

МЕТОД ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

METHOD OF EFFECTIVE MANAGEMENT OF THE PROCESSES OF DEVELOPMENT OF COMPETENCES IN EDUCATIONAL ENVIRONMENTS

L. Ponomareva
P. Golosov
A. Mosyagin
V. Gorelov

Summary. The article describes the information processes of development of competences in educational environments. Proposed method of control the development of competencies. Built a Petri net modeling the process of learning.

Keywords: competence, mathematical model, information processes student learning, Petri net.

Пономарева Людмила Алексеевна

К.ф.-м.н., доцент, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (г. Москва)

ponomarevala@bk.ru

Голосов Павел Евгеньевич

К.т.н., Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (г. Москва)

pgolosov@gmail.com

Мосягин Александр Борисович

К.т.н., доцент, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (г. Москва)

albor99@mail.ru

Горелов Владимир Иванович

Д.т.н., профессор, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (г. Москва)

vigorelov@mail.ru

Аннотация. В статье исследованы и описаны информационные процессы освоения компетенций в образовательных средах. Предложен метод управления освоением компетенций. Построена сеть Петри, моделирующая процесс обучения.

Ключевые слова: компетенция, математическая модель, информационные процессы обучения студентов, сеть Петри.

Введение

Одной из важных задач, поставленной президентом РФ перед российскими вузами: улучшение показателей в мировых рейтингах. Решение этой задачи требует комплексного подхода. Разработка методов управления процессами, протекающими в образовательных средах — один из вариантов повышения оценки эффективности работы вуза.

Разработка математической модели, отражающей процесс освоения компетенций будущими специалистами является важной частью эффективного управления. Планирование таких работ, как проведение занятий, контроль успеваемости, проведение практик, научных исследований должно управляться посредством моделей, реализуемых в информационных системах [1].

Объектом исследования данной работы являются процессы освоения компетенций в образовательных средах.

Предметом исследования является процесс разработки модели освоения компетенций для анализа и перспективной оценки.

Целью исследования является повышение эффективности управления объектом для улучшения качества образования.

Научная новизна исследования — предложенная модель позволяет разработать алгоритм поведения для повышения степени освоения компетенции

Овладение компетенциями происходит в процессе реализации учебной программы. Одни компетенции осваиваются в один этап в рамках одной учебной дисциплины, другие — в несколько этапов и в результате выполнения различных видов учебных работ. Например, профессиональная компетенция ПК 1 — владение навыками научных исследований политических процессов и отношений, методами сбора и обработки данных. В соответствии с паспортом она осваивается в рамках дисциплин «Методы обработки статистической информации»,

