

---

УДК 37.04:004 (355)

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

**Хамула Сергій Васильович,**  
*кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри  
Військово-дипломатичної академії імені Євгена Березняка, м. Київ*

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

## **НОВІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ СЛУХАЧІВ**

*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 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.*

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

---

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Один зі шляхів підвищення ефективності навчання у вищих військових та правоохоронних навчальних закладах (далі – ВНЗ) України – упровадження в навчальний процес комп’ютерних систем навчання, що визначають один з провідних напрямків розвитку нових інформаційних технологій у педагогіці.

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

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано вирішення даної проблеми та на які опирається автор,** інформатизація сучасного українського суспільства передбачає обов’язкове застосування комп’ютерів у ВНЗ [1].

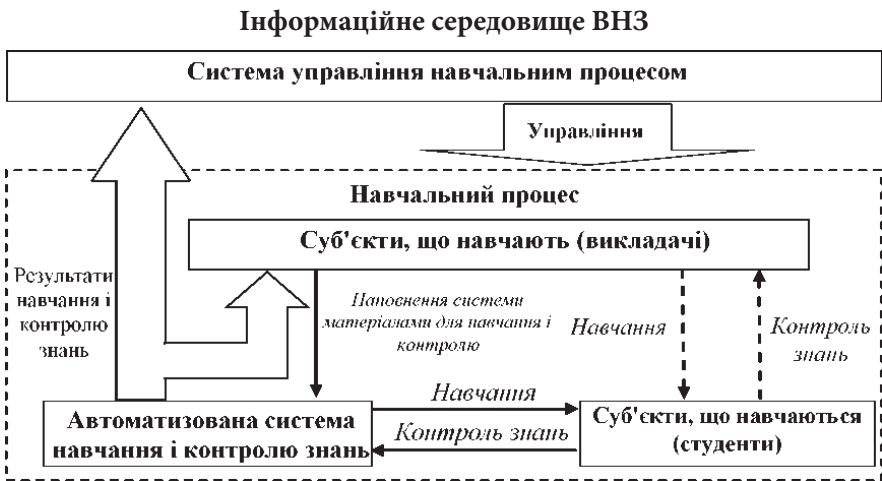
Дослідженням і створенням автоматизованих систем навчання і контролю знань (АСНКЗ) у ВНЗ займалися і займаються багато науковців (А. І. Башмаков, І. Є. Булах, В. О. Дєповський, Т. І. Коджа, Н. В. Матвіїшина та інші [2; 3]), але традиційно до основних функцій АСНКЗ фахівці відносять: навчальну, контролюючу, розвивальну і виховну функції. Разом з тим, на думку авторів, у цих системах не реалізується одна з найважливіших функцій – управляюча. На основі результатів автоматизованого контролю та оцінювання навчальних досягнень слухачів можна формувати ефективну стратегію управління навчальним процесом ВНЗ.

Ураховуючи сказане, виникає наукове завдання, що полягає у 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 здобуті 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.

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

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Вплив АСНКЗ на систему управління навчальним процесом ВНЗ через канал зворотного зв'язку схематично представлено на рис. 1, тобто управління навчальним процесом корегується залежно від результатів навчання і контролю знань слухачів.

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



**Рис. 1.** Схема зв'язку АСНКЗ і системи управління навчальним процесом ВНЗ

З урахуванням обмеженого обсягу в роботі розглядаються деякі аспекти створення ІАС контролю та оцінювання навчальних досягнень слухачів ВНЗ, зокрема:

1. Визначаються загальні, методологічні, технологічні і технічні вимоги до ІАСКОНДС.

- 
2. Описується модель системи управління навчальним процесом.
  3. Розглядаються засоби формалізації процесу управління навчанням у ВНЗ на основі мереж Петрі.
  4. Як приклади запропонованого підходу щодо формалізації процесу управління навчанням у ВНЗ розглядається підмодель управління навчальним процесом за напрямом (спеціальністю) і підмодель управління навчальним процесом з дисципліни.

