

МОДЕЛІ ПРОЦЕСІВ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ

У статті запропоновано новий підхід до створення адаптивних систем навчання з використанням понятійної моделі. Побудовані імітаційні моделі для класичного та адаптивного навчання. Отримані результати моделювання показали переваги запропонованого підходу.

Ключові слова: адаптивні системи навчання, імітаційні моделі для класичного навчання, імітаційні моделі для адаптивного навчання.

В статье предложен новый подход к созданию адаптивных систем обучения с использованием понятийной модели. Построены имитационные модели для классического и адаптивного обучения. Полученные результаты моделирования показали преимущества предложенного подхода.

Ключевые слова: адаптивные системы обучения, имитационные модели для классического обучения, имитационные модели для адаптивного обучения.

The article offered the new approach to creation of adaptive systems of training with usage of conceptual model. Simulation models are constructed for classical and adaptive learning. The received results of modelling have shown advantages of the offered approach.

Key words: adaptive teaching systems, simulation models for the classic teaching, simulation models for the adaptive teaching.

ВСТУП

На сьогодні існує досить багато адаптивних систем дистанційного навчання, серед яких Adaptive Hypermedia for All (AHA!), ATutor Learning Content Management System, iDL's Adaptive Learning Server (iALS), Модульна об'єктно-орієнтована навчальна система (Moodle) та інші. Усі ці системи у тій чи іншій мірі прагнуть завдяки індивідуалізації та адаптації покращити ефективність навчання та рівень знань студентів. Однак суттєвого рівня індивідуалізації жодна з них не досягла, не дивлячись на все ширше їхнє розповсюдження по всьому світу. У кожній використано тільки декілька методів адаптації, і не в повному обсязі. Тому проблема створення ефективних систем адаптивного навчання є актуальною і досі відкритою.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Введення понятійної моделі предметного середовища дозволить переглянути концепцію побудови системи «Віртуальний університет» (<http://vu.net.ua>) у бік розширення адаптивних можливостей навчання з урахуванням психологічних особливостей студентів. У кожному дистанційному курсі з предметної області виділяються певні поняття (це можуть бути визначення, теореми, аксіоми, доведення, моделі, алгоритми та ін.). Із набору понять і допоміжного, уточнюючого, пояснюючого тексту складається навчально-інформаційний блок (НІБ), тобто порція інформації, що надається студенту на певному етапі навчання. Для порівняння можливостей запропонованої концепції з класичним навчанням створюються і досліджуються моделі навчання з метою отримання характеристик його ефективності.

КЛАСИЧНА МОДЕЛЬ НАВЧАННЯ

Існує досить багато моделей навчання, більшість з яких спирається на теорію «кривих забування», запроповану Г. Еббінгаузом в своїй книзі «Про пам'ять». Зазвичай моделі навчання реалізують подібні криві запам'ятовування та забування (рис. 1), але відрізняються

складністю та специфічністю використання на практиці. Найбільш повно моделі навчання описані Д.А. Новіковим у праці [1].

