

## К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ МОДЕЛЕЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ И УПРАВЛЕНИЯ ГРУППОВЫМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ УЧАСТКАМИ

Задачи подготовки и управления групповыми автоматизированными производственными участками характеризуются высокой сложностью, организационно-технологические решения принимаются в условиях неопределенности. Существующие системы подготовки и управления групповыми производственными участками не обеспечивают гибкости, объективности информации при принятии решений, что приводит к срыву заданных сроков изготовления деталей. Практика автоматизации задач подготовки и управления групповыми автоматизированными производственными участками носит локальный характер, использует жесткие алгоритмы. Сложность объектов и процессов организационно-технологического проектирования, при их автоматизации требуют новых подходов.

Для повышения эффективности системы подготовки и управления групповыми производственными участками в работе предложен и реализован подход при создании моделей с применением искусственного интеллекта. Показана сложность представления знаний о группах детали-операций, технологических процессах, оборудовании и процессах подготовки и управления групповыми производственными участками. Рассмотрены различные модели представления знаний. Для описания объектов и процессов принятия решений использован продукционно-фреймовый подход в объектно-ориентированной среде. Выполнены классификация фрейм-классов, определение классов, выделены наиболее важные связи между классами, выполнено программирование системы. Для осуществления ввода баз данных и знаний, отображения динамических состояний моделируемых объектов запрограммирован класс «Окна просмотра системы планирования». Приведен пример правила разработанной базы знаний системы.

Применение объектно-ориентированного подхода при создании моделей автоматизированной системы подготовки и управления групповыми производственными участками позволило решить проблему сложности. Применение многоязыковой среды представления знаний экспертов позволило реализовать адекватное описание разнородных объектов и процессов в единой программной среде. Предложенный подход позволил реализовать методологию создания интеллектуальных автоматизированных программно-математических комплексов по обучению, анализу, исследованию и проектированию групповых производственных участков.

**Ключевые слова:** организационно-технологическое проектирование, групповые автоматизированные производства, объектно-ориентированное проектирование, искусственный интеллект, модели представления знаний.

Задачи подготовки и управления групповыми автоматизированными производственными участками характеризуются высокой сложностью. Необходимость учёта стохастических факторов процесса организационно-технологического проектирования существенно усложняет анализ и выбор приемлемых решений.

При организационно-технологическом проектировании технолог должен учитывать особенности групповой технологии, стремиться к тому, чтобы детали могли быть изготовлены простым и экономичным методом. Ему нужно знать достоинства и недостатки каждого метода, применение которых находится в зависимости от размера партий запуска детали, требуемой точности и шероховатости поверхностей, загрузки оборудования и т. д. В простых и типовых ситуациях технолог может быстро и правильно сориентироваться при выборе мето-

да обработки, при этом используется большое количество справочного материала и накопленный опыт, традиции.

Технолог принимает обычно локальные решения при группировании деталей/операций, проектировании групповых технологических процессов изготовления деталей, выборе оснастки и инструмента, так как не знает, какие еще детали будут закреплены за рабочими местами. Такие решения ориентированы на жесткую производственную ситуацию.

Анализ показывает, что при формировании организационно-технологических решений следует полнее проанализировать все факторы, влияющие на их выбор. Это, в свою очередь, требует много времени и снижает производительность труда технолога. Решение этих вопросов часто проводится без связи с возможностями конкретного производства и на основе субъективных оценок. Аналогичные трудно-

сти возникают и у мастера при реализации организационно-технологических решений.

При исследовании и проектировании сложных систем, какими являются групповые производственные участки, системы подготовки и управления возникают задачи, в которых число параметров и связей очень велико.

Сложность описания объектов и процессов организационно-технологического проектирования, а также необходимость их автоматизации требуют новых подходов для повышения эффективности системы организационно-технологического проектирования.

Эти проблемы могут быть решены в результате проведения системных исследований объектов и процессов организационно-технологического проектирования. Одним из определяющих моментов в таких исследованиях является выбор методов описания объектов и процессов принятия решений.

В работе предлагается решение указанных проблем с помощью автоматизированных систем организационно-технологической подготовки, имитационных моделей и принципов искусственного интеллекта.