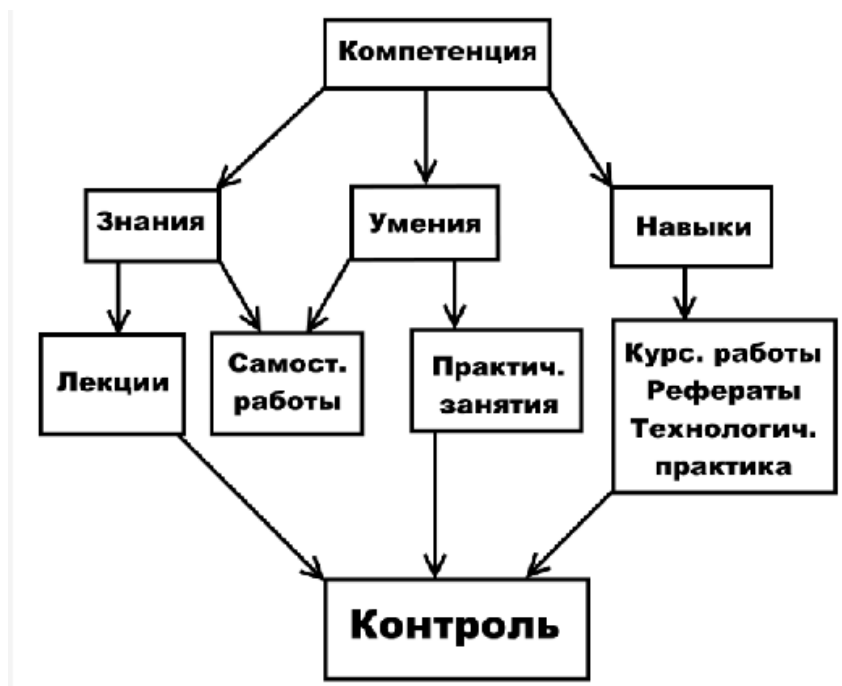


Рис. 1. Организация учебного процесса по освоению компетенций

«Методы сбора и анализа данных», «Политический анализ и прогнозирование», «Политическая социология», «Диагностика социально-политической ситуации», «Политическая регионалистика», «Внешняя политика Российской Федерации». Освоение происходит в три этапа, которые охватывают различные виды аудиторных занятий: лекции, практические занятия. Внеаудиторные занятия: самостоятельная работа, научные исследования, курсовые работы. Паспортом компетенции рекомендуются различные виды контроля: экзамены, зачеты, самостоятельные работы, тестирование. Схема организации учебного процесса представлена на рис. 1.

Анализ бизнес процессов

При анализе процесса обучения студентов были выделены следующие сущности процесса: преподаватель, студент.

Выделены следующие бизнес процессы: проведение лекций, проведение практических занятий, консультирование курсового проекта, подготовка технологической практики, проведение тестирования, проверка и оценка знаний. В соответствии с рекомендациями в [2] для моделирования бизнес процессов была выбрана функциональная диаграмма в нотации IDEF3. На рис. 2 представлена функциональная диаграмма двух этапов освоения компетенции ПК1. Авторами предполагается, что к третьему этапу освоения компетенции — технологической практике, студенты допускаются по результатам освоения начальных эта-

пов. Поэтому для большей наглядности, модель строится для первых двух этапов.

Статическая функциональная диаграмма преобразовывается в динамическую модель в нотации сетей Петри. Каждой работе на диаграмме соответствует переход сети Петри, а позиции сети — это стрелки, соединяющие работы [3, 4, 5]. Перекрестки могут быть заменены согласно таблице 1.

Для реализации динамической модели был использован инструмент CPN Tools [6], который свободно распространяется для некоммерческих организаций.

Чтобы не перегружать модель однотипными операциями, этапы освоения компетенции ПК1 разбиты на три параллельных процесса: выполнение практических заданий, выполнение курсового проекта, написание реферата. Переменная «student» описывает состояние студента: номер студента, набранный балл, «yes / no» — защитил работу / не защитил работу. Изначально все студенты имеют сто баллов. При каждой неудачной попытке защиты очередной работы баллы уменьшаются. По конечной величине баллов принимается решение об изменении статуса студента (допускать к практике или нет). Переходы: t1, exam, get, analiz -отражают момент сдачи или защиты выполненной работы. Структура данных в накопителе данных о прохождении обучения типа list (список). Каждый элемент списка — тип данных record: Student (num, ball). На рис. 3 представлен фрагмент раскрашенной сети Петри процесса освоения ком-