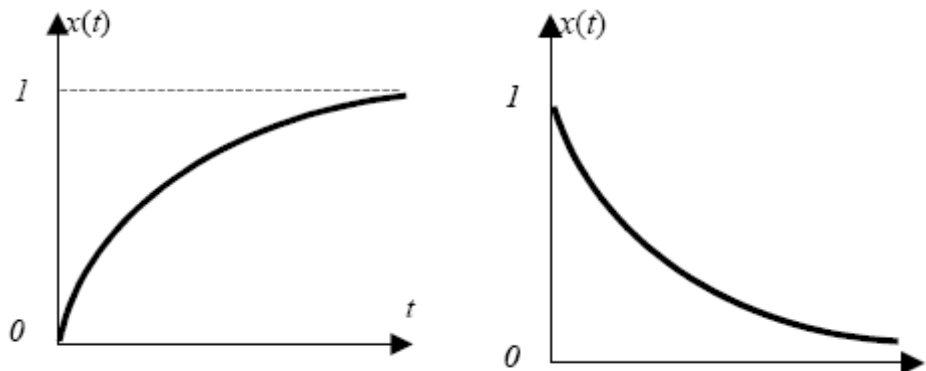


Рис. 1. Криві запам'ятовування та забування

Набагато простіше класичну модель навчання можна реалізувати за допомогою системи імітаційного моделювання STELLA [2], яка дозволяє відтворювати процеси накопичення знань. Будемо розглядати групу студентів, в якій студенти розподілені на три категорії за успішністю. До категорії 1 належать ті студенти, успішність яких складає 60 % і вище, тобто це відмінники та студенти, які отримують оцінки «добре». Категорії 2 включає студентів, успішність яких складає від 30 % до 60 %, тобто «трієчники», і до категорії 3 належать студенти, успішність яких менше ніж 30 %, тобто двієчники. Аналізуючи результати успішності та рейтинги різних категорій людей, що навчаються (студенти ВНЗ, коледжів та школярі), приведені у працях [3-7], отримуємо наступне відсоткове співвідношення між кількістю людей кожної з наведених вище категорій (табл. 1):

Таблиця 1

Розподіл студентів за категоріями

Категорія студентів	Середній бал (успішність), %	Кількість студентів, %
1	більше 60	66
2	від 30 до 60	21
3	менше 30	13

Дослідження, наведені у праці [8], доводять, що швидкість забування не залежить від обсягу вивченої інформації, тож для всіх категорій студентів швидкість забування буде приблизно однаковою. Кількість інформації, що забуватиметься, залежатиме тільки від обсягу вивченого матеріалу. Згідно з Г. Еббінгаузом частка збереженої в пам'яті інформації зменшується з часом згідно з експоненціальною залежністю

$$R(\tau) = e^{-k\tau},$$

де R – частка збереженої інформації, τ – час, який минув з моменту запам'ятовування і k – швидкість забування. Як описано в [8] коефіцієнт k варіюється від 0,035 до 0,05. Даний коефіцієнт буде використовуватись для моделювання як параметр forgetting rate. Параметр learning rate визначатиме швидкість засвоєння навчального матеріалу і залежатиме від категорії студента. Наприклад, студенти категорії 1 засвоюватимуть більше інформації, ніж студенти категорії 3 за один і той же проміжок часу.

Побудована в системі STELLA класична модель навчання виглядає так, як показано на рис. 2.

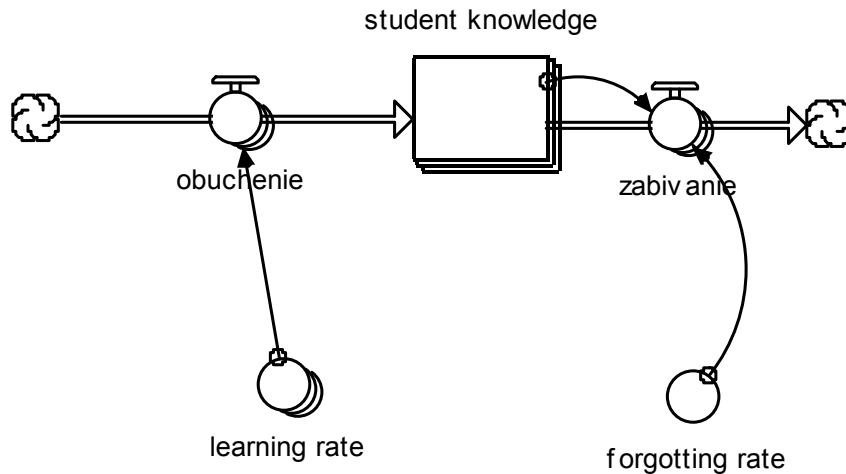


Рис. 2. Класична модель навчання

Знання студентів у кожен момент часу будуть накопичуватись у блоці «student knowledge» за допомогою потоку «obuchenie», що залежить від швидкості засвоєння навчального матеріалу («learning rate»), і одночасно будуть втрачатись, що забезпечує потік «zabivanie», який залежить від швидкості забування («forgetting rate»).