Поскольку решение поставленных задач при организационно-технологическом проектировании базируется на знаниях экспертов, ставится задача – смоделировать рассуждения технологов, а вместе с тем и процесс проектирования. Осуществить это можно с использованием экспертных систем.

Одним из основных элементов экспертной системы является база знаний.

При этом одной из сложных задач является адекватное описание знаний о предметной области, непротиворечивость сформированных знаний.

В работе рассмотрены различные модели представления знаний и выбраны наиболее приемлемые для исследуемого объекта.

Задачи подготовки и управления групповыми производственными участками связаны с использованием различных моделей (группы деталей, групповые технологические процессы изготовления деталей, производственные участки, процессы организационно-технологического проектирования, рабочие и др.). Знания о предметной области должны представляться на разных стадиях жизненного цикла организационно-

технологического проектирования в различной форме и с различной степенью детализации. При этом модели должны функционировать в единой программной среде. Применение единственной модели представления знаний не позволяет адекватно представлять знания экспертов.

В работе при разработке автоматизированной системы организационно-технологического проектирования, модели производственного участка и процессов их взаимодействия использован продукционно-фреймовый подход к представлению знаний в объектно-ориентированной среде. Объектно-ориентированная методология анализа, проектирования и программирования сложных систем позволяет переходить от исходных требований к реализации создаваемой системы [2].

Использование объектно-ориентированного подхода помогает решать проблемы сложности при создании программных систем.

Ключевой идеей объектно-ориентированного подхода является использование языковых средств, которые на базе концепции абстрактных типов данных позволяют специфицировать новые классы программных объектов, образующих вычислительную среду, ориентированную на конкретную предметную область и позволяющие моделировать предметную область.

Объектно-ориентированный подход обеспечивает необходимую глубину, комплексность за счет наличия функционального, морфологического и информационного аспектов исследования, методическое единство в решении отдельных задач проблемы, преемственность результатов на этапах анализа, проектирования, программирования и развития сложных программных систем.

На основе изучения особенностей автоматизированных производственных участков, методов организационно-технологического проектирования предложена взаимосвязанная совокупность различных моделей, позволяющая исследовать и проектировать производственный участок и систему организационно-технологического проектирования как единое информационное пространство. Создана экспертная система, разработанная база знаний [3], [4].

Для описания знаний о механообрабатывающем групповом участке выбрана и программно реализована структурно-лингвистическая мо-



цы, а только те, которые будут использованы в качестве ключа для реализации действий в конкретных фреймах.

Для осуществления взаимодействия пользователя с системой был запрограммирован класс «Окна просмотра системы планирования» – графический интерфейс. Графический интерфейс предназначен для ввода и корректировки базы данных и знаний, отображения динамических состояний моделируемых объектов [3].

К графическому интерфейсу системы организационно-технологического проектирования предъявляются весьма жесткие и противоречивые требования в отношении взаимодействия пользователя и системы. С одной стороны, наличие различных механизмов представления знаний и работы со знаниями, требуют соответственно и высокой гибкости интерфейса, с тем, чтобы обеспечить доступ пользователя ко всем возможностям этих механизмов. С другой стороны, конечным пользователем системы – технологом, предъявляются противоположные требования к работе с системой – простота в общении, наглядность, доступ к любой необходимой информации. Для удовлетворительного решения в таких условиях принята концепция двухрежимной работы системы.

Первый режим – режим работы инженера по знаниям – включает доступ к базе знаний и базе данных и обеспечивает работу со всеми функциями системы.

Второй режим – режим работы конечного пользователя – осуществляется через несколько специальных окон просмотра. В этом режиме пользователь изолирован от базовых систем работы со знаниями, но имеет доступ ко всей информации, хранящейся в базе данных.

Графический интерфейс системы состоит из нескольких окон просмотра. Окно просмотра и редактирования классов системы приведено на рисунке 2.

Работа системы начинается с непосредственной посылки при помощи главного окна различным объектам начальных сообщений, которые вызывают определенные действия необходимые для осуществления процесса диагностики.

Главное окно появляется на экране монитора после загрузки системы и включает подокна (объекты): ресурсы, продукция, планировщик.

