

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №4 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-4>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/73TVN416.pdf>

Статья опубликована 30.08.2016.

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Тулохонова И.С., Отбоева С.Д. Решение частной задачи проектирования на основе сети Петри // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №4 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/73TVN416.pdf> (доступ свободный).  
Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**УДК 004.942**

**Тулохонова Инна Степановна**

ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», Россия, Улан-Удэ<sup>1</sup>  
Доцент кафедры «Системы информатики»  
E-mail: ISTulokhonova@mail.ru

**Отбоева Сэсэгма Доржиевна**

ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», Россия, Улан-Удэ  
Доцент кафедры «Системы информатики»  
E-mail: bsesega@mail.ru

## **Решение частной задачи проектирования на основе сети Петри**

**Аннотация.** Ведущее место в сфере информационной деятельности образовательной политики занимают процессы создания оптимальных условий для удовлетворения информационных потребностей на основе формирования и использования информационных ресурсов, возможность автоматизации многих процессов, соответствующих функциям общего и частного менеджмента. При этом процесс создания оптимальных условий для удовлетворения какой-либо деятельности субъектов, является задачей сложной, требующей привлечения различных ресурсов и наличие механизмов их управления. Наличие процедур и правил, регламентирующих совместную деятельность субъектов и ее организацию является базовым свойством системы, определяющей порядок какого-либо вида деятельности и механизм ее функционирования. Помимо механизма функционирования можно выделить механизм управления как совокупность процедур принятия управленческих решений.

Авторы данной работы рассматривают проектную деятельность как частную задачу проектирования самой деятельности и динамической системы взаимодействия субъекта с миром вообще, и реализации опосредованных отношений субъекта в предметной действительности в частности, воздействуя на управляемую систему с целью обеспечения требуемого ее поведения.

Основным аппаратом исследования в настоящей работе является математическое моделирование. Математический аппарат моделирования динамики проектной деятельности в процессе изучения учебного курса, основанный на формализме сетей Петри, представляет метод моделирования в решении частной задачи проектирования, обуславливая принятие оптимального решения в прогнозировании оценки эффективности и качества предметной информационно-образовательной среды.

---

<sup>1</sup> 670013, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, д. 40В, стр. 1

В статье приведены результаты разработки моделей проектной деятельности, организующей процесс управления обучением в предметной информационно-образовательной среде вуза.

**Ключевые слова:** моделирование; проектирование; деятельность; проектная деятельность; управление обучением; информационно-образовательная среда; сеть Петри

### **Введение**

Решение задач проектирования организации деятельности и управления ею в социально-экономической сфере, включая образование, базируются на теоретические и прикладные исследования системных связей и закономерностей функционирования и развития объектов/субъектов и процессов в обществе. В период интенсификации и компьютеризации сферы образования, а также комплексной автоматизации процесса обучения в образовательной системе, особое место занимает управление образовательным процессом – организация и реализация эффективной деятельности субъектов образовательного процесса.

Основные проблемы, связанные с разработкой и применением методов теории управления, проектирования и моделирования, анализа и оптимизации, направленные на совершенствование механизмов принятия решений в организационных системах с целью повышения эффективности их функционирования, во многом базируются на частные решения.

Рассматривая проектную деятельность обучаемого как частную задачу проектирования самой деятельности и системы организации и управления в предметной информационно-образовательной среде на основе построения динамической модели системы управления обучением, можно определить достижимость определенного уровня системы и последовательности событий, приводящих систему в данное состояние деятельности обучаемого.

### **Проектная деятельность как частная задача управления деятельностью в предметной информационно-образовательной среде вуза**

Деятельность рассматривается нами как целенаправленный процесс, который протекает под управлением специалиста (группы) по определенной (личностной, общепринятой) технологии. При этом специалист гарантирует количество и качество продукта, полученного в результате своей деятельности. На основании работ [6, 7] выделим два вида деятельности: учебную и профессиональную, которые принципиально по своей цели отличаются друг от друга. Целью учебной деятельности является развитие способностей (личностных технологий) до уровня, пригодного к профессиональной деятельности. Целью профессиональной деятельности является получение конкурентоспособного продукта. Проектная деятельность как уникальный личностный конструкт является неотъемлемой частью учебной и профессиональной деятельности.

