



ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 681.324

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ПРОХОЖДЕНИЯ КУРСА ОБУЧЕНИЯ НА БАЗЕ РАСКРАШЕННЫХ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Дерябина Светлана Евгеньевна, Яковлев Сергей Владимирович

Разработаны модели процесса прохождения курса обучения, включающего промежуточное и итоговое тестирование. Прохождение курса обучения возможно в специализированном классе и дистанционно с применением телекоммуникационных технологий.

Ключевые слова: процесс прохождения курса, математическая модель, CPN Tools.

Models of teaching course passing process which includes intermediate and final testing have been developed. Teaching course passing is possible in specialized classroom and distantly with the use of telecommunication technologies.

Key words: process of course passing, mathematical model, CPN Tools.

Введение. В сфере образования под качеством обучения, т. е. под удовлетворением требований заказчика, подразумевается соответствие знаний и умений выпускников учебного заведения требованиям, предъявляемым со стороны реального сектора экономики. Общество через спрос на выпускников на рынке труда доводит до учебных заведений свои потребности и контролирует уровень подготовки специалистов. Престиж ССУЗа и ВУЗа зависит от того, как котируются на рынке труда и куда устраиваются на работу его выпускники.

Временная задержка между получением знаний и умений в учебном заведении и их оценкой в производственных условиях составляет несколько лет. Следовательно, практическая оценка качества обучения со стороны отраслей, использующих специалистов, является лишь вспомогательной и не может играть основную роль в управлении качеством обучения, поскольку она излишне инерционна.

Постановка задачи. Управление качеством обучения в учебном заведении возможно на основе как оценки знаний и умений обучающихся путем тестирования, так и оценки показателей организации, процесса и средств обучения.

Тестирование знаний путем проведения контрольных мероприятий является важным и необходимым элементом учебного процесса, однако в системе управления качеством результаты тестирования играют лишь вспомогательную роль. Тестирование непосредственно не указывает на причины и источники появления изъянов, оно является выборочным в отношении изучаемого материала и направлено преимущественно на оценку знаний и в меньшей мере на выявление умений обучаемых. Кроме того, на экзаменах и зачетах выявляется итоговый уровень полученных знаний, и если он недостаточен, то для соответствующих студентов этот уровень оказывается окончательным, исправление возможно уже только по отношению к последующим поколениям обучающихся.

В связи с этим возникает потребность в разработке моделей, которые отражают не только особенности контроля знаний обучаемых, но и параметры процесса обучения, его организацию и применяемые средства.

Решение задачи. Рассмотрим работу системы дистанционного обучения на платформе Moodle. Применим методологию раскрашенных (цветных) сетей Петри – Coloured Petri Net (CPN) [2, 4 – 6].

Одноресурсные модели процесса прохождения промежуточного и итогового тестирования реализованы в работе [1]. С целью совершенствования процесса функционирования моделей проведем дифференциацию ресурсов и введем временной механизм.

Раскрашенная сеть Петри, моделирующая процесс прохождения промежуточного тестирования, приведена на рис. 1. Данная сеть содержит два множества узлов: множество позиций $P = \{P_1, ..., P_7\}$, которые обозначены кружками, и множество переходов $T = \{t_1, ..., t_8\}$, обозначенные планками. Узлы соединены дугами двух видов: от позиций к переходам и от переходов к позициям. Маркировка позиций моделирует выполнение условий, а переходы при своем срабатывании – наступление событий. Выражения на всех дугах имеют один и тот же вид: $1's$, что означает передачу по дуге единичного целочисленного ресурса.

Рассмотрим смысл условий и событий, происходящих в системе.

Условия, моделируемые позициями:

P_{11} – изучение модуля возможно;

P_{12} – основной материал модуля выбран;

P_{13} – прохождение теста;

P_{14} – готов к выбору дополнительного материала модуля;

P_{15} – оценивание ответа;

P_{16} – промежуточное тестирование успешно завершено;

P_f – переход к следующему модулю возможен;

P_M – база основных учебных модулей;
 P_D – база дополнительных материалов;
 P_T – база тестовых материалов;
 P_K – готовность к обучению;
 P_n – обучаемый в сети;
 P_i – доступ к сети возможен;
 P_e – доступ к системе возможен;
 P_J – журнал учета пройденных модулей.