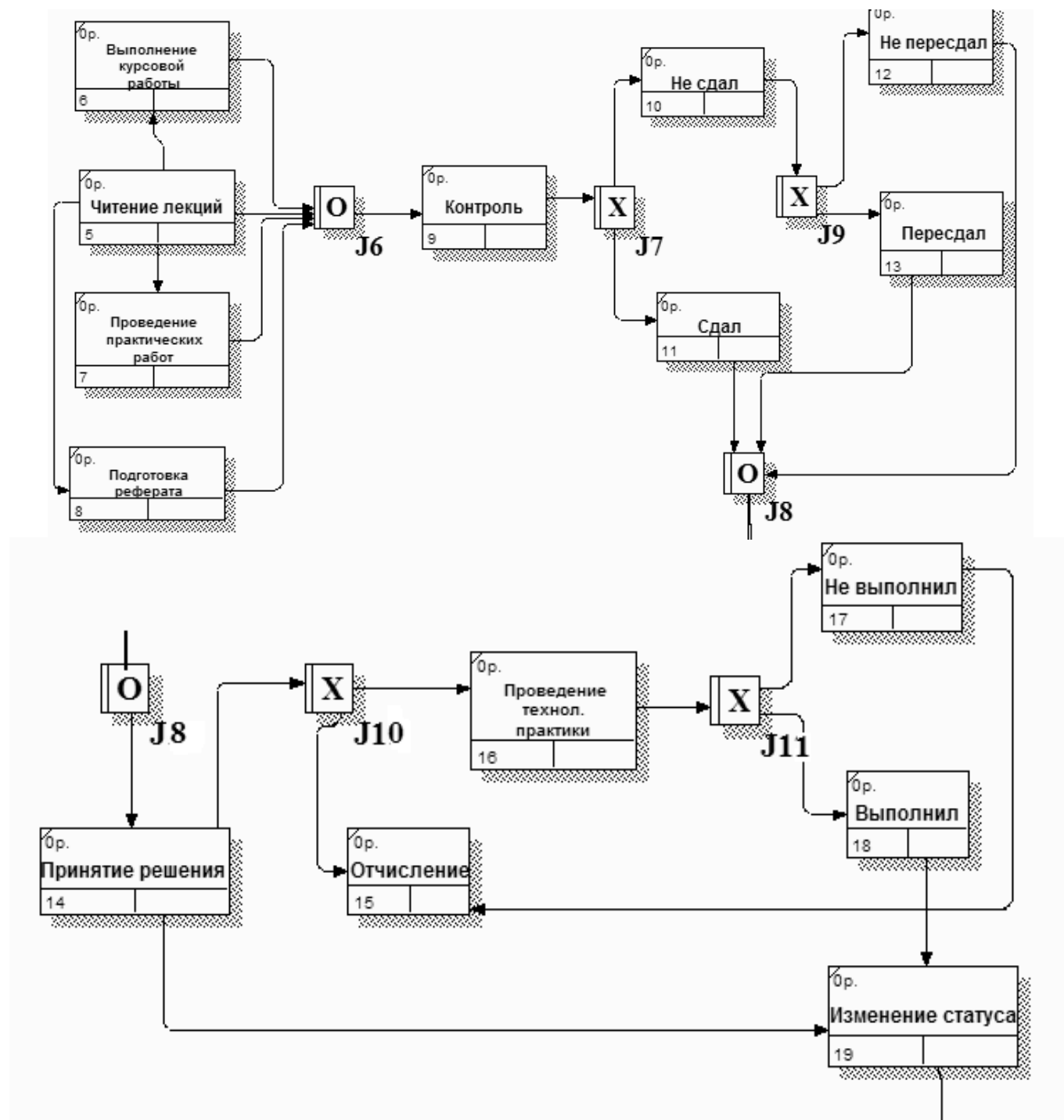


Рис. 2. Функциональная диаграмма первого и второго этапов освоения компетенции

петенции (выполнение и защита практических работ) в состоянии начальной маркировки. В позиции «student» находится 16 фишек, что соответствует числу студентов в группе. В позиции «lab» — 8 фишек — количество практических работ в модуле. После перехода «analiz» происходит разделение потока студентов на сдавших работу и не сдавших, позиции: «student_no» и «student_yes». По-

ток сдавших студентов перейдет в следующий фрагмент сети, а не сдавшим студентам будет предоставлено три попытки на пересдачу.

В процессе выполнения и защиты работ происходит изменение первоначальной разметки, которая представлена на рис. 4.