Проектная деятельность в образовательном процессе вуза, как частная задача управления деятельностью в предметной области и один из методов, обеспечивающих системную интеграцию научных знаний и практических действий, представляет некоторый результирующий показатель функции нескольких переменных (управления) [5].

Анализ тенденций формирования и развития проектной деятельности в предметной среде информационно-образовательной среде показывает, что с целью наилучшего

восстановления по исходным статистическим данным условного значения результирующего показателя  $y(x)$  и неизвестной функции регрессии  $f(x) = M(y/x)$  наиболее часто используемые критерии адекватности, представленные в работе [9] недостаточны. Недостатки такого рода проявляются как при передаче объекта проектирования, так и при переходе субъекта деятельности из одной среды в другую.

В силу этого для целостного представления о процессе проектирования необходимо рассматривать совокупность  $\langle O, U, PR, S \rangle$ , где  $O$  – объект;  $U$  – субъект;  $PR$  – процесс проектирования, состоящий из нескольких этапов;  $S$  – информационно-образовательная среда проектирования. Результат проектирования – это отображение субъекта проектирования на различных его этапах.

Опуская аргументацию, можно утверждать, что для сохранения целостного отображения проектной деятельности в информационно-образовательной среде необходимо процесс проектирования рассматривать, выделяя следующие механизмы управления:

- последовательность отображения состояний субъекта в среде проектирования  $U(O, PR)$ ;
- последовательность событий, приводящих к целенаправленному изменению состояний субъекта проектирования в процессе интеллектуальной деятельности  $PR(U, S)$ ;
- механизм принятия решений в оценке состояния  $U(O, S)$  и выбора элементов  $PR(U, S(Pr_i)), i=1, \dots, n$ .

С позиций управляющих операций, выполняемые информационно-образовательной средой проектирования процесс  $PR(U, S(Pr_i))$  преобразуется в процесс  $PR(I, U, S(Pr_i, F))$ . Здесь под  $I$  понимаем интерактивные определения субъекта  $U$ , соответственно  $F$  – некоторая управленческая функция преобразования.

Модель выделенной проектной процедуры можно представить в виде следующего кортежа

$$M_i = \{D, P, F, T\}.$$

Множество данных проектной деятельности:

$$D = \{d_i | i=0 \dots n-1, d_i \in aD\}$$

$$P = \{p_i(D_i U_i) | i=0 \dots m-1, p_i \in aP, D_i \subset D, U_i = \{u_j | j=1 \dots r, u_j \in aU\}$$

$$F = \{f_i | i=0 \dots k-1, f_i \in aF\},$$

$T$  – процессы, протекающие в управляющей проектной процедуре.

Подобным механизмом управления может служить Сеть Петри, моделирующая данный процесс деятельности.

### Сеть Петри в решении частной задачи проектирования

Сеть Петри, как двудольный ориентированный граф, множество вершин которого разбивается на два подмножества и не существует дуги, соединяющей две вершины из одного подмножества, формально, в терминах теории систем, представляет набор элементов (кортеж)  $N = \{T, P, A\}$ , где  $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$  – непустое множество элементов, называемых переходами;  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$  – непустое множество элементов, называемых позициями. Множества

позиций и переходов не пересекаются  $T \cap P = \emptyset$ ;  $A \subseteq (T \times P) \cup (P \times T)$  – множество ориентированных дуг.

По определению, дуга соединяет либо позицию с переходом, либо переход с позицией. Сеть Петри можно интерпретировать по-разному. Можно представить себе, что места представляют условия, а переходы – события.

Состояние сети в каждый текущий момент определяется системой условий. Для того чтобы стало возможным и удобным задавать условие типа «в буфере находится 3 записи», в модель сети Петри добавляются фишки. Фишки изображаются точками внутри места.

Для частного случая модель управления проектной деятельностью в предметной среде приведена на рисунке 1.

