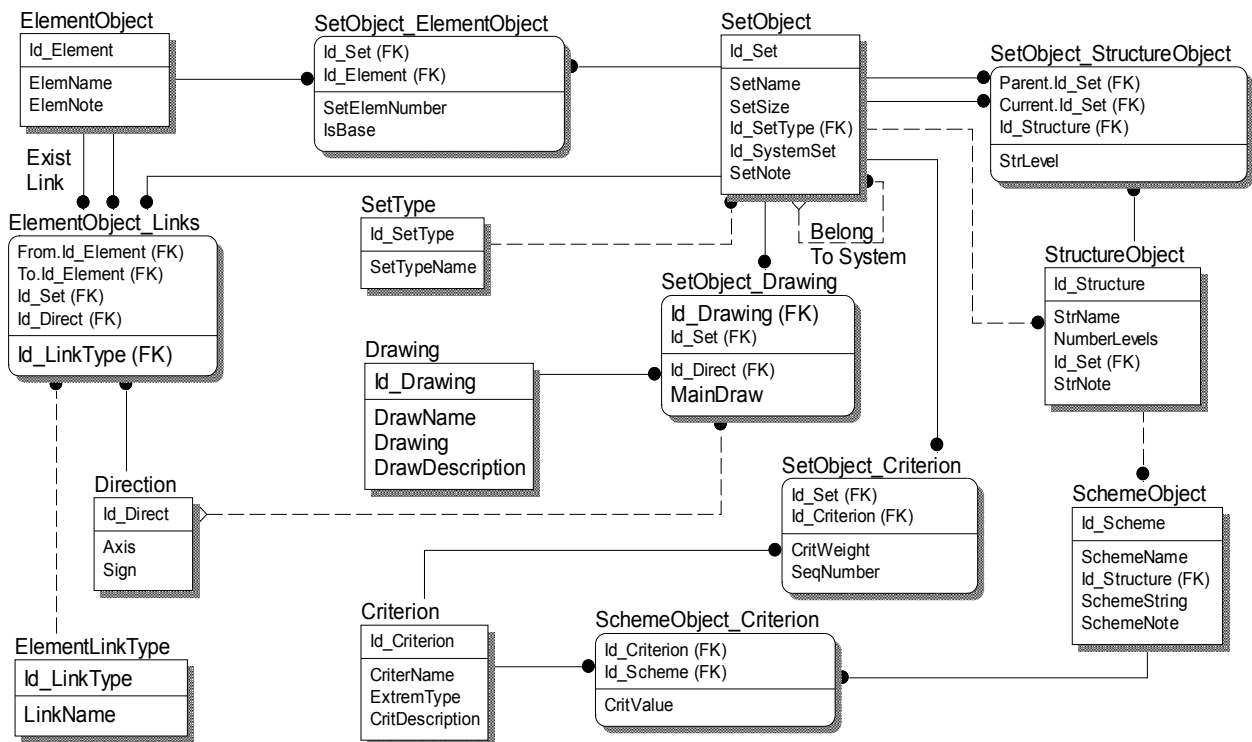


Рис. 5. Модель данных

Выводы

Рассмотрение структурной оптимизации как бизнес-процесса позволило выявить ее основные этапы и взаимодействие между ними: были определены исходные данные, результаты, ресурсы и управления для каждого этапа.

Сформированные функциональные требования и предложенная модель данных могут быть использованы при разработке информационной системы ОНТС ОСП.

Литература

1. Проектирование технологических процессов в машиностроении: Учебное пособие для вузов / И.П. Филонов, Г.Я. Беляев, Л.М. Кожуро и др.; под общ. ред. И.П. Филонова. – Мн.: УП «Технопринт», 2003. – 910 с.
2. Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Принципы. Технологии. Методы. Модели. – М.: ООО Издательский дом «МВМ», 2005. – 264 с.

3. Информационные технологии в наукоемком машиностроении. Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса / Ю.С. Елисеев, В.П. Соколов, В.Н. Юрин и др.; под ред. А.Г. Братухина. – К.: Техніка, 2001. – 728 с.