Таблица 1. Соответствие перекрестков элементам сети Петри

Перекрестки диаграммы	Элементы сети Петри
  AND AND	 
  OR OR	 
 XOR	 

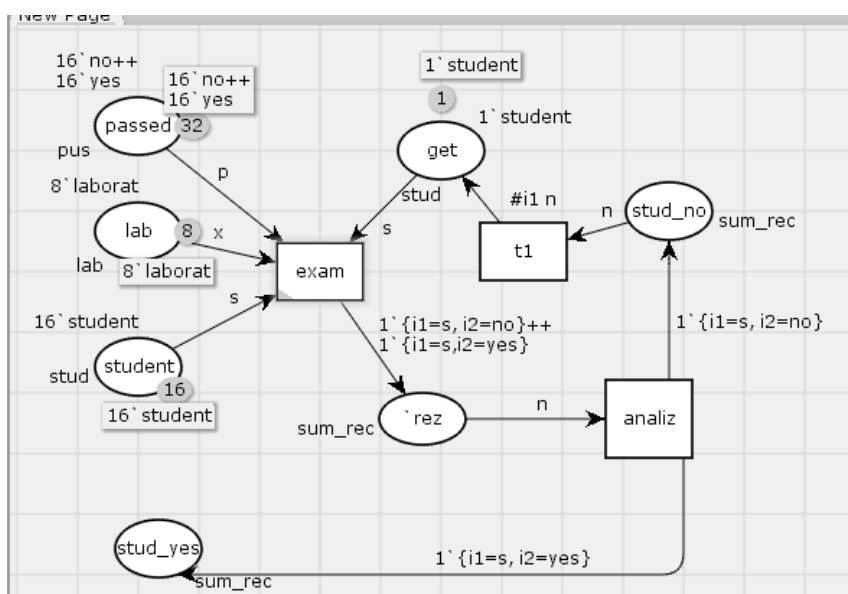


Рис. 3. Фрагмент раскрашенной сети Петри процесса освоения компетенции

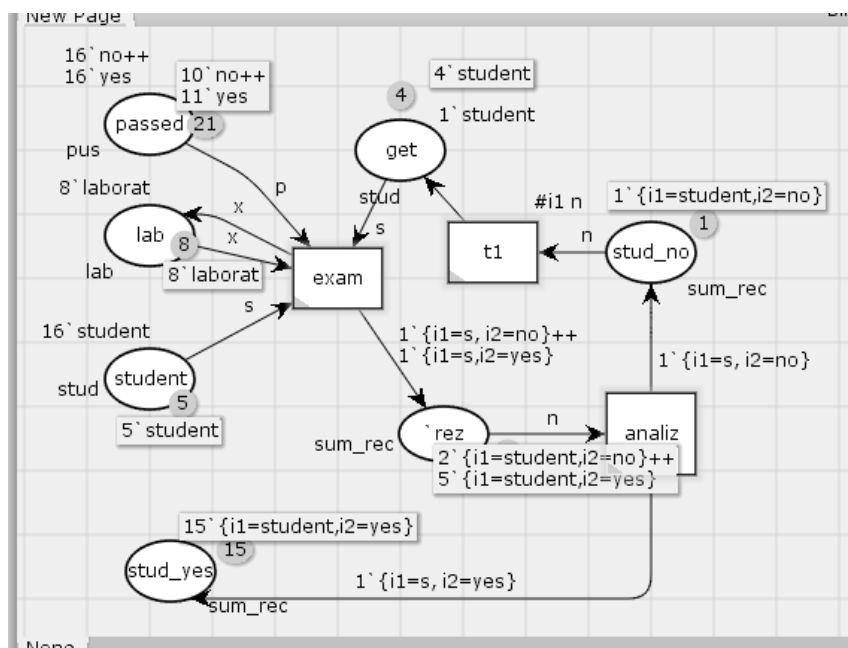


Рис. 4. Изменение первоначальной маркировки сети в процессе выполнения и защиты работ