Основные позиции  $P_m, P_d, P_t, P_j, P_s, P_e, P_f$  – моделируют внешние условия по отношению к учебному процессу:  $P_m$  – база материалов, наработанных группой в процессе анализа и планирования,  $P_d$  – база ресурсов,  $P_t$  – база тестовых материалов,  $P_p$  – база тем проектных работ,  $P_j$  – архив проектов,  $P_s$  – обучаемый присутствует,  $P_e$  – обучающая система свободна,  $P_f$  – проект выполнен. К основным переходам нужно отнести  $t_s$  – обучаемый входит в систему,  $t_f$  – обучаемый выходит из системы.

Внутренние условия, моделируемые позициями:

$P_1$  – обучение возможно, оценка способностей учащегося произведена;

$P_2$  – тема проекта выбрана;

$P_3$  – взаимодействие участников проектирования возможно;

$P_4$  – обсуждение завершено;

$P_5$  – групповое решение принято, участники готовы к новым взаимодействиям;

$P_6$  – основная проблема выявлена, поставлена цель проектирования;

$P_7$  – способ решения определен;

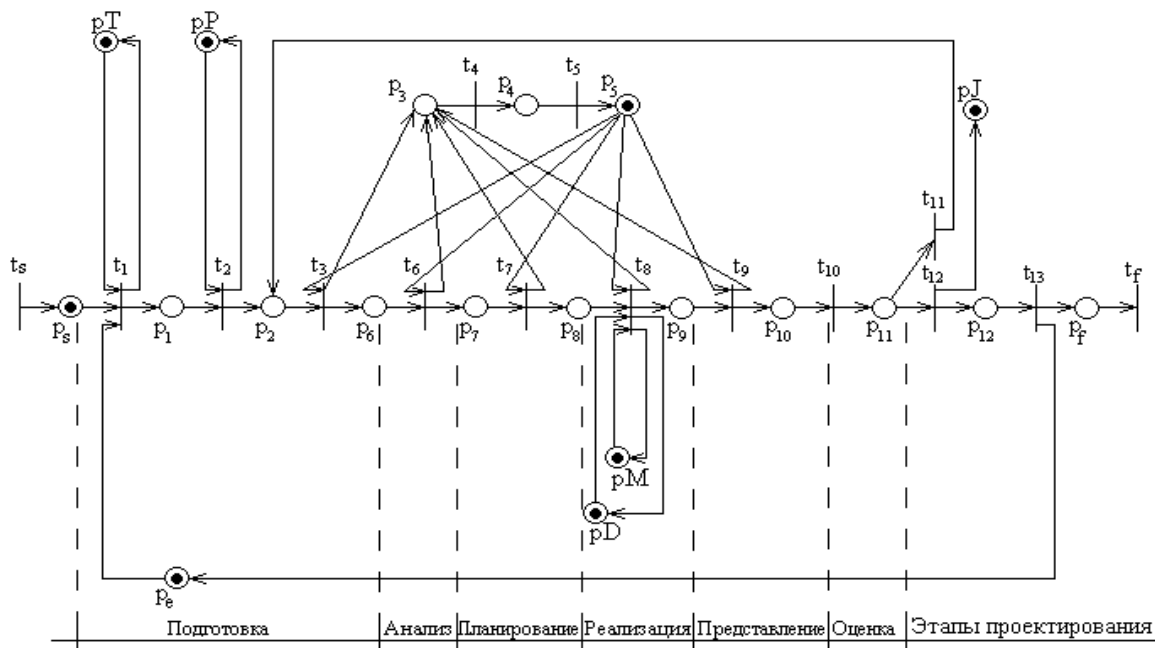
$P_8$  – создан план проекта, алгоритм решения, модели проекта;

$P_9$  – исполнение работ завершено;

$P_{10}$  – анализ проделанной работы выполнен и обобщение работ произведено;

$P_{11}$  – оценивание ответа произведено;

$P_{12}$  – проект завершен.



