
ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 37.04:004 (355)

Олександр Степанович АНДРОЩУК,
*доктор технічних наук, професор, начальник докторантури –
головний науковий співробітник Національної академії Державної
прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького,
м. Хмельницький*

Олексій Васильович БУЯЛО,
*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
старший викладач кафедри Військово-дипломатичної академії
імені Євгена Березняка, м. Київ*

Валентин Володимирович ПИЛИПЧУК,
*кандидат технічних наук, викладач кафедри Військово-
дипломатичної академії імені Євгена Березняка, м. Київ*

МОДЕЛЬ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНО- ВИХОВНОГО ПРОЦЕСУ ВИЩОГО ВІЙСЬКОВОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ МЕРЕЖ ПЕТРІ

Розглядається система управління навчальним процесом у вищому навчальному закладі в умовах Болонського процесу, в основі якої знаходиться інформаційно-аналітична система контролю та оцінювання навчальної діяльності слухачів. Процеси управління представляються

© Андрошук О. С., Буяло О. В., Пилипчук В. В.

мережею Петрі, що надає можливість будувати імітаційні моделі навчального процесу та визначати оптимальні параметри управління.

Ключові слова: *навчальний процес, управління, модель, мережа Петрі, контроль, оцінювання, імітаційне моделювання.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. В даний час у всіх сферах освіти ведеться пошук шляхів підвищення ефективності та якості навчання. Упровадження в навчальний процес технічних засобів і комп'ютеризація є характерними рисами сучасної вищої освіти.

Один із шляхів підвищення ефективності навчання у вищих військових та правоохоронних навчальних закладах (далі – ВНЗ) України – упровадження в навчальний процес комп'ютерних систем організації навчального процесу, що визначають один з провідних напрямів розвитку нових інформаційних технологій у педагогіці.

Серед складових навчального процесу у ВНЗ, що суттєво впливають на підвищення його ефективності, важливе місце займає контроль і оцінювання навчальних досягнень тих, кого навчають, – засіб педагогічного управління навчально-пізнавальною діяльністю, за якого здійснюється регулярне поетапне оцінювання й коригування підготовки фахівців з метою удосконалення організації навчального процесу загалом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інформатизація сучасного українського суспільства передбачає обов'язкове застосування комп'ютерів у ВНЗ [1]. Дослідженням і створенням автоматизованих систем навчання і контролю знань (АСНКЗ) у ВНЗ займалися і займаються багато науковців (А. І. Башмаков, І. Є. Булах, В. О. Дєповський, Т. І. Коджа, Н. В. Матвіїшина та інші [2; 3]), але традиційно до основних функцій АСНКЗ фахівці відносять: навчальну, контрольну, розвивальну і виховну функції. Разом з тим, на думку авторів, у цих системах не реалізується одна з найважливіших функцій – керівна. На основі результатів автоматизованого контролю та оцінювання навчальних досягнень студентів, можна формувати ефективну стратегію управління навчальним процесом ВНЗ.

З урахуванням сказаного виникає наукове завдання, що полягає в створенні таких систем автоматизованого навчання, контролю і оцінювання навчальних досягнень слухачів, які б надавали можливість не лише навчатися слухачам у процесі самостійної роботи з комп'ютером, контролювати набуті знання, уміння і навички, забезпечувати зворотний зв'язок викладача зі слухачем через інформаційну базу системи, але й забезпечувати вирішення завдань з управління навчальним процесом у ВНЗ.

У роботі [4] розглянуто системний підхід до створення інформаційно-аналітичної системи контролю та оцінювання навчальної діяльності студентів ВНЗ, сутність інформаційної технології управління навчальним процесом з використанням АСНКЗ.

Підвищення ефективності діяльності ВНЗ як складної системи, проектування нових та удосконалення чинних систем управління ВНЗ в сучасних умовах повинні здійснюватися на основі системного підходу [5–7] і передбачати, зокрема, формулювання основних принципів управління ВНЗ; визначення функцій управління відповідно до основних стратегічних цілей і завдань ВНЗ; побудову ефективної організаційної структури ВНЗ; створення нових інформаційних технологій у системі управління навчальним процесом.

Процеси управління, сутність яких полягає у тісній взаємодії підсистеми управління та підсистеми об'єкта управління, в загальному випадку не можуть бути описані як процеси обслуговування об'єктів. Для таких процесів не придатні мережі масового обслуговування, більшість мов імітаційного моделювання (GPSS) та систем імітаційного моделювання (Arena, Extend), орієнтованих на моделювання процесів обслуговування.

