

Результат проделанной работы с сенсором продемонстрирован на рисунке 7 [3].

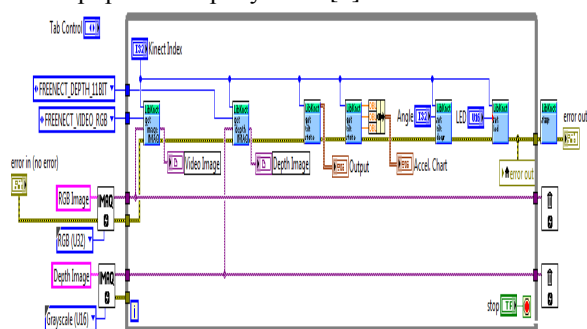


Рис. 6. Блок-диаграмма работы с сенсором Kinect в LabView



Рис. 7. Реализация 3D модели в LabView

### Заключение

Данная платформа создавалась в лаборатории робототехники студенческого бизнес-инкубатора. В данный момент идут отладочные работы, так как система довольно нестабильна. Данный проект предполагается продвигать как универсальную систему 3D моделирования помещений, как для социальных нужд, так и для военной сферы.

### Литература

1. Работа с подвижным роботом DANI. Брошюра .2012 г. – 161с.
2. Официальный сайт компании National Instruments [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.ni.com](http://www.ni.com), свободный
3. Информационный ресурс для робототехников [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://robocraft.ru/>, свободный

## МЕНЕДЖМЕНТ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Кузенков В.З., Зебзеев А.Г., Громаков Е.И.  
Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30  
E-mail: KuzenkovVZ@nipineft.tomsk.ru

### Введение

В последнее время в проектных организациях практически любого масштаба значительно возрос интерес к корпоративным информационным системам управления проектами. Разработка собственных и использование «коробочных» средств информационных систем наталкивается на необходимость детального описания особенностей проектных работ в организации, как в разрезе их менеджмента (Project management), так и в разрезе их выполнения (Project Design).

Многие проектные организации для усиления своих конкурентных преимуществ внедрили СМК (ГОСТ 9001), в рамках которой были предприняты попытки модельного описания процессов. Однако такое описание представляется обычно в нотации статических моделей классов EPC и IDEF. Для управления и мониторинга процессов такого описания недостаточно.

На сегодняшний день существующий уровень реализации как процессного, так и проектного управления в проектных организациях крайне низок. При этом согласованное применение указанных подходов к управлению проектными работами отсутствует. Несмотря на усилия международной организации по стандартизации технологии потоков работ и управления бизнес-процессами Workflow Management Coalition (WfMC), им удалось создать только высокоуровневые спецификации, не касающиеся тонкостей реализации [1]. Более того, до сих пор остается открытым вопрос о выборе метода моделирования структуры процесса, несмотря на то, что предложено значительное множество формальных и неформальных нотаций, предназначенных для этого (IDEF, ISAC, UML и т.д.). Отсутствие методик и технологий, позволяющих сочетать процессное управление деятельностью организации с решением задач управления проектами, является крайне актуаль-

ной проблемой. При этом существуют конкретные требования к модельной динамике процессов. Достаточной для описания проектных работ является событийная динамика.

#### Описание динамики проектных работ

В данной работе рассматривается система управления потоками работ, основанная на высокоуровневых сетях Петри (СП). Этот формализм в последнее время завоевывает все большую популярность, использование которого для управления проектами дает ряд преимуществ:

4. Моделирование фиктивной деятельности в традиционных сетевых методологиях СРМ/PERT оказываются всегда громоздкими. Однако с использованием старшинства связей в СП решение этих проблем могут быть упрощено.

5. СП позволяют моделировать как асинхронность, так и одновременность выполнения проектных процессов. Это позволяет выделять тупиковые ситуации при проектировании, осуществлять согласование процессов и регулировать возникающие конфликты.

6. Информация, генерируемая СП, обеспечивает поддержку решения линейного руководителя. Эта информация полезна для выявления (прокрутки) причин и следствий принимаемых решений.