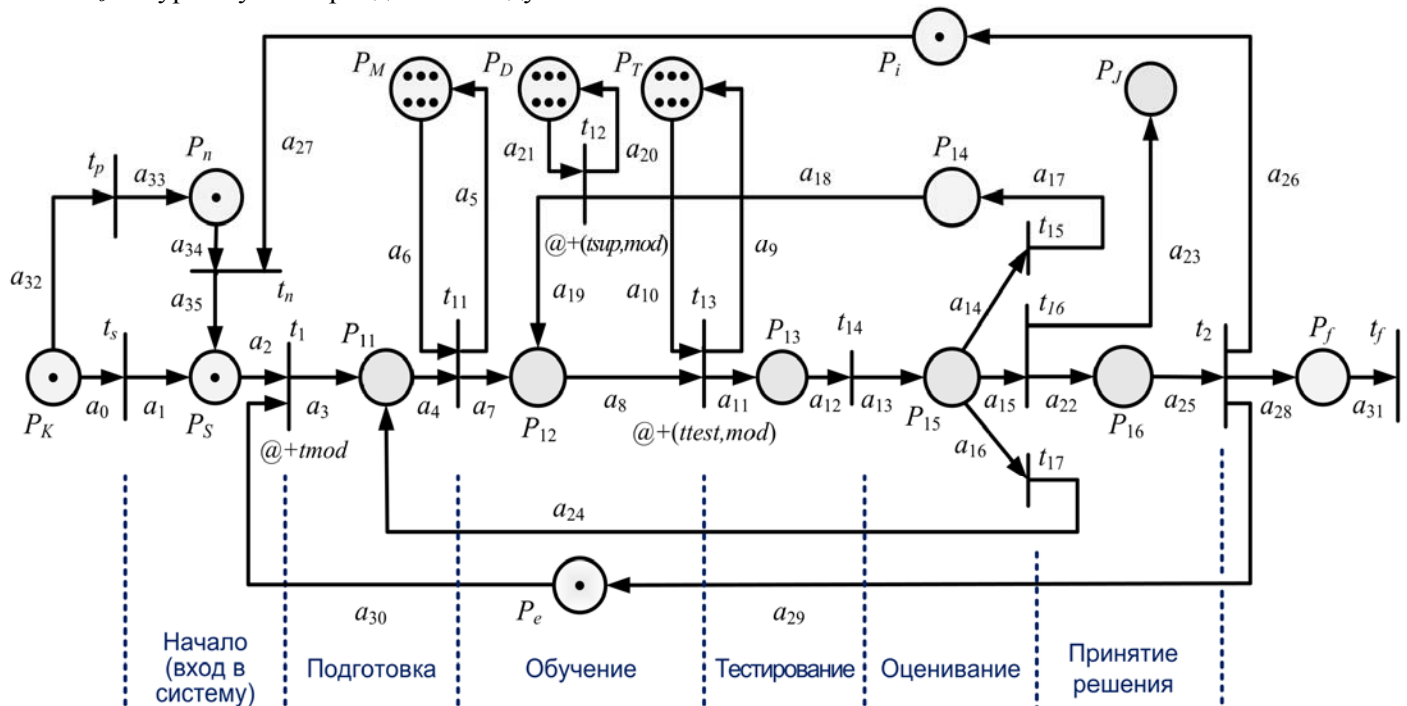


Рисунок 1 – Модель прохождения промежуточного тестирования

События, моделируемые переходами:

t_1 – изучение основного материала модуля начинается;
 t_2 – изучение материала модуля завершается;
 t_3 – тестирование начинается;
 t_4 – тестирование завершается;
 t_5 – изучение дополнительного материала начинается;
 t_6 – изучение дополнительного материала завершается;
 t_7 – повторное изучение модуля начинается;
 t_8 – изучение модуля завершается;
 t_9 – обучаемый присутствует;
 t_f – курс пройден;
 t_p – инициализация подключения;
 t_n – обучаемый входит в систему удаленно.