Одним із засобів формалізації, що надає можливість описувати процеси, які відбуваються як в підсистемі управління, так і в підсистемі об'єкта управління, є мережі Петрі [8].

Метою статті є створення системи контролю і оцінювання навчальних досягнень слухачів та на її основі системи управління навчальним процесом ВНЗ на основі мереж Петрі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Елементами мережі Петрі є переходи, що позначають події, які відбуваються в системі, та позиції, що позначають виконання або невиконання умов для виникнення подій. У графічному представленні мережі Петрі (рис. 1) події зображують планками, а умови для виникнення подій – кругами. Зв'язки між позиціями та переходами зображують дугами. Виконання (або невиконання) умови зображується наявністю (або відсутністю) фішки в позиції. В позиції може знаходитись не одна фішка, а декілька, що означає багатократне виконання умови запуску переходу. Число, яке записане в позиції, означає кількість фішок, що міститься в ній. Якщо передумовою запуску переходу є наявність не однієї, а певної кількості фішок у позиції, то між позицією та переходом існує не один, а кілька зв'язків. Для великої кількості зв'язків вводиться позначення пучка зв'язків – дуга з косою рисою та числом біля неї, яке означає кількість зв'язків у пучку зв'язків.

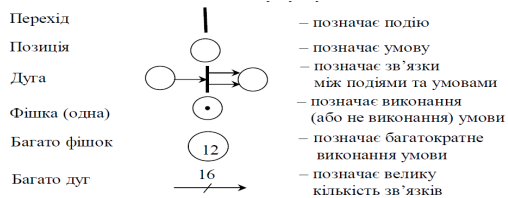


Рис. 1. Елементи мереж Петрі

Якщо в мережі Петрі одночасно виконана умова запуску декількох переходів, то такі переходи називають конфліктними. Відомо, що існують такі способи розв'язування конфлікту:

- пріоритетний (явний та неявний спосіб завдання пріоритету);
- ймовірнісний (з рівною та вказаною ймовірністю).

Якщо в описі системи, яка моделюється, не міститься інформація про особливості виникнення подій, що можуть статися одночасно, то для розв'язання конфліктів використовується рівноймовірнісний спосіб.

Оскільки система управління навчальним процесом ВНЗ складна, визначимо структуру моделі цієї системи і виділимо її підмоделі.

У моделі навчального процесу ВНЗ повинні бути відображені такі основні функції ІАС контролю і оцінювання навчальної діяльності слухачів ВНЗ:

відслідковування виконання навчального плану напряму (спеціальності) слухачами ВНЗ;

оцінювання якості навчального процесу з напряму (спеціальності);
формування пропозицій про прийняття рішення щодо управління навчальним процесом.

Виділимо основні підмоделі моделі системи управління навчальним процесом ВНЗ:

організації навчального процесу протягом семестру;

організації навчального процесу на рівні дисципліни;

контролю відвідування занять слухачами;

підмодель контролю академічних заборгованостей слухачів за семестр;

прийняття рішення про переведення слухача до наступного семестру;

підмодель прийняття рішення про виконання слухачем навчального плану та вручення йому диплома.

Кожна підмодель будується спочатку окремо, тестується, налагоджується, а потім включається до загальної моделі. Авторами побудовані всі зазначені підмоделі за допомогою мереж Петрі. Наведемо дещо спрощені варіанти окремих підмоделей.

Підмодель навчального процесу за напрямом (спеціальністю). Навчання за напрямом (спеціальністю) здійснюється лише за наявності навчального плану. У навчальному плані весь навчальний процес поділений на семестри. За навчальним планом кожного року у ВНЗ складаються робочі навчальні плани за семестрами, що містять вичерпну інформацію про дисципліни, які викладаються в семестрі. Результатом вивчення дисципліни є складання слухачем екзамену або заліку з цієї дисципліни.

Робочий навчальний план семестру вважається виконаним слухачем повністю за умови, якщо всі дисципліни, які вивчалися у семестрі, успішно складені. Навчальний план напряму підготовки (спеціаль-

ності) слухачем виконаний, якщо ним виконані всі робочі навчальні плани семестрів.

Виділимо події, з яких складається навчальний процес за напрямом (спеціальністю):

„початок навчання за напрямом (спеціальністю) C_i ”;

„початок навчання семестру S_i ”;

„початок навчання дисципліни D_i ”;

„навчання з дисципліни D_i ” (підмодель);

„склав дисципліну D_i ”, „не склав дисципліну D_i ”;

„усі дисципліни семестру D_i складені”;

„прийняття рішення щодо переведення студента до наступного семестру”;

„відрахувати”, „перевести із заборгованістю до наступного семестру”;

„прийняття рішення про виконання навчального плану”;

„державна атестація (ДА)”;

„видача диплома”.