7. С помощью моделей СП можно осуществлять реструктуризацию и реинжиниринг проектных процессов. СП позволяют динамически отслеживать событийности выполнения проектов и, следовательно, могут использоваться для обеспечения их мониторинга.

8. Если симуляция максимизирует гибкость моделирования процессов проектирования, то неточность аналитических моделей снижает качество анализа. СП лежит между двумя этими подходами, обеспечивая аналитический результат с большей гибкостью симуляции.

9. Динамическая симуляция проекта в СП может быть графически визуализирована. Используя образцы, подсети удобно декомпозировать подробности выполнения проектных процессов. Это позволяет имитировать ход проекта, в целом, сохраняя их принципиальные моменты на переднем плане, а их подробности в фоновом режиме.

10. СП позволяют представлять как независимость проектных ресурсов, так и их частичное потребление, их замену и взаимное исключение.

11. Анализируя поведенческие свойства СП, такие как достижимость и ограниченность, планирование проекта может быть улучшено.

Процесс проектирования хорошо "ложится" на идеологию СП. Его легко разбить на операции, в каждой из которых выполняются некоторые действия с ресурсом, в проекте которого выступают материалы проектирования (проектная документация). Каждая операция заканчивается некоторым результатом, который можно связать с собы-

тием. Процесс проектирования представляет собой движение продуктов проектирования через производственные элементы (рабочие места проектировщиков) от входа к выходу и вызываемое им движение обеспечивающих объектов – документов, файлов и т.д. Множество дискретных состояний процессов движения продуктов проектирования и элементов вспомогательных процессов отображается множеством позиций СП  $P = \{p_i\}, i = 1, n$ .

Маркировка этих позиций представляется в виде вектора  $\mu = [\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n]$ .

Раскрашенная СП использует различные типы фишек. В данной работе используются обобщенные раскрашенные сети, в которых тип фишки представлен абстрактным типом данных (шифром проектируемого объекта в соответствии с внутренним классификатором ОАО «ТомскНИПИнефть», должностями исполнителей и т.д.). Временные аспекты СП используют понятие модельного времени для описания продолжительности действий в реальных объектах. В отличие от классических СП, где срабатывание перехода происходит мгновенно, срабатывание перехода во временной сети связано с определенной продолжительностью или временной задержкой. Это позволяет устанавливать и анализировать временные характеристики реальных объектов, например, время обработки документа исполнителем или всего проекта в целом. Введение временных аспектов позволяет проводить «сглаживание ресурсов» путем анализа временного критического пути. В работе [2] приводится алгоритм сглаживания ресурсов для СП. Мы предлагаем модифицировать данный алгоритм с дополнительной проверкой приоритетов задач. В этом случае более приоритетная задача может сдвинуть сроки выполнения менее приоритетной операции, но не наоборот. При разработке модели СП для планирования длительности бизнес-процессов предлагается руководствоваться нормами времени, которые определяются для каждой операции проектных работ. Тогда при отклонении текущего времени выполнения проекта от норматива по модели СП можно легко определить причину срыва сроков.

Каждая операция процесса представляет собой некоторое действие, выполнение которого в СП связано с процессом срабатывания перехода сети, поэтому множество операций процесса представляется множеством переходов:  $T = \{t_j\}, j = 1, m$ .

Во временных сетях каждому переходу сопоставляется время  $\tau_{t_j} = T_{t_j}, j = 1, m$ . Если переход возбуждается, то метки вызвавшие запуск перехода, покидают входные позиции  $I(t_j)$ . Порождение меток в выходных позициях  $Q(t_j)$  происходит через время  $\tau_{t_j}$ . Основой общей модели является набор субмоделей типовых технологических процессов

проектирования. Условие срабатывания перехода имеет вид  $D^- \cdot u_k \leq \mu_{k-1}$ .