Вимоги до інформаційно-аналітичної системи контролю та оцінювання навчальної діяльності слухачів ВНЗ. Кожен вищий навчальний заклад являє собою досить складну організаційно-технічну систему, що повинна досягти в процесі свого функціонування двох цілей:

1. Забезпечення підготовки фахівців з вищою освітою, наукових кадрів, проведення наукових досліджень та ефективного використання наукового та загальнокультурного потенціалу ВНЗ відповідно до соціально-економічних запитів держави.

2. Забезпечення життєдіяльності системи в процесі досягнення першої із цілей.

Тому підвищення ефективності діяльності ВНЗ як складної системи, проектування нових і удосконалення діючих систем управління ВНЗ у сучасних умовах повинні здійснюватися на основі системного підходу [5–7] і передбачати 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 в системі управління навчальним процесом.

Навчання розглядається як організація діяльності викладача і осіб, які навчаються, що має системний характер, і предметом аналізу є взаємодія між викладачем і тими, хто навчається. Складна сукупність взаємовідносин і зв'язків викладача з особами, які навчаються, передається через систему засобів, методів і форм організації навчання, іншими словами, процес навчання – це комплекс взаємопов'язаних компонентів, об'єднаних загальною метою функціонування і єдністю управління [8].

---

Ураховуючи загальні і технічні вимоги до ІАС контролю і оцінювання навчальної діяльності слухачів ВНЗ, визначено її технологічну платформу і засоби розробки.

Технологічна платформа ІАСКОНДС ВНЗ передбачає:

– для серверної частини:

UNIX-подібну операційну систему з відкритим вихідним кодом (FreeBSD, OpenSolaris, GNU/Linux);

об'єктно-реляційну систему управління базами даних з відкритим вихідним кодом (PostgreSQL, Firebird, MySQL,...);

платформу для серверного програмування Java Enterprise Edition 5; веб-сервер з відкритим вихідним кодом Apache Tomcat;

програмний рівень абстракції над реляційною СУБД для зняття залежності програми від конкретної СУБД – Enterprise Java Beans 3.0;

оболонку для створення графічного інтерфейсу для веб-програм Java Server Faces;

– для клієнтської частини:

операційні системи Windows, MacOS, Linux;

веб-браузер Mozilla Firefox 3 – Інтернет-браузер з відкритим вихідним кодом, або Opera 9, Safari 3, Internet Explorer.

На рис. 2 показана схема взаємодії клієнтської і серверної частин ІАСКОНДС.

Модель системи управління навчальним процесом. Завдання створення соціально-економічних, технічних, організаційно-технічних та технологічних систем характеризуються значною складністю. Здебільшого випадків відсутні аналітичні методи їх дослідження, що не дає змоги знаходити рішення в замкненому вигляді та в повному обсязі. Практичною основою розв'язування цих завдань залишається системний підхід та методи моделювання [7].

Вхідні параметри моделі системи управління навчальним процесом ВНЗ:

1. Для навчального процесу ВНЗ: кількість напрямів підготовки і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка слухачів; час для формування контингенту слухачів різних форм навчання; час для складання розкладу занять; час для планування навчального навантаження кафедр.