За результатами моделювання графіки процесу навчання для кожної категорії студентів виглядатимуть як показано на рис. 3. Криві 1, 2, 3 відображають процес навчання для відповідних категорій студентів.

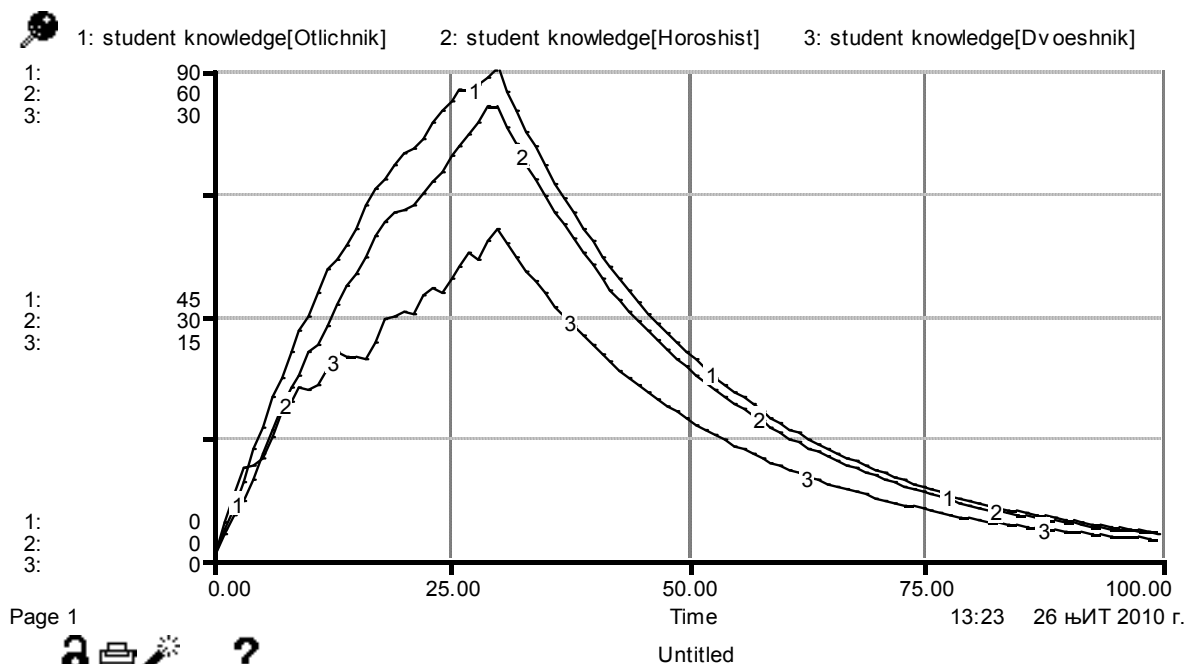


Рис. 3. Графік навчання та забування

Як бачимо, траєкторії навчання підтверджують теорію Г. Еббінгауза та відображають криві навчання.

До поданої моделі додамо декілька блоків для фіксації результатів навчання для різної кількості студентів різних груп. Тоді модель виглядатиме як показано на рис. 4.