**Рисунок 1.** Моделирование проектной деятельности сетью Петри<sup>2</sup>

События, моделируемые переходами:

- $t_1$  – производится тестирование и анкетирование;
- $t_2$  – выбирается тема проекта;
- $t_3$  – выявляется проблема (цели работы);
- $t_4$  – проводится обсуждение в группе;
- $t_5$  – принимается групповое решение;
- $t_6$  – определяется метод решения проблемы;
- $t_7$  – создаются план проекта, алгоритм решения, модели проекта;
- $t_8$  – происходит реализация;
- $t_9$  – производится обобщение и анализ работы;
- $t_{10}$  – оценивается результат и процесс;
- $t_{11}$  – отправляется проект на доработку;
- $t_{12}$  – завершается работа над проектом;
- $t_{13}$  – начинается работа над новым проектом.

Отметим также дуги от переходов к позициям  $P_m$ ,  $P_p$ ,  $P_t$  соответственно, которые моделируют процесс возврата образовательных ресурсов в хранилища после использования.

Начальная маркировка позиций сети выглядит следующим образом:

<sup>2</sup> Тулохонова И.С. Модель проектной деятельности в предметной информационно-образовательной среде вуза. // Информатизация образования и науки. – 2011. №2 (10) – М.: Изд-во ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика».

$$\begin{aligned} mMod &= I'1 + I'2 + \dots + I'Mod - \text{база основных учебных модулей;} \\ mP &= \{I'(1,1) + I(1,2) + \dots + I'(1,N)\} + \{I'((2,1) + (1'2,2) + \dots + I'(2,N))\} + \dots \\ &+ \{I'(Mod,1) + I(Mod,2) + \dots + I'(Mod,N)\} - \text{база проектных заданий по модулям;} \\ mT &= \{I'(1,1) + I(1,2) + \dots + I'(1,L)\} + \{I'((2,1) + (1'2,2) + \dots + I'(2,L))\} + \dots + \{I'(Mod,1) + \\ &+ I(Mod,2) + \dots + I'(Mod,L)\} - \text{база тестовых материалов;} \\ mS &= I's; mS = I's; me = I's. \end{aligned}$$

Здесь  $Mod$  – количество модулей в курсе,  $N$  – количество проектных заданий,  $L$  – количество тестовых заданий. Предполагается, что  $Mod < N < L$ .

Все остальные позиции в начальный момент не содержат ресурсов, т.е. имеют нулевую маркировку.

Для работы с очередным модулем из позиции  $P_i$  извлекается одна фишка, затем извлекаются фишки из позиции  $P_p$ , далее из позиции  $P_m$  и  $P_d$ . При создании нового проекта фишка помещается в позицию  $P_j$ .

Порядок функционирования сети при указанной выше начальной маркировке следующий:

Первоначально срабатывает переход  $t_1$ , метка переходит в состояние  $P_i$  и возвращается – учащийся проходит тестирование и анкетирование для выявления индивидуальных технологий (способностей). Данные тестирования учитываются при распределении ролей и формировании групп. Затем срабатывает переход  $t_2$  – учащийся выбирает тему проекта. Переходы  $t_3, t_6, t_7, t_9$  соответствуют анализу полученной информации, выявлению цели проекта, распределению работ и обобщению проделанной работы. Переходы  $t_4, t_5$  соответствуют групповому обсуждению и групповому принятию решений. Последовательность переходов следующая:  $t_3, t_4, t_5, t_6, t_4, t_5, t_7, t_4, t_5, t_9, t_4, t_5$ . После чего срабатывает переход  $t_{10}$  – оценка проекта и процесса. В зависимости от оценки срабатывает переход  $t_{11}, t_{12}$ .

В первом случае (оценка неудовлетворительная) срабатывает переход  $t_{11}$  и начинается доработка проекта, т.е. процесс возвращается в позицию  $P_2$ .

Во втором случае (положительная оценка, но не удовлетворительная) срабатывает переход  $t_{12}$  и в журнал направляется запись о завершении разработки очередного проекта (позиция  $P_j$ ).

Далее срабатывает переход  $t_{13}$  и процесс возвращается к позиции  $P_e$ . Создаются условия для разработки следующего проекта или тема проекта меняется.

Пример протокола проектной деятельности в процессе изучения курса и правила срабатывания переходов в терминах «условие – действие» приведены на рисунке 2.