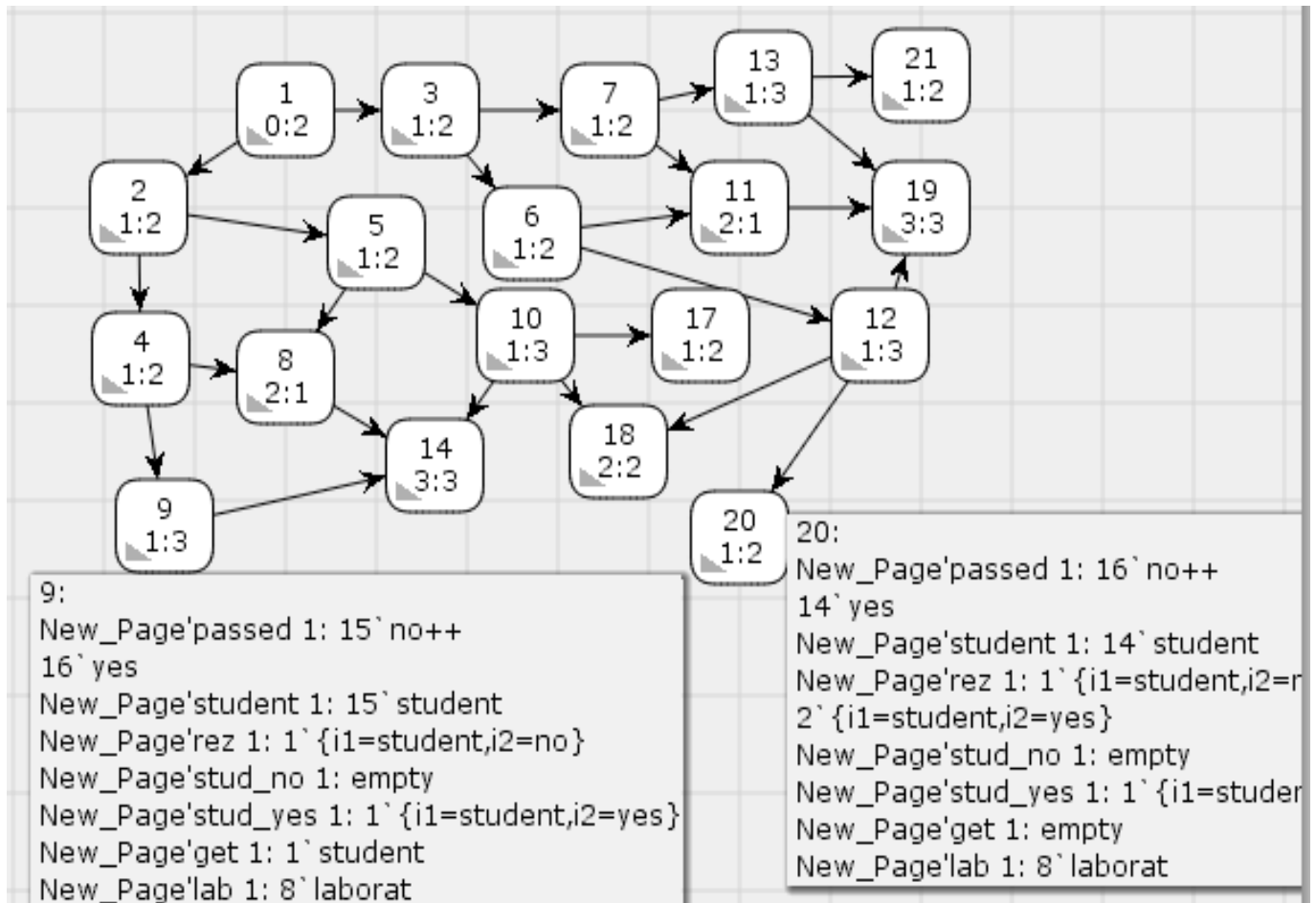


Рис. 5. Дерево достижимости

В процессе моделирования на данном этапе освоения компетенции неуспевающим оказывается один студент. Для проверки работоспособности модели необходимо провести анализ построенной сети.

Анализ сети

Переименуем позиции и переходы: student — p_1 , lab — p_2 , passed — p_3 , res — p_4 , stud_yes — p_5 , srud_no — p_6 , get — p_7 , exam — t_1 , analiz — t_3 .

Сеть Петри определяется кортежем $\langle P, T, I, O, \mu_0 \rangle$. Структура построенной сети (рис. 3):

- $P = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7\}$ — множество позиций;
- $T = \{t_1, t_2, t_3\}$ — множество переходов;
- μ_0 — начальная маркировка сети;
- входные функции: $I(t_1) = \{p_6\}$;
- $I(t_2) = \{p_1, p_2, p_3, p_7\}$;
- $I(t_3) = \{p_4\}$;
- выходные функции: $O(t_1) = \{p_7\}$;
- $O(t_2) = \{p_4, p_2\}$;
- $O(t_3) = \{p_5, p_6\}$.

Необходимым условием достижимости любой маркировки является неотрицательное целочисленное решение матричного уравнения

$$\mu_0 + f(X) * D = \mu', \tag{1}$$

где $D = D^+ - D^-$ — составная матрица изменений, μ_0 — начальная маркировка, μ' — любая отличная от начальной маркировка, $f(X)$ — вектор запуска последовательности переходов. Этот вектор показывает количество переходов. Матрицы $D^-(j, i) = K(P_i, I(t_j))$, $D^+(j, i) = K(P_i, O(t_j))$, K — кратность позиции по входам и выходам. Определим параметры уравнения.

$$D^+ = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad D^- = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad D = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

После удаления линейно зависимых строк

$$D = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \end{pmatrix} D^{-1} = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$f(X) = (\mu' - \mu_0) * D^{-1} \quad (2)$$

Решение уравнения 2 должно быть неотрицательным целочисленным. Рассмотрим начальную маркировку (16, 8, 32). При каких условиях работы переходов можем получить маркировку (5, 8, 21)?

Подставив в уравнение 2 полученные параметры, найдем вектор решения $f(X) = (9, 20, 20)$. Условие достижимости любой маркировки выполняется, кроме того, вектор $f(X)$ является функцией последовательности срабатывания переходов. Чтобы выявить саму последовательность, необходимо провести дополнительные исследования. Но для представленного фрагмента видно, что при существующем алфавите (t_1, t_2, t_3) , сеть может порождать только два слова: t_3, t_2, t_1 и t_1, t_2, t_3 .

Еще одним способом анализа сети может быть построенное дерево достижимости сети Петри (ДДСП). Дерево может иметь бесконечно много узлов. Маркировки могут повторяться. На рис. 5 представлено дерево достижимости построенной сети. Однотипные маркировки удалены.

По узлам 9 и 20 (вектор решения уравнения 2) можно судить о порядке срабатывания переходов t_1, t_2, t_3 .

Полученные результаты

Динамическая модель процесса выполнения и защиты практических работ в нотации сетей Петри позволила оценить степень освоения компетенции группой студентов из 16 человек. Неудачным оказался один, что совпадает с реальными результатами. Для оценки работоспособности модели был применен матричный метод анализа сети. Решением матричного уравнения (2) является целочисленный неотрицательный вектор. Необходимое условие достижимости любой маркировки сети выполнено. Но не все комбинации последовательности срабатывания переходов подходят для работы полученной модели. Так как анализировался небольшой фрагмент сети, дальнейшие исследования не понадобились. Очевидно, что подходят только две комбинации переходов: t_3, t_2, t_1 и t_1, t_2, t_3 . Этот вывод подтверждает ДДСП (рис. 5).

Заключение. Математическая модель была построена для освоения профессиональной компетенции ПК 1. Но это не означает, что использование модели ограничено применением только к данной компетенции. В работе были исследованы и описаны общие информационные процессы, протекающие в образовательных средах. Смоделирован процесс обучения студентов, построена в нотации сетей Петри и проанализирована имитационная модель одного из этапов освоения компетенций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермакова Т. Н., Ромашкова О. Н. Повышение эффективности управления информационными потоками в образовательном комплексе // Вестник РГРТУ. 2016. № 57. С. 82–87.
2. Ромашкова О.Н., Ермакова Т. Н. Методика выбора информационной модели для оценки показателей качества обучения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2015. № 2. С. 14–20.
3. Пономарева Л.А., Голосов П. Е. Разработка математической модели учебного процесса в вузе для повышения качества образования // Фундаментальные исследования. 2017. № 2. С. 77–81.
4. Алонцева Е.Н., Анохин А. Н., Саакян С. П. Структурное моделирование процессов и систем // Учебное пособие по курсу «CASE и CALS технология. «МИФИ», Обнинск, 2015. С. 75.
5. Лядова Л. Н., Нестеров Р. А. О подходе к генерации аналитических моделей на основе визуальных моделей бизнес-процессов. // Вестник пермского университета. Серия: математика, механика, информатика. Вып. 4 (31). 2015. С. 95–104.
6. <http://www.daimi.au.dk/CPNTools>

© Пономарева Людмила Алексеевна (ponomarevala@bk.ru), Голосов Павел Евгеньевич (pgolosov@gmail.com),

Мосягин Александр Борисович (albor99@mail.ru), Горелов Владимир Иванович (vigorelov@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»