Виділимо умови для виникнення подій:

„є навчальний план (НП) спеціальності C_i ”;

„є слухач T_i що бажає навчатись за спеціальністю C_i ”;

„є робочий навчальний план (РП) семестру S_i ”;

„є дисципліна D_i для вивчення”;

„дисципліна D_i - складена”, “дисципліна D_i не складена”;

„деканат вільний”;

„переведений до наступного семестру”;

„кількість відрахованих у семестрі S_i ”;

„кількість заборгованостей у семестрі S_i ”;

„дисципліни семестру S_i складені”;

„є допуск до державної атестації”;

„студент отримав диплом”.

З'єднуємо умови та події відповідно до логіки здійснення подій і отримуємо мережу Петрі, яку наведено на рис. 2.

Події „навчання з дисципліни D_i ”, „прийняття рішення деканатом щодо переведення слухача до наступного семестру”, „прийняття рішення про виконання навчального плану” мають складну побудову і представляються підмоделями, які описані далі. Переходи “склав” та “не склав” є конфліктними. Для розв’язання конфлікту пропонується вказати ймовірність складання слухачами дисципліни D_j , що залежить від складності дисципліни D_i , від особистих характеристик викладача та слухача. Аналогічно розв’язується конфлікт переходів “переведений до наступного семестру” та “відрахований з поточного семестру”.

Підмодель навчального процесу дисципліни. Робочий план семестру складається випусковою кафедрою. За робочим планом семестру складається робоча програма дисципліни, що викладається в даному семестрі.

У робочій програмі зміст дисципліни розбивається на модулі. Кожний модуль складається з визначеної у робочій програмі кількості лекцій (l), практичних занять (p) та лабораторних робіт (r). У процесі навчання підраховується кількість пропущених занять кожним слухачем. Як правило, у ВНЗ визначена критична кількість пропусків занять (K), за якої слухач не допускається до захисту лабораторної роботи або модуля. Процес навчання в цьому випадку припиняється до з’ясування причин пропусків та прийняття рішення деканатом щодо продовження навчання слухачем.

За умови, що всі модулі, які передбачені робочою програмою дисципліни, вивчені й складені слухачем успішно, та за умови, що слухач не має заборгованостей за попередній семестр, слухач отримує допуск до екзамену (заліку). На кількість перескладань екзамену введе-не обмеження i . У результаті складання екзамену (заліку) дисципліна зараховується слухачу як така, що вивчена ним, або не зараховується.

Слухач, який не отримав допуск до підсумкового контролю (екзамену, заліку), направляється до деканату для прийняття рішення щодо продовження навчання.

Виділимо події, з яких складається навчальний процес дисципліни:
„складання робочого навчального плану в семестрі C_i ”;
„складання робочої програми дисципліни S_i ”;

„початок вивчення модуля”;

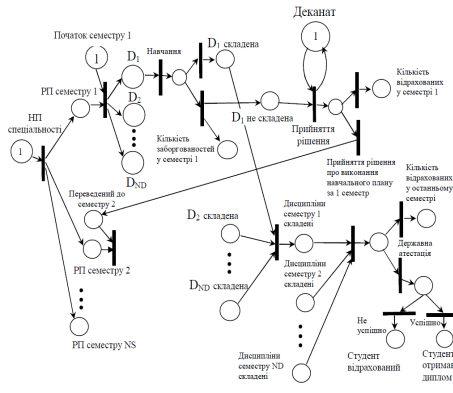


Рис 2. Підмодель навчального процесу спеціальності, що представлена мережею Петрі

„слухач відвідав” (лекцію, лабораторну роботу, практичне заняття);
 „слухач не відвідав” (лекцію, лабораторну роботу, практичне заняття);

„зменшення критичної кількості пропусків слухача”;
 „захист модуля”;
 „захист лабораторної роботи”;
 „захистив” (модуль, лабораторну роботу), „не захистив” (модуль, лабораторну роботу);

„підготовка до повторного захисту” (модуля, лабораторної роботи);
 „допуск до підсумкового контролю (екзамену або заліку)”;
 „екзамен (залік) склав”, „екзамен (залік) не склав”.