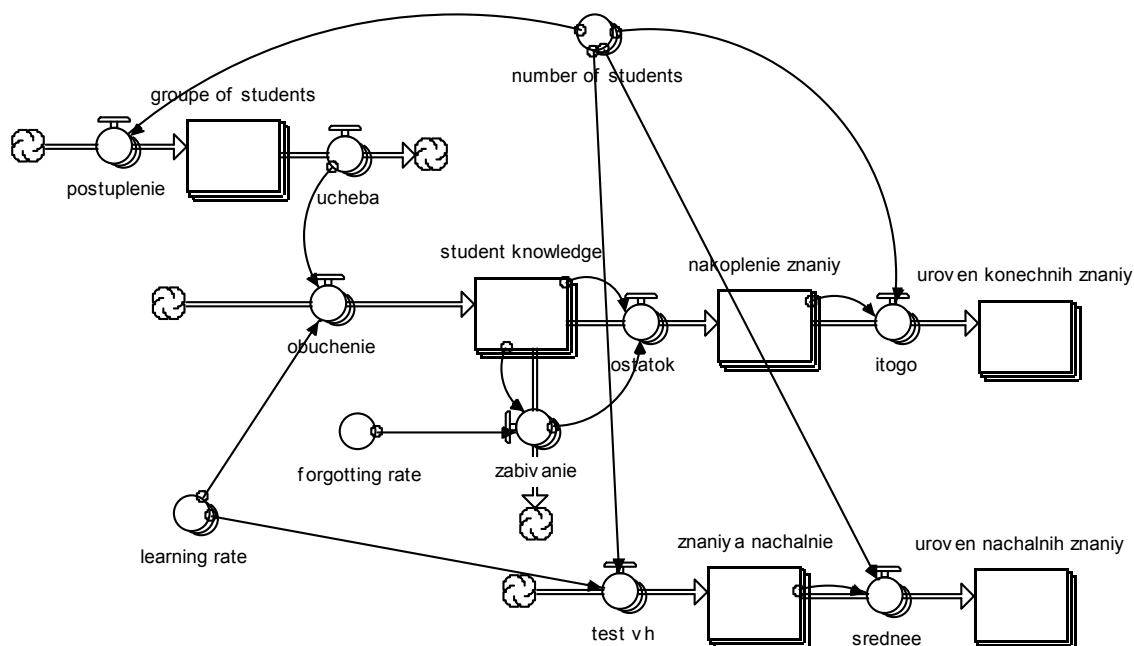


Рис. 4. Класична модель навчання з блоками для збирання статистики

Подана модель базується на класичній моделі навчання (див. рис. 2), а сам процес навчання залишається таким же. Використовуються основні блоки («student knowledge», «obuchenie», «learning rate», «zabivanie», «forgotting rate») як і у попередній моделі. Для збирання статистики задається кількість студентів кожної із категорій в параметрі «number of students». На початку моделювання (в нульовий момент часу) попередньо задана кількість студентів передається в блок «groupe of students», тобто формується група досліджуваних студентів. Потім у кожен момент часу моделювана система працює з трьома студентами (по одному студенту з кожної категорії). Моделюється це вихідним потоком «ucheba», що кожного разу віднімає по одиниці із відповідної комірки блоку «groupe of students». Студенти проходять вхідне тестування «test v h», яке виявляє їхній початковий рівень знань. Ці знання зберігаються в блоці «znaniya nachalnie». Окрім фіксації рівня вхідних знань для цих студентів моделюється навчання за допомогою вже відомих блоків «student knowledge», «obuchenie», «learning rate», «zabivanie», «forgotting rate». Описані процеси продовжуються доти, поки не пройде навчання вся група студентів, задана в параметрі «number of students». По закінченню навчання всіх студентів спрацьовують блоки «srednee» та «itogo», які розраховують середні значення рівня початкових і кінцевих знань студентів за отриманими в результаті моделювання даними та передають їх відповідно в блоки «uroven nachalnih znaniy» та «uroven konechnih znaniy», в яких збирається необхідна статистика.

ЗАГАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ

Для моделювання процесу адаптивного навчання визначимо алгоритм (рис. 5), згідно з яким буде функціонувати система адаптивного навчання (САН), побудована на основі понятійної моделі предметного середовища з урахуванням психологічних особливостей студентів.

При першому вході в САН студент проходить 2 тести – психологічний та вхідний тести оцінки рівня знань. За результатами психологічного тесту визначається психологічна модель студента, а, виходячи з неї, індивідуальна траєкторія навчання. Ця стратегія обумовлює особливості подання матеріалу для кожного психологічного типу студентів, що будуть враховані при формуванні НІБ. Результати вхідного тестування обробляються наступним чином.

Якщо рівень вхідних знань студента високий (> 60 % правильних відповідей), то формується матриця знань, в якій зберігаються дані про знання студента по кожному поняттю, і

визначається наступний крок навчання (визначається той НІБ, який треба надати студентові на даний момент, тобто перший НІБ з поточного дистанційного курсу).