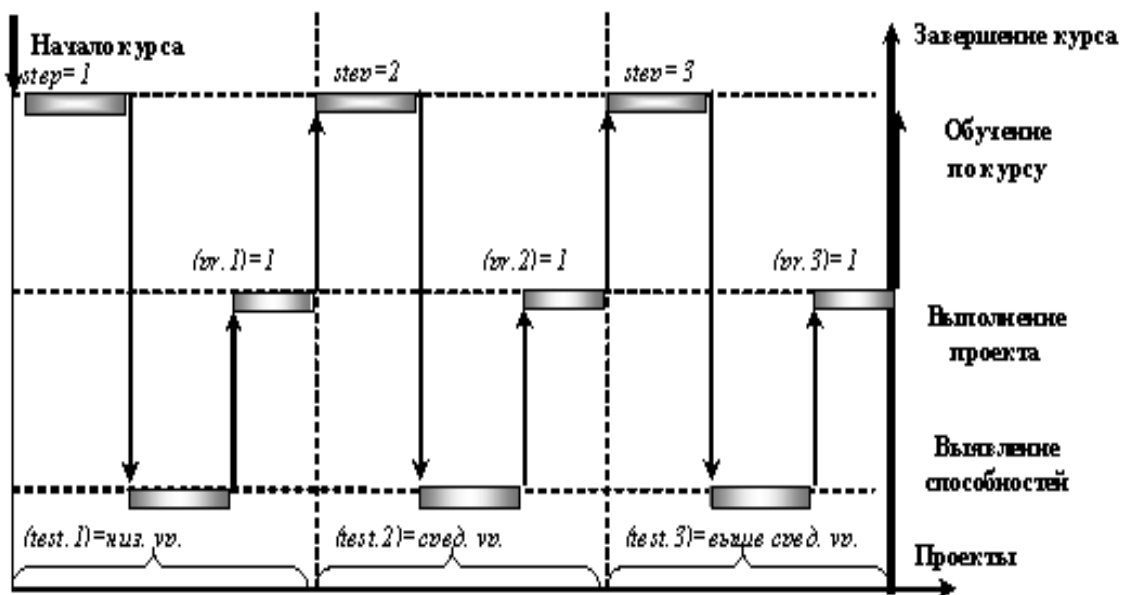


Рисунок 2. Протокол проектной деятельности в процессе изучения курса<sup>3</sup>

Правила срабатывания переходов в терминах «условие – действие» представлены в таблице.

Таблица

Правила срабатывания переходов сети Петри<sup>4</sup>

Переход	Правила срабатывания переходов
t <sub>1</sub>	If ( $\mu(pe) = 1$ and $\mu(ps) \geq 1$ and $\mu(pT) \geq 1$ ) then ( $\mu(p1) = 1$ and $\mu(pe) = 0$ and $\mu(ps) = \mu(ps) - 1$ and $\mu(pT) = \mu(pT) - 1$ );
t <sub>2</sub>	If ( $\mu(p1) = 1$ and $\mu(pP) \geq 1$ ) then ( $\mu(p2) = 1$ and $\mu(p1) = 0$ and $\mu(pM) = \mu(pP)$ );
t <sub>3</sub>	If ( $\mu(p2) = 1$ and $\mu(p5) = 1$ ) then ( $\mu(p3) = 1$ and $\mu(p2) = 0$ and $\mu(p6) = 1$ and $\mu(p5) = 0$ );
t <sub>4</sub>	If ( $\mu(p3) = 1$ ) then ( $\mu(p4) = 1$ and $\mu(p3) = 0$ );
t <sub>5</sub>	If ( $\mu(p4) = 1$ ) then ( $\mu(p5) = 1$ and $\mu(p4) = 0$ );
t <sub>6</sub>	If ( $\mu(p5) = 1$ and $\mu(p6) = 1$ ) then ( $\mu(p7) = 1$ and $\mu(p3) = 1$ and $\mu(p5) = 0$ and $\mu(p6) = 0$ );
t <sub>7</sub>	If ( $\mu(p5) = 1$ and $\mu(p7) = 1$ ) then ( $\mu(p8) = 1$ and $\mu(p3) = 1$ and $\mu(p5) = 0$ and $\mu(p7) = 0$ );
t <sub>8</sub>	If ( $\mu(p8) = 1$ and $\mu(pM) \geq 1$ and $\mu(pD) \geq 1$ ) then ( $\mu(p9) = 1$ and $\mu(pM) = \mu(pM) - 1$ and $\mu(pD) = \mu(pD) - 1$ and $\mu(p8) = 0$ );
t <sub>9</sub>	If ( $\mu(p5) = 1$ and $\mu(p9) = 1$ ) then ( $\mu(p10) = 1$ and $\mu(p3) = 1$ and $\mu(p5) = 0$ and $\mu(p9) = 0$ );
t <sub>10</sub>	If ( $\mu(p10) = 1$ ) then ( $\mu(p11) = 1$ and $\mu(p10) = 0$ );
t <sub>11</sub>	If ( $\mu(p11) = 1$ ) then ( $\mu(p2) = 1$ and $\mu(p11) = 0$ );
t <sub>12</sub>	If ( $\mu(p11) = 1$ ) then ( $\mu(p12) = 1$ and $\mu(pJ) = \mu(pJ) + 1$ and $\mu(p11) = 0$ );
t <sub>13</sub>	If ( $\mu(p12) = 1$ ) then ( $\mu(pe) = 1$ and $\mu(pf) = 1$ and $\mu(p12) = 0$ ).