Базовая единица в конструкции диалога трактуется как фрейм [1], имеющий внешнее изображение и соединяющий в себе данные и процедуры. Диалог представляет процесс выполнения программ интерпретаторов, управляемых фреймом и реализующих его интерактивное поведение.

Спецификация типа фрейма задает общие характеристики, присущие всем фреймам-экземплярам этого типа: структуру, внешнее изображение, интерактивное поведение. Пользователь может воздействовать на фрейм через его внешнее представление. В каждый момент пользователь может: выбрать текущий фрейм; изменить значение компонента выбранного фрейма или выполнить над ним другую операцию. Набор возможных команд определяется текущим фреймом, которому соответствует отдельное состояние диалога.

Фреймовый подход позволяет описывать процесс диалогового взаимодействия не только с прикладным программным обеспечением, но и с самими фреймами, обеспечивая тем самым метдиалоговое взаимодействие. Инте-

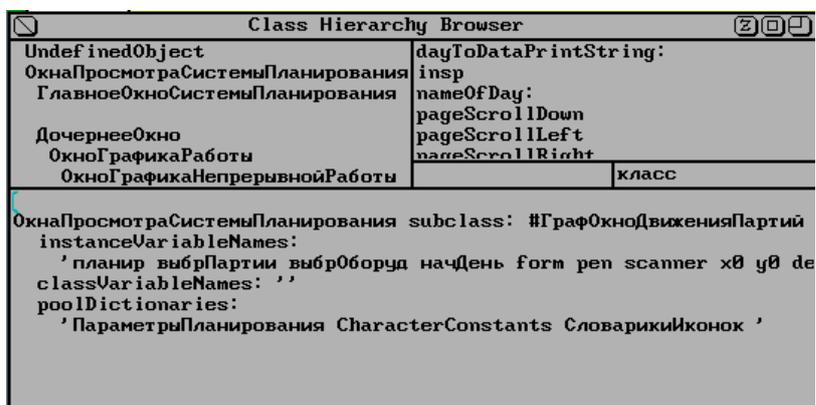


Рисунок 2. Окно просмотра и редактирования классов системы

```

# ПланГода (мПотр:=^фрейм суммарная ТрудПоГруппе:#ток).
<ст>#ГруппаСтанков^фрейм имя=#Станки Токарные;
    мПрин:=^фрейм эфФонд Прин;
    (кСм:=^фрейм коэфСменности)<2,5;
    {(d М Потр:= мПрин-мПотр)<0}.
<раб>#ГруппаРабочих ^фрейм имя=#ГруппаТокарн;
    фРВПрин:=^фрейм фондРВПрин;
    (к РВ:= ^фрейм коэф Исполыз ФондаРВ)<1.
<мер>#Мероприятия список Мероприятий:=^фрейм список Мероприятий.
dMk CM dMф РВ d М мПрин 0 кСМО к РВ О;
{d Mk CM:= мПрин*(2.5/ кСМ - 1) .
d Mф РВ:= ф РВ Прин*(1-к РВ).
d М :=(d М Потр min: d Mk CM) min: d Mф РВ.
мПрин О :=м Прин +d М.
кСМ О:=м Прин О* кСМ/м Прин.
к РВ О:=к РВ + (d М/ ф РВ Прин).}.
modify <ст> ^ фрейм:=фрейм эфФондПрин: м ПринО;
    коэфСменности: кСМ О.
modify <раб> ^ фрейм:=фрейм коэфИсполызФонда РВ: к РВ О;
modify <мер> ^ фрейм:=Список Мероприятий Add: (группа:=#токарная :
название :=#изменить Режим Работы).

```

Рисунок 3. Листинг правила экспертно-диагностической системы

рактивные фреймы задают сценарии «микро-диалогов».

Каждому фрейму поставлено в соответствие определенное поле на экране монитора, в котором представлено его изображение. Изображение любого интерактивного фрейма строится с использованием стандартных фреймов визуализации, имена которых включаются в состав интерактивного фрейма.

Листинг правила «Повышение коэффициента сменности оборудования токарной группы за счет изменения режима работы рабочих этой группы» экспертно-диагностической системы приведен на рисунке 3.