Рассмотрим необходимые для моделирования цветовые множества (ресурсы):

Color INT = integer – счетчик и вспомогательные переменные;

Color STUDENT = integer – код обучаемого (например, номер студенческого билета);

Color MODULE = integer with 1..M timed – номер учебного модуля;

Color SUPPLEMENT = product (integer with 1..N)*MODULE timed – номер дополнительного раздела в данном модуле;

Color TEST = product (integer with 1..L)*MODULE timed – номер тестового задания для данного модуля;

Color RATING = product (integer with 2..5)*MODULE declare random – оценка за данный модуль – случайная величина в пределах от 2 до 5;

Color TIMEMOD = product (integer with tminM..tmaxM)*MODULE declare random – время изучения данного модуля – случайная величина, находящаяся в пределах от tminM до tmaxM;

Color TIMESUP = product (integer with tminS..tmaxS)*SUPPLEMENT declare random – время изучения дополнительного материала – случайная величина, находящаяся в пределах от tminS до tmaxS;



$Color\ TIMETEST = product\ (integer\ with\ tminT..tmaxT)*TEST\ declare\ random$ – время тестирования – случайная величина, находящаяся в пределах от $tminT$ до $tmaxT$.

Введем переменные, описывающие состояние системы:

```
var i, j, n: INT;
var s: STUDENT;
var mod: MODULE;
var (sup, mod): SUPPLEMENT;
var (test, mod): TEST;
var (rat, mod): RATING;
var tmod: TIMEMOD;
var tsup: TIMESUP;
var ttest: TIMETEST.
```

Выражения на переходах t_{11} , t_{12} , t_{13} , показанные на рис. 1, обозначают временную задержку срабатывания, т. е. время выполнения обучаемым соответственно операций изучения основного модуля, изучения дополнительного материала и тестирования.

Дуги a_5 , a_{20} и a_9 моделируют процесс возврата образовательных ресурсов в хранилища после использования.

Начальная маркировка сети следующая:

$m_M = 1'1 + 1'2 + \dots + 1'M$ – база основных учебных модулей;

$m_D = \{1'(1,1) + 1(1,2) + \dots + 1'(1,N)\} + \{1'((2,1) + (1'2,2) + \dots + 1'(2,N))\} + \dots + \{1'(M,1) + 1(M,2) + \dots + 1'(M,N)\}$ – база дополнительных материалов;

$m_T = \{1'(1,1) + 1(1,2) + \dots + 1'(1,L)\} + \{1'((2,1) + (1'2,2) + \dots + 1'(2,L))\} + \dots + \{1'(M,1) + 1(M,2) + \dots + 1'(M,L)\}$ – база тестовых материалов;

$m_s = 1's$; $m_e = 1's$.

Остальные позиции в начальный момент не содержат ресурсов.

Рассмотрим работу сети, моделирующей прохождение промежуточного тестирования. При указанной выше начальной маркировке на первом шаге может сработать переход t_1 (что соответствует событию: изучение основного материала модуля начинается). При этом будет изъято по одной фишке из позиций P_e и P_s и одна фишка помещена в позицию P_{11} . Выполнится условие, дающее возможность сработать переходу t_{11} . Описанный процесс продолжится, аналогичным образом сработают переходы t_{11} , t_{13} и t_{14} . После выполнения условия P_{15} – оценивание ответа произведено, возможно разветвление процесса по трем направлениям, т. е. может произойти одно из трех описанных выше событий, которые моделируются переходами t_{15} , t_{16} , t_{17} .

В первом случае (оценка = 3) срабатывает переход t_{15} и создаются условия для срабатывания перехода t_{12} , что соответствует изучению дополнительного материала.

Во втором случае (оценка > 3) срабатывает переход t_{16} и, во-первых, в журнал направляется запись о завершении изучения очередного модуля (в позицию P_j направляется мультимножество $1'mod + 1'test + 1's$), а во-вторых, осуществляется проверка, все ли модули пройдены. Если пройден последний модуль ($mod = M$), то при срабатывании перехода t_2 очередной обучаемый с номером s удаляется из системы и дается разрешение на вход в систему еще одного пользователя.