Заключение

Исследование свойств сети Петри, моделирующей проектную деятельность участников образовательного процесса в предметной информационно-образовательной среде,

<sup>3</sup> Тулохонова И.С. Субъектная методика проектной деятельности в предметной среде. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2014.

<sup>4</sup> Разработаны авторами.

заключается в построении полного дерева маркировок сети при заданной начальной маркировке, что позволяет выявить особые ситуации. Одной из таких ситуаций могут стать тупиковые маркировки, когда не может сработать ни один переход и система оказывается заблокированной. На основе анализа дерева маркировок решается частная задача проектирования в достижимости определенного уровня системы и определения последовательности событий, приводящих систему в заданное состояние деятельности обучаемого.

Таким образом, представленный в статье метод моделирования в решении частной задачи проектирования обуславливает алгоритм прогнозирования оценки эффективности и качества предметной информационно-образовательной среды в поддержке принятия обоснованного решения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Abdulmyanova I.R. (2010). Formation of professional personal thesaurus as a goal of the professional education // Tomsk State Pedagogical University Bulletin. – 2010 – №2. – P. 36 – 39.
2. Bechhofer S., Goble C. (2001). Thesaurus construction through knowledge representation // Data & Knowledge Engineering. – 2001 - Vol. 37. – №1 – P. 25-45.
3. Кельтон В. Имитационное моделирование. – 3-е изд.: пер. с англ. / В. Кельтон, М. Лоу. – СПб.: Питер, 2007 – 847 с.
4. Воевода А.А. Методика автоматизированного проектирования программного обеспечения функционирования сложных систем на основе совместного использования UML диаграмм и сетей Петри / А.А. Воевода, А.В. Марков. – Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2014. – №2 (42). – С. 110–115.
5. Колесов Ю.Б. Моделирование систем. Практикум по компьютерному моделированию / Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. – СПб.: ВHV-Петербург, 2007 – 352 с.
6. Новиков Д.А. Модели и механизмы управления образовательными сетями и комплексами. / Новиков Д.А., Глотова Н.П. – М.: Институт управления образованием РАО, 2004. – 142 с.
7. Нуриев Н.К. Дидактическое пространство подготовки компетентных специалистов в области программной инженерии. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2005. – 244 с.
8. Пак Н.И. Проективный подход в обучении как информационный процесс. – Красноярск: Изд-во КГПУ им. В.П. Астафьева, 2008. – 112 с.
9. Самарский А.А. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры. – 2-е изд., испр. / А.П. Михайлов, А.А. Самарский. М.: Физматлит, 2001 – 320 с.
10. Тулохонова И.С. Модель проектной деятельности в предметной информационно-образовательной среде вуза // Информатизация образования и науки. – 2011. №2 (10) – М.: Изд-во ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика» – С. 14-27.
11. Тулохонова И.С. Субъектная методика проектной деятельности в предметной среде. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2014. – 116 с.