Якщо рівень вхідних знань студента низький (< 60 % правильних відповідей), то студентові пропонується пройти поглиблене тестування для виявлення незасвоєних або погано засвоєних понять із попередніх курсів. Згідно з результатами поглибленого тестування відповідним чином оновлюється матриця знань студента. Результати поглибленого тестування обробляються таким чином:

- при дуже поганих результатах (< 30 % правильних відповідей), і якщо студент тільки пройшов поглиблене вхідне тестування (ще не вивчав ніяких матеріалів), то за результатами цього тестування визначаються незасвоєні та погано засвоєні поняття, формується відповідний НІБ для вивчення цих понять, при цьому коригування психологічної моделі не відбувається, тому що не має ніякої інформації про те, як студент сприймає інформацію поточного курсу згідно з визначеною для нього на вході психологічною моделлю;
- при задовільних результатах (від 30 % до 60 % правильних відповідей) визначаються незасвоєні та погано засвоєні поняття, формується відповідний НІБ для вивчення цих понять.

Після визначення наступного кроку навчання студента перевіряється: чи вивчив він вже весь дистанційний курс; чи ще залишився незасвоєний матеріал. Якщо весь курс вивчено, то студентові оголошуються результати навчання у вигляді його матриці знань.

Якщо курс ще не пройдено, то формується НІБ, враховуючи особливості подання матеріалу, визначені психологічним тестом. Потім студент вивчає матеріал, після чого проходить відповідне вивченому НІБ поглиблене тестування, за результатами якого оновлюється матриця знань студента. Результати поглибленого тестування обробляються наступним чином.

Якщо результати дуже погані (< 30 % правильних відповідей) і студент вже вивчав матеріал (йому вже було надано для вивчення певний НІБ), то визначена для нього психологічна модель не є адекватною. Отже студент знову проходить психологічний тест з визначенням нової траєкторії навчання.

Якщо результати задовільні (від 30 % до 60 % правильних відповідей), то за результатами поглибленого тестування визначаються незасвоєні та погано засвоєні поняття, формується відповідний НІБ для вивчення цих понять.

МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ БЕЗ ПСИХОЛОГІЧНОЇ АДАПТАЦІЇ

Модель адаптивного навчання, що базується на понятійній моделі предметного середовища з урахуванням психологічних особливостей студентів, доцільно будувати зі структурою, подібною до класичної моделі звичайного навчання, але для цього потрібні дійсні статистичні дані реального навчання, заснованого на даних принципах. На сьогодні модель навчання, заснована на понятійній моделі предметного середовища, знаходиться у стані впровадження в систему дистанційного навчання «Віртуальний університет» і реальна група студентів, яка могла б надати результати, що можуть бути використані при моделюванні, поки що за цією схемою не навчалася. Тому в моделі потрібно враховувати усі понятійні зв'язки для отримання адекватної моделі, яка б давала прийнятні результати, але в такому випадку виникає інша проблема. Оскільки понятійні зв'язки в кожному дистанційному курсі (ДК) різні, то, побудувавши модель для одного ДК, її не можна буде використати у повній мірі для іншого ДК, це можливо тільки з певною похибкою. Таким чином, моделювати весь ДК немає ніякого сенсу, тому змоделюємо тільки його частину. Отримані результати можна буде також використовувати і для інших частин інших ДК.