В третьем случае (оценка $\neq 3$, т. е. = 2, 4 или 5) срабатывает переход t_{17} и процесс возвращается к позиции p_{11} . Однако если оценка была больше 3, то номер изучаемого модуля увеличивается на 1, т. е. создаются условия для изучения следующего по порядку модуля, а если оценка < 3 (двойка), то номер модуля не изменяется, что означает повторное прохождение того же модуля.

Рассмотрим раскрашенную сеть Петри, моделирующую процесс прохождения итогового тестирования, приведенную на рис. 2.

Множества позиций, переходов, а также дуг, показанные на рис. 2, а также цветовые множества и переменные, описывающие состояние системы, схожи с одноименными элементами при прохождении промежуточного тестирования.

Но есть и отличия. Отсутствует переход t_{12} , показанный на рис. 1, обозначающий временную задержку срабатывания, т. е. время выполнения обучаемым соответственно операций по изучению дополнительного материала, так как в итоговом тестировании отсутствует база дополнительных материалов. Отсутствуют позиция P_D , дуги a_{20} и a_{21} , которые моделируют процесс загрузки и возврата дополнительных учебных материалов.

Также в данной модели отсутствует два цветовых множества:

$Color\ SUPPLEMENT = product\ (integer\ with\ 1..N)*MODULE\ timed$ – номер дополнительного раздела в данном модуле;

$Color\ TIMESUP = product\ (integer\ with\ tminS..tmaxS)*SUPPLEMENT\ declare\ random$ – время изучения дополнительного материала.

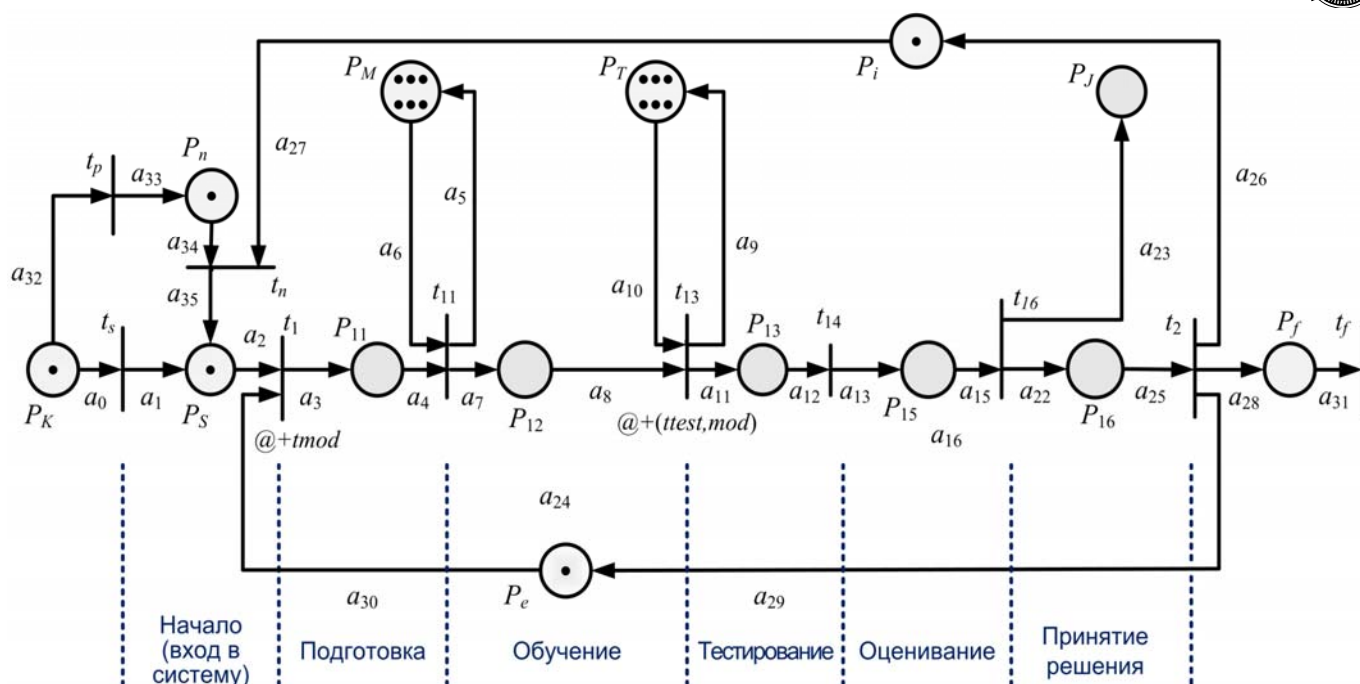


Рисунок 2 – Модель прохождения итогового тестирования

Во второй модели также отсутствуют переменные:
 $var\ tsup: TIMESUP$ и $var\ (sup, mod): SUPPLEMENT$.