**Tulokhonova Inna Stepanovna**

East Siberia state university of technology and management, Russia, Ulan-Ude  
E-mail: ISTulokhonova@mail.ru

**Otboeva Sesevna Dorgievna**

East Siberia state university of technology and management, Russia, Ulan-Ude  
E-mail: bsesevna@mail.ru

## **Solution of the private problem of design on the basis of the Petri network**

**Abstract.** The leading position in the sphere of information activities of educational policy is taken by processes of creating the optimal conditions for satisfaction of information needs on the basis of formation and use of information resources, a possibility of automation of many processes corresponding to functions of the general and private management. The process of creating the optimal conditions for satisfaction of some activities of subjects is a complicated task requiring the involvement of different resources and the availability of mechanisms of their management. Existence of procedures and rules governing the joint activities of the subjects and its organization is a basic property of the system, which determines the order of some kind of activity and the mechanism of its functioning. Besides the mechanism of functioning it is possible to allocate the mechanism of management as the totality of management decision-making procedures.

The authors of this paper consider the project activities as a private task of designing the activity itself and the dynamic system  $s$  of interaction with the world in general and the implementation of indirect relationships subject to objective reality in particular by acting on the control system in order to ensure the required its behavior.

The main tool in this paper is the mathematical modeling. The mathematical apparatus of modeling the dynamics of the design activity during the study course, based on the formalism of Petri nets, is a method of modeling in solving the problem of designing a private, stipulating the adoption of optimal solutions in predicting the efficacy and quality of substantive information and educational environment.

In article results the modeling design activities, organizing the learning management process in the subject of information-educational environment of higher education institution.

**Keywords:** modeling; design activities; project activity; training management; information-educational environment; the network of Petri

## REFERENCES

1. Abdulmyanova I.R. (2010). Formation of professional personal thesaurus as a goal of the professional education // Tomsk State Pedagogical University Bulletin. – 2010. – No. 2. – P. 36 – 39.
2. Bechhofer S., Goble C. (2001). Thesaurus construction through knowledge representation // Data & Knowledge Engineering. – 2001. - Vol. 37. – No. 1 – P. 25-45.
3. Kelton V. Imitating modeling. – 3rd prod.: the lane with English / V. Kelton, M. Lowe. – SPb.: St. Petersburg, 2007. – 847 p.
4. Voivode A.A. Metodika of the automated design of the software of functioning of difficult systems on the basis of sharing of UML charts and Petri's networks / A.A. Voivode, A.V. Markov. – Modern technologies. System analysis. Modeling. – 2014. – No. 2(42). – S. 110-115.
5. Kolesov Yu.B. Modeling of systems. Workshop on computer modeling / Yu.B. Kolesov, Yu.B. Senichenkov. – SPb.: BHV St. Petersburg, 2007. – 352 s.
6. Novikov D.A. Models and mechanisms of management of educational networks and complexes / Novikov D.A., Glotova N.P. – M.: Institute of management of formation of Russian joint stock company, 2004. – 142 s.
7. Nureyev N.K. Didactic space of training of competent experts in the field of program engineering. – Kazan: Publishing house Kazan. un-that, 2005. – 244 s.
8. Pak N.I. Projective approach in training as information process. – Krasnoyarsk: KGPU publishing house of V.P. Astafyev, 2008. – 112 s.
9. Samara A.A. Mathematical modeling: ideas, methods, examples. – 2nd prod., cor. / A.P. Mikhaylov, A.A. Samarsky. M.: Fizmatlit, 2001. – 320 s.
10. Tulokhonova I.S. model of design activity in the subject information and education environment of higher education institution // Informatization of science and education. – 2011 No. 2 (10) – M.: GNII ITT Informika Federal State Institution publishing house – S. 14-27.
11. Tulokhonova I.S. A subject technique of design activity in the subject environment. – Ulan-Ude: VSGUTU publishing house, 2014. – 116 s.