4. Лихачев А.А. Система «ТехноПро» как компонент интегрированных комплексов подготовки производства на основе CALS-технологий / А.А. Лихачев // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2002. – №2. – С. 34-40.

5. Гамаюн И.П. Эвристический алгоритм сборки-разборки сложной машиностроительной конструкции / И.П. Гамаюн // Механика и машиностроение АН Высшей школы Украины. Отделение механики и машиностроения. – 1998. – №1. – С. 146-149.

6. Гамаюн И.П. Комбинаторный алгоритм порождения множества подсистем системного объекта сборки / И.П. Гамаюн // Управляющие системы и машины. – 2002. – № 2. – С. 12-19.

7. Ямианов И.С. Совершенствование метода порождения сочетаний элементов, образующих подсистемы объектов сборки / И.С. Ямианов // Вестн. НТУ «ХПИ»: сб. науч. тр. Тематический вып. «Новые решения в современных технологиях». – 2002. – Т. 2, №6. – С. 88-93.

8. Ямианов И.С. Метод порождения целостных сочетаний элементов системного технического объекта сборки / И.С. Ямианов // Вестн. Сумского гос. ун-та. Сер. Технические науки. – 2003. – №3 (49). – С. 187-191.

9. Ямианов И.С. Алгоритм порождения подсистем технического объекта на основе бинарных матриц / И.С. Ямианов // Радиоелектроніка та інформатика. – 2002. – № 4. – С. 109-114.

10. Гамаюн И.П. Автоматизированный синтез структурированного представления сложной технической системы / И.П. Гамаюн // Управляющие системы и машины. – 2000. – № 1. – С. 21-26.

11. Ямианов И.С. Алгоритм формирования генерального множества подсистем системного технического объекта сборки / И.С. Ямианов // Вестн. НТУ «ХПИ»: сб. науч. тр. Тематический вып. «Системный анализ, управление и информационные технологии». – 2002. – Т. 6, № 9. – С. 72-76.

12. Гамаюн И.П. Определение компромиссной альтернативы в одной задаче структурного синтеза / И.П. Гамаюн // Управляющие системы и машины. – 2002. – №1. – С. 15-22.

13. Ямианов И.С. Многокритериальная оптимизация на множестве технологических схем сборки / И.С. Ямианов // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2003. – № 4. – С. 27-30.

Поступила в редакцию 14.07.2010

Рецензент: д-р тех. наук, проф., зав. каф. АСУ М.Д. Годлевський, Национальный технический университет «ХПИ», Харьков.

ОПИС ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОПРАЦЮВАННЯ НА ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ СТРУКТУРИ ОБ'ЄКТІВ СКЛАДАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

І.С. Ямианов

Показано місце інформаційної технології опрацювання на технологічність структури об'єктів складального процесу (ОнТС ОСП) серед інших інформаційних технологій, що реалізують концепцію CALS. ОнТС ОСП розглядається з точки зору моделювання бізнес-процесів (нотація IDEF0). Вказано моделі та методи, які використовуються у кожному з виділених бізнес-процесів. Висуваються функціональні вимоги до інформаційної системи, що реалізує ОнТС ОСП, у вигляді діаграми варіантів використання (нотація UML). Пропонується модель даних для такої інформаційної системи (нотація IDEF1x).

Ключові слова: об'єкт складального процесу, опрацювання на технологічність структури, структурна оптимізація.

DESCRIPTION OF INFORMATION TECHNOLOGY FOR DEVELOPMENT OF STRUCTURE MANUFACTURABILITY FOR OBJECTS OF ASSEMBLY PROCESS

I.S. Yamshanov

Place of the information technology for development of structure manufacturability for objects of assembly process (DoSM for OAP) among other information technologies which implement CALS concept is shown. DoSM for OAP is considered in terms of business processes (IDEF0 notation). Models and methods which are used in each detected business process are specified. Functional requirements for information system, which implements DoSM for OAP, in the form of use case diagram are defined (UML notation). Data model for such information system is proposed (IDEF1x notation).

Key words: object of assembly process, development of structure manufacturability, structure optimization.

Ямианов Игорь Сергеевич – старший преподаватель каф. АСУ, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков, Украина.