Приведенное правило используется в случае перегрузки станков токарной группы. Правило состоит из левой и правой частей. Левая часть правила представляет предикативную часть продукции (включает элементы условия). Правая часть определяет процедурную компоненту, описывает действия (определяется дополнительная мощность, требуемый коэффициент сменности оборудования и др.). После определения этих переменных изменяются переменные фреймов.

Вначале активизируется корневой фрейм-группа станков, далее динамически формируется необходимая для реализации запросов цепочка фреймов-группа рабочих-мероприятия..

Логический вывод осуществляется при этом путем обмена сообщениями.

Производственная система программирования обеспечивает развитую поддержку по всему процессу работы с ней. В системе поддерживаются функции разработки, отладки и эксплуатации производственных программ в объектно-ориентированной среде.

Создание комплекса моделей автоматизированной системы подготовки и управления групповыми производственными участками на основе искусственного интеллекта позволило повысить эффективность системы.

Объектно-ориентированный анализ предметной области позволил определить информационные и материальные потоки, задачи, методы и процедуры, обеспечивающие повышение эффективности организационно-технологического проектирования. Применение объектно-ориентированного подхода позволило решить проблему сложности при создании сложных программных систем.

Применение многоязыковой среды представления знаний экспертов и объектно-ориентированных моделей позволило реализовать адекватное формальное описание разнородных объектов и процессов в единой программной среде.

Предложенный подход позволил реализовать методологию создания интеллектуальных автоматизированных программно-математических комплексов по обучению, анализу, исследованию и проектированию групповых производственных участков.

21.02.2015

**Список литературы:**

1. Минский, М. Фреймы для представления знаний. – М.: Мир, 1979. – 152 с.
2. Буч, Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения: Пер. с англ. – М.: Конкорд, 1992. – 519 с.
3. Новиков, Н.И. Интеллектуальная объектно-ориентированная имитационная модель производственной системы. Объектные системы – 2013: материалы VII Международной научно-практической конференции/Под общ. ред. П.П. Олейника. Ростов-на-Дону, 2013. – С. 98–104.
4. Новиков, Н.И. Система поддержки решений при организации группового производства. Объектные системы-2013: материалы VII Международной научно-практической конференции/Под общ. ред. П.П. Олейника. Ростов-на-Дону, 2013. – С. 104–110.
5. Новиков, Н.И.. Применение имитационных моделей и экспертных систем при разработке производственных графиков / Н.И. Новиков, В.Н. Новиков. Казанская наука. Сборник научных статей № 9 Вып.1. – Казань: Изд-во Казанский Издательский Дом, 2010. – С. 186-190.
6. Симонова, Л. А. Разработка фреймовой модели структурных элементов технологического процесса для системы автоматизированного выбора инструмента / Л. А. Симонова, Б. Е. Егоров // СТИН, 2014. – № 4. – С. 2-5.
7. Дегтярев, А. В. Модель разграничения прав доступа к информационным объектам системы управления бизнес-процессами авиационного предприятия / А. В. Дегтярев, В. А. Вдовин, С. Е. Пятковский // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО, 2014. – № 3. – С. 38-44.
8. Егоров, Б. Е. База знаний автоматизированной системы выбора инструмента для технологического процесса на основе фреймовой модели / Б. Е. Егоров, Л. А. Симонова, К. В. Клочкова // СТИН, 2014. – № 6. – С. 2-5.
9. Новиков, Н.И. Использование производственно-фреймового подхода для представления знаний в имитационной модели механообрабатывающего участка / Н.И. Новиков, В.Н. Новиков. Материалы всероссийской научно-практической конференции. «Автоматизация и управление технологическими и производственными процессами». Уфа, 2011.– С. 139-144.
10. Капитанов, А.В. Методика проектирования автоматизированных станочных систем многономенклатурного производства / А. В. Капитанов // Автоматизация и современные технологии, 2014. – № 2. – С. 21-23.

Сведения об авторе:

**Новиков Николай Иванович**, доцент кафедры промышленной автоматике  
Уфимского государственного авиационного технического университета, кандидат технических наук

450000, Респ. Башкортостан, г. Уфа, ул. Карла Маркса, 12, e-mail: oka\_novikov@mail.ru