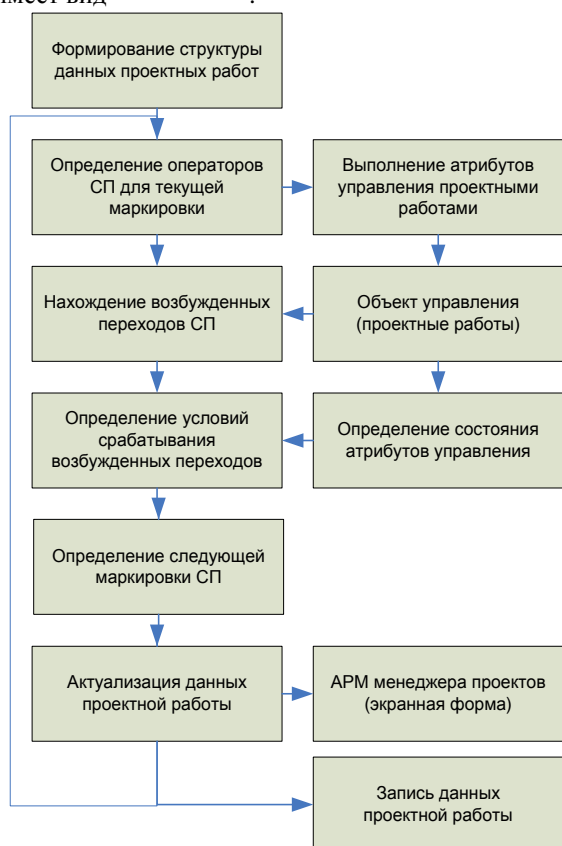


Рис. 1. Блок-схема супервизорного управления проектными работами

Переходы этих моделей отображают технологические операции. Это множество дополняется переходами, моделирующими вспомогательные операции (транспорт, измерения и т.д.).

Множества входных и выходных позиций перехода сети образуют перечень продуктов и ресурсов проектирования, требуемых для запуска операции  $I(t_j) = \{p_i / (p_i, t_j) \in D\}$  и, соответственно, перечень продуктов проектирования, формируе-

мых в процессе ее выполнения  $Q(t_j) = \{p_i / (t_j, p_i) \in D\}$ .

Матрица инцидентий позволяет определить уравнение, формирующее механизм изменения маркировки сети  $\mu_k = \mu_{k-1} + D \cdot u_k$ , где  $u_k$  – вектор-столбец длины  $|T|$ , имеющий единственный ненулевой элемент в позиции  $j$ , равный 1 и, соответственно, определяющий, какой из переходов срабатывает на текущем такте управления. Блок-схема супервизорного управления проектными работами показана на рисунке 1.

### Заключение

Несмотря на все преимущества, представление потоков работ в виде СП являются все же низкоуровневыми и неудобными для использования при подготовке информационной системы. Однако хорошо исследованный аппарат СП позволяет моделировать семантику проектных работ и обеспечивает супервизорные свойства управления потоком проектных работ. Предложенные в [3] инварианты СП позволяют получить все возможные сценарии выполнения проектных работ. СП позволяют уточнить статические модели выполнения проектных работ и тем самым повышают качество регламентирующих документов.

### Литература

1. Официальный сайт международной организации Workflow Management Coalition [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wfmc.ru/>, свободный.
2. V.A. Jeetendra, O.V. Krishnaiah. Petri Nets for project Management and resource Levelling/ Int. J. Adv. Manual. Technol. 2000 г. 516-520 с.
3. Дорпер М.Г. Оптимизация расчета инвариантов сети Петри в рамках задачи формирования сценариев интеграционного тестирования/ Модел. и анализ информ. систем. Т.17, №2. 2010г. 5-16 с.

## ДЕМОНСТРАТИВНАЯ ФУНКЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПИД РЕГУЛЯТОРА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Леонтьев Р.А., Меденцев Н.Н.

Научный руководитель: Тутов И.А.

Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30

E-mail: romanleontev@gmail.com

В своем большинстве, в системах автоматического управления используются классические ПИД регуляторы, синтезируемые на основе традиционных инженерных методов, что составляет порядка 90% всех используемых регуляторов.

В настоящее время при расчете коэффициентов регуляторов локальных систем широко используются достаточно простые динамические модели

промышленных объектов управления. В частности, использование моделей неинерционных звеньев первого или второго порядка с запаздыванием для расчета настроек регуляторов обеспечивает в большинстве случаев качественную работу реальной системы управления.

В связи с этим, возникает задача определения численных значений параметров динамических