Виділимо умови для виникнення зазначених подій:

„слухач не зайнятий”;

„дисципліна D_i є в робочому плані семестру S_i ”;

„кількість модулів дисципліни D_p , що потрібно вивчити”;

„кількість лекцій, що містить модуль”;

„кількість практичних занять, що містить модуль”;

„кількість лабораторних робіт, що містить модуль”;

- „можна вивчати наступний модуль”;
- „у слухача не має попередньої академічної заборгованості”;
- „є захищений модуль”, „не захищений модуль”;
- „є захищена лабораторна робота”, „не захищена лабораторна робота”;
- „кількість вивчених модулів”;
- „критична кількість пропусків” ;
- „дисципліна D_i складена”, „дисципліна D_i не складена”.

З'єднуємо умови та події відповідно до логіки здійснення подій і отримуємо мережу Петрі, яку подано на рис. 3. Переходи „відвідав” та „не відвідав” є конфліктними. Для розв'язання конфлікту потрібно визначити ймовірність відвідування заняття слухачем, що залежить від особистих властивостей слухача, від особистих властивостей викладача та від розкладу занять. Для розв'язання конфлікту переходів „склав екзамен” та „не склав екзамен” пропонується вказати ймовірність складання слухачем екзамену, що залежить від складності дисципліни D_i та від особистих характеристик викладача і слухача. Аналогічно розв'язується конфлікт переходів „захистив модуль” та „не захистив модуль”, „захистив лабораторну роботу” та „не захистив лабораторну роботу”.

Для зчитування інформації про вичерпання ліміту пропусків занять використовується інформаційний зв'язок між позицією „критична кількість пропусків” та переходом „захист модуля”. Кожний раз при здійсненні допуску до захисту модуля перевіряється, чи не вичерпаний слухачем ліміт кількості пропусків занять. Якщо в позиції „критична кількість пропусків” залишився хоч один не вичерпаний пропуск, слухач допускається до захисту модуля. В іншому випадку слухач не допускається до захисту модуля і в решті-решт опиняється в становищі, коли дисципліна D_i ним не складена і він змушений очікувати „прийняття рішення щодо переведення до наступного семестру”.

Переходи „допуск” та „недопуск” є конфліктними. Модель правильна, якщо для переходу „допуск” указаний пріоритет, вищий за пріоритет переходу „недопуск”. Тобто спочатку система ІАСКОНДС завжди намагається надати допуск слухачу до екзамену (заліку) і тіль-

ки, якщо не виконані умови допуску, приймається рішення про недопущення слухача до екзамену (заліку).

На кафедрі ВДА проводиться робота зі створення програмного забезпечення для моделювання систем засобами мереж Петрі.

В результаті створено систему імітаційного моделювання PTRSIM, що забезпечує:

- зручний і зрозумілий графічний інтерфейс побудови моделі засобами мереж Петрі;

- використання інформаційних зв'язків між елементами моделі; анімацію імітаційного моделювання;

- коректний алгоритм імітації; представлення результатів моделювання в графічному вигляді.

У системі PTRSIM реалізуються мережі Петрі з часовими затримками, які можуть бути задані детермінованим або випадковим числом;

- з багатоканальними переходами;

- з конфліктними переходами;

- зі зв'язками, кількість яких визначена цілим числом;

- зі зв'язками, кількість яких залежить від поточного маркування мережі Петрі;

- з інформаційними зв'язками.

Висновки. Відповідно до мети, основних завдань проекту і принципів системного підходу, ІАС контролю та оцінювання навчальних досягнень слухачів повинна стати невід'ємною складовою системи управління навчальним процесом у ВНЗ. Вона є інтерактивною прикладною системою, яка повинна забезпечувати кінцевим користувачам, які приймають рішення (у межах системи управління навчальним процесом), зручний доступ до даних і моделей з метою прийняття рішень у ситуаціях, пов'язаних з навчанням слухачів.

Мережі Петрі становлять засіб формалізації, що достатньо повно описує процеси, які відбуваються під час навчальної діяльності слухачів у ВНЗ. Моделювання процесів управління навчальним процесом у вищій школі надає можливість виявити недоліки в організації навчального процесу й управлінні цим процесом, а також визначити оптимальні значення параметрів управління.

Перспективи подальших розвідок у даному напрямі – створення технології побудови баз знань комп'ютерних систем для навчання слухачів.