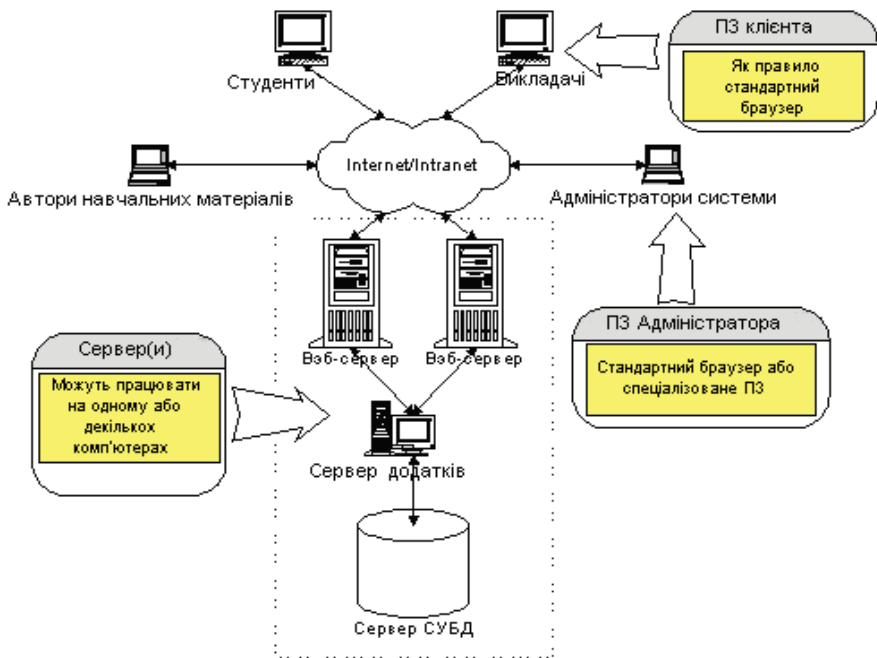


Рис. 2. Схема взаємодії клієнтської і серверної частин ІАСКОНДС

2. Для напрямку (спеціальності): кількість слухачів, що навчаються; кількість дисциплін у кожному семестрі; критична кількість заборгованостей для одного слухача; обмеження часу для ліквідації академічної заборгованості одним слухачем.

3. Для кожної дисципліни: кількість модулів (тем); кількість годин лекцій, практичних та лабораторних занять з кожного модуля (теми); наявність курсового проекту (КП), курсової роботи (КР) або РГР; допустима кількість пропусків занять одним слухачем; умови, що необхідні для допуску слухача до підсумкового контролю (екзамену, заліку): позитивний захист звітів з усіх лабораторних робіт, позитивне складання модульних контролів, регулярне відвідування занять, відсутність академічної заборгованості за попередній семестр.

---

4. Для деканату: умови, за яких приймається рішення про повторне навчання або відрахування слухача: вичерпана допустима кількість заборгованостей, вичерпаний час на перескладання заборгованостей; час, необхідний для прийняття рішення про відрахування або повторне навчання; час, необхідний для прийняття рішення про допуск (не допуск) слухача до заліково-екзаменаційної сесії.

5. Для слухача: ймовірність пропуску заняття; ймовірність невдалого захисту звіту про виконання лабораторної роботи; ймовірність негативного складання модульного контролю; ймовірність нескладання заліку, екзамену.

Вихідні параметри моделі системи управління навчальним процесом ВНЗ:

1. Для навчального процесу ВНЗ: кількість відрахованих в *i*-му семестрі слухачів (всього по ВНЗ, факультетах, напрямках (спеціальностях)); динаміка зміни кількості відрахованих слухачів за певний період; показники успішності і якості успішності навчання слухачів за *i*-й семестр.

2. Для кожної дисципліни: середня кількість успішно вивчених одним слухачем тем; середня кількість перескладань модульних контролів, середня кількість перескладань екзамену (заліку), середня оцінка з дисципліни за національною шкалою, шкалою ВНЗ і шкалою БСТБ.

3. Для деканату: показники успішності і якості успішності навчання слухачів за *i*-й семестр; середня кількість перескладань з розрахунку на одного слухача (для дисципліни, для кафедри), середня кількість академічних заборгованостей в одного слухача; ймовірність відрахування слухачів; кількість слухачів, які не пройшли успішно контроль відвідування занять, відносно загальної кількості слухачів; кількість слухачів, яка переведена на наступний семестр; кількість слухачів, що будуть одержувати підвищене грошове забезпечення.

4. Для слухача: середній бал успішності за екзаменаційну сесію для призначення стипендії; кількість перескладань, кількість недопусків до модульного контролю, до підсумкового контролю, рейтинг у межах групи, у межах курсу.

---

Вибір засобу формалізації процесу управління навчанням у ВНЗ. Процеси управління, сутність яких полягає у тісній взаємодії підсистеми управління та підсистеми об'єкта управління, у 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 у підсистемі управління, так і в підсистемі об'єкта управління, є мережі Петрі [9].

Елементами мережі Петрі є переходи, що позначають події, які відбуваються в системі, та позиції, що позначають виконання або не виконання умов для виникнення подій.

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

1. Пріоритетний (явний та неявний спосіб надання пріоритету).
2. Ймовірнісний (з рівною та вказаною ймовірністю).