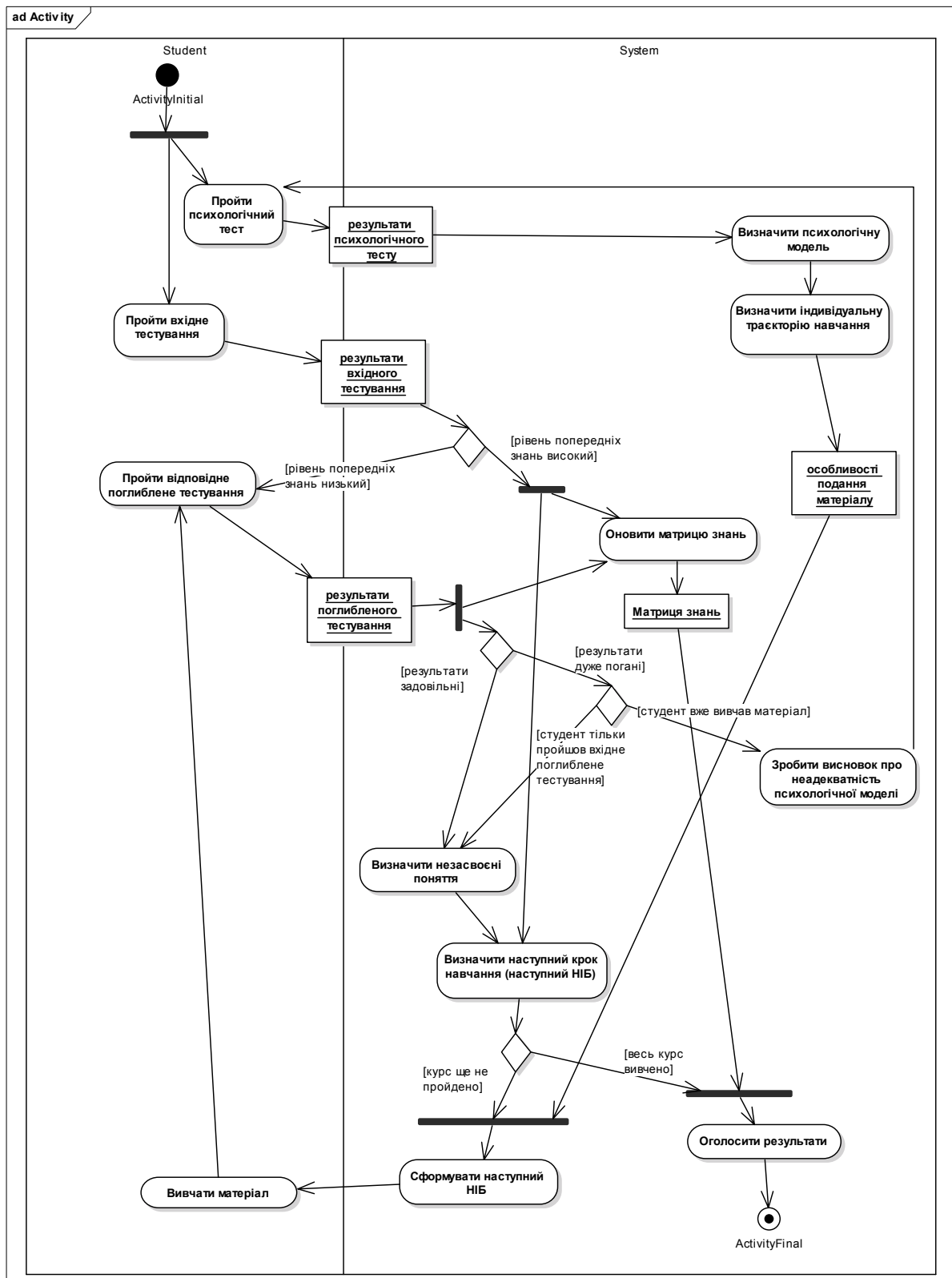


Рис. 5. Алгоритм процесу адаптивного навчання

Візьмемо для моделювання першу частину певного ДК (рис. 6), яка складається з трьох НІБ. Кожен блок охоплює знання з трьох понять. Кожен з цих трьох блоків студент вивчає послідовно, після вивчення певного НІБ проходить тестування, яке виявляє знання студента з понять поточного блоку. Стрілки вказують понятійні зв'язки, а, отже, і напрямки доучування, тобто, наприклад, погане знання поняття 1_1 першого НІБ призведе до повторення

попереднього блоку 1 з попереднього ДК, а погане знання поняття 2_2 з другого НІБ змусить студента повернутися до вивчення першого навчально-інформаційного блоку.