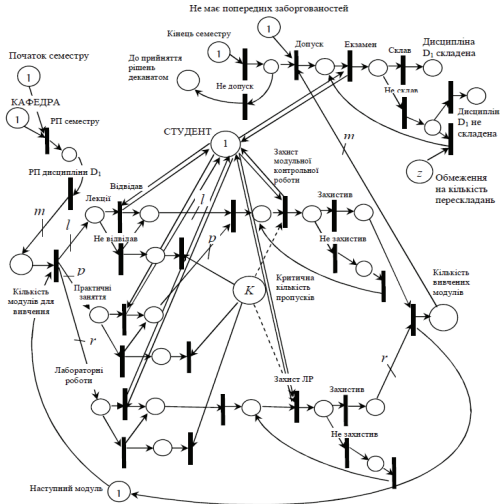


Рис. 3. Підмодель навчального процесу дисциплін, що представлена мережею Петрі

Список використаної літератури

1. Гуревич Р. С. Інформаційно-телекомунікаційні технології в навчальному процесі та наукових дослідженнях / Р. С. Гуревич, М. Ю. Кадемія. – К. : Освіта України, 2006. – 390 с.
2. Жарких Ю. С. Комп'ютерні технології в освіті: навч. посібн. / Ю. С. Жарких, С. В. Лисоченко, Б. Б. Сусь, О. В. Третяк. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2012. – 239 с.
3. Башмаков А. И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / А. И. Башмаков, И. А. Башмаков. – М. : Информационно-издательский дом "Филинь", 2003. – 616 с.
4. Тимченко А. А. Системний підхід до створення інформаційно-аналітичної системи контролю та оцінювання навчальної діяльності слухачів ВНЗ

/ А. А. Тимченко, Ю. В. Триус // Вестник Херсонского национального технического университета. – Херсон : ХГТУ, 2009. – Вып. 2(35). – С. 415–419.

5. Тимченко А. А. Основы проектирования та системного аналізу складних об'єктів: Основы системного підходу та системного аналізу об'єктів нової техніки : навч. посібник / за ред. Ю. Г. Леги. – К. : Либідь, 2000. – 288 с.

6. Тимченко А. А. Основы інформатики системного проектування та системної організації навчального процесу. Посібник з дипломного проектування для слухачів напрямів “комп'ютерні науки” та “комп'ютерна інженерія” / А. А. Тимченко, Ю. Г. Лега. – Черкаси: ЧДТУ, 2007. – 364 с.

7. Янкевич В. Системний аналіз – методологічна основа реформування управління і освіти / В. Янкевич // Освіта і управління. – 1998. – № 1. – С. 31–37.

8. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Дж. Питерсон. – М., 1984. – 270 с.

Стаття надійшла до редакції 19.11.2015.

Андрощук А. С., Буяло А. В., Пилипчук В. В. Модель організації учебно-воспитательного процесу вищого військового закладу на основі математического апарату мереж Петри

Рассматривается система управления учебным процессом в высшем учебном заведении в условиях Болонского процесса, в основе которой находится информационно-аналитическая система контроля и оценки учебной деятельности слушателей. Процессы управления представляются сетью Петри, которая дает возможность строить имитационные модели учебного процесса и определять оптимальные параметры управления.

Ключевые слова: учебный процесс, управление, модель, сеть Петри, контроль, оценка, имитационное моделирование.

Androshchuk A. S., Buyalo A. V., Pilipchuk V. V. Model organization of educational process higher military educational institutions on the basis of mathematical tools petri nets

One of the ways to improve learning in higher military educational institutions and law enforcement Ukraine – introduction in the educational process computer systems of the educational process, defining one of the leading areas for development of new information technologies in teaching.

Among the components of the educational process that significantly affect the increase of its efficiency, an important place monitoring and evaluation of academic achievements of the learner – a Pedagogical management training and cognitive activity, in which the regular stepwise evaluation and adjustment of training in order to improve the educational process in general.

The system of management of educational process in higher education in the Bologna process, the basis of which the information-analytical system of monitoring and evaluation of educational activity of students. Management processes represented Petri nets that allows to build simulation models of the learning process and to determine the optimum parameters of control.

The structure of the model learning management system. Since learning management system higher education institution complicated structure defined model of the system and highlighted its submodel.

The model of the educational process should reflect the following main functions of AIS monitoring and evaluation of educational activity of students:

- tracking performance curriculum direction (specialty) students;
- evaluating the quality of the educational process in the direction (specialty);
- formation of proposals for decisions on the management of educational process.

The basic model submodel learning management system:

- submodel of the educational process throughout the semester;
- submodel of the educational process at the level of discipline;
- submodel control attendance by students;
- submodel control debts academic students per semester;
- submodel decision to transfer the student to the next semester;
- submodel decision on the implementation of student curriculum and awarding him a diploma.

Petri nets are a means of formalizing that sufficiently describes the processes that occur during learning activities of students. Modeling of management of educational process in higher education provides an

opportunity to identify gaps in the educational process and management of the process and to determine the optimal settings management.

Keywords: *educational process management model, Petri nets, monitoring, evaluation, simulation.*