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

Для моделювання процесів управління було введено [10] поняття інформаційного зв'язку між позицією і переходом, сутність якого полягає в тому, що наявність фішки у позиції перевіряється під час здійснення перевірки умови запуску переходу, але під час здійснення запуску переходу фішка з позиції не віднімається. Тобто звичайний матеріальний зв'язок між позицією та переходом означає пересування фішок з позиції до переходу під час виконання умови запуску переходу. А інформаційний зв'язок між позицією та переходом означає, що пересування фішок при запуску переходу не відбувається. Інформаційний зв'язок позначається пунктирною лінією.



---

Основне призначення інформаційних зв'язків – здійснювати передавання інформації між підсистемою управління та підсистемою об'єкта управління.

Структура моделі системи управління навчальним процесом. 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:

підмодель організації навчального процесу протягом семестру;

підмодель організації навчального процесу на рівні дисципліни;

підмодель контролю відвідування занять слухачами;

підмодель контролю академічних заборгованостей слухачів за семестр;

підмодель прийняття рішення про переведення слухача до наступного семестру;

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

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 ви-

---

черпну інформацію про дисципліни, які викладаються в семестрі. Результатом вивчення дисципліни є складання слухачем екзамену або заліку з цієї дисципліни. Якщо дисципліна не складена наприкінці екзаменаційної сесії, то слухач має академічну заборгованість і деканатом приймається рішення щодо переведення слухача до наступного семестру чи його відрахування згідно з діючим положенням про організацію навчального процесу у ВНЗ. Кількість заборгованостей, накопичених слухачем протягом навчання, ураховується деканатом при прийнятті рішення щодо допуску слухача до екзаменаційної сесії та щодо переведення його до наступного семестру.

Робочий навчальний план семестру вважається виконаним слухачем повністю за умови, якщо всі дисципліни, що вивчалися у семестрі, успішно складені. Навчальний план напряму підготовки (спеціальності) слухачем виконаний, коли ним виконані всі робочі навчальні плани семестрів.

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*), при якій 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 введено 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), направляєтся до деканату для прийняття рішення щодо продовження навчання.

Вибір програмного забезпечення для імітаційного моделювання. На кафедрі Військово-дипломатичної академії проводиться робота зі створення програмного забезпечення для моделювання систем засобами мереж Петрі [10; 11].

У результаті була створена система 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;

конфліктними переходами;

зв'язками, кількість яких визначена цілим числом;

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

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 являють собою засіб формалізації, що достатньо повно описує процеси, які відбуваються під час навчальної діяльності слухачів у ВНЗ. Моделювання процесів управління навчальним про-

---

цесом у вищій школі надає можливість виявити недоліки в організації навчального процесу і управлінні цим процесом, а також визначити оптимальні значення параметрів управління.

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

### 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. 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. Основи проектування та системного аналізу складних об'єктів: Основи системного підходу та системного аналізу об'єктів нової техніки : навч. посібник / А. А. Тимченко ; за ред. Ю. Г. Леги. – К. : Либідь, 2000. – 288 с.
6. Тимченко А. А. Основи 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. Фіцула М. М. Процес навчання, його структура, методологія : навчальний посібник для слухачів вищих педагогічних закладів освіти / М. М. Фіцула. – Тернопіль, 1997. – С. 106–116.
9. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Дж. Питерсон. – М., 1984. – 270 с.

---

10. Стеценко І. В. Імітаційне моделювання систем управління засобами сіток Петрі / І. В. Стеценко, А. А. Данилюк // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – Черкаси, 2005. – № 3. – С. 293–295.

11. Стеценко І. В. Технологія імітаційного моделювання систем управління засобами сіток Петрі / І. В. Стеценко, О. В. Бойко // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2006. – № 4. – С. 29–32.

*Стаття надійшла до редакції 26.10.2015*

*Андрощук А. С., Хамула С. В., Буяло А. В.* **Новые подходы к созданию системы контроля и оценки учебных достижений слушателей**

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., Hamula S. V., Buyalo A. V.* **New approaches to the development of control and assessment of educational achievements listeners**

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.*