Есть различие и в оценивании ответа. В данном модуле нет множества переходов t_{15} , t_{16} , t_{17} , их заменяет один переход t_{16} . При любой оценке в журнал направляется запись о завершении прохождения итогового теста (в позицию P_J направляется мультимножество $1'mod + 1'test + 1's$), происходит срабатывание перехода t_2 , очередной обучаемый с номером s удаляется из системы, и дается разрешение на вход в систему еще одного пользователя.

Функционирование разработанных моделей происходит с учетом того, что прохождение курса обучения возможно не только непосредственно в специализированном классе, но и дистанционно с применением телекоммуникационных технологий.

Выводы. Разработаны модели процесса прохождения курса обучения, включающего промежуточное и итоговое тестирование. Использование методологии раскрашенных сетей Петри дает возможность провести детальное моделирование данного процесса. Дифференциация ресурсов позволяет пронаблюдать последовательность прохождения модулей, количество возвратов на дополнительное и повторное изучение материала. Наличие временного механизма помогает определить время, затраченное на выполнение всех перечисленных выше операций, и составлять протоколы прохождения курса.

Литература и источники

1. Дерябина, С. Е. Разработка одноресурсных математических моделей процессов дистанционного обучения на базе методологии раскрашенных сетей Петри / С. Е. Дерябина, С. В. Яковлев // Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону / XV научно-техническая конференция. – Ставрополь : СевКавГТУ, 2011. С. 54 – 56.
2. Доррер, Г. А. Моделирование вычислительных систем: учебное пособие / Г. А. Доррер. – Красноярск : Изд-во КГТУ, 2004. – 188 с.
3. Доррер, Г. А. Моделирование процесса интерактивного обучения на базе формализмов раскрашенных сетей Петри / Г. А. Доррер, Г. М. Рудакова // Вестник Краснояр. гос. ун-та. Серия «Физико-математические науки». – Красноярск : Изд-во Крас. ГУ, 2004. С. 29 – 35.
4. Котов, В. Е. Сети Петри / В. Е. Котов. – М. : Наука, 1984. – 158 с.
5. Jensen, K. Coloured Petri Nets: Basic Concepts, Analysis Methods and Practical Use / K. Jensen. – Berlin : Springer, 1996. Vol. 1. 1997. Vol. 2. 1997. Vol. 3.
6. Coloured Petri Nets [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://cs.au.dk/CPnets/> (14.10.2011).

References

1. Deryabina, S. E. Development of remote training processes single-resource mathematical models on the basis of Petri coloured nets methodology / S. E. Deryabina, S. V. Yakovlev // High school science – to the North Caucasus region / XV scientific and technical conference. – Stavropol : NCSTU, 2011. P. 54 – 56.
2. Dorrer, G. A. Modeling of computing systems: textbook / G. A. Dorrer. – Krasnoyarsk : Published by KSTU, 2004. – 188 p.
3. Dorrer, G. A. Modeling of interactive training process on the basis of Petri coloured nets formalities / G. A. Dorrer, G. M. Rudakova // Bulletin of KSTU. Series «Physico-mathematical sciences». – Krasnoyarsk : Published by KSTU, 2004. P. 29 – 35.
4. Kotov, V. E. Petri nets / V. E. Kotov. – M. : Nauka, 1984. – 158 p.
5. Jensen, K. Coloured Petri Nets: Basic Concepts, Analysis Methods and Practical Use / K. Jensen. – Berlin : Springer, 1996. Vol. 1. 1997. Vol. 2. 1997. Vol. 3.
6. Coloured Petri Nets [electronic resource] // Access mode: <http://cs.au.dk/CPnets/> (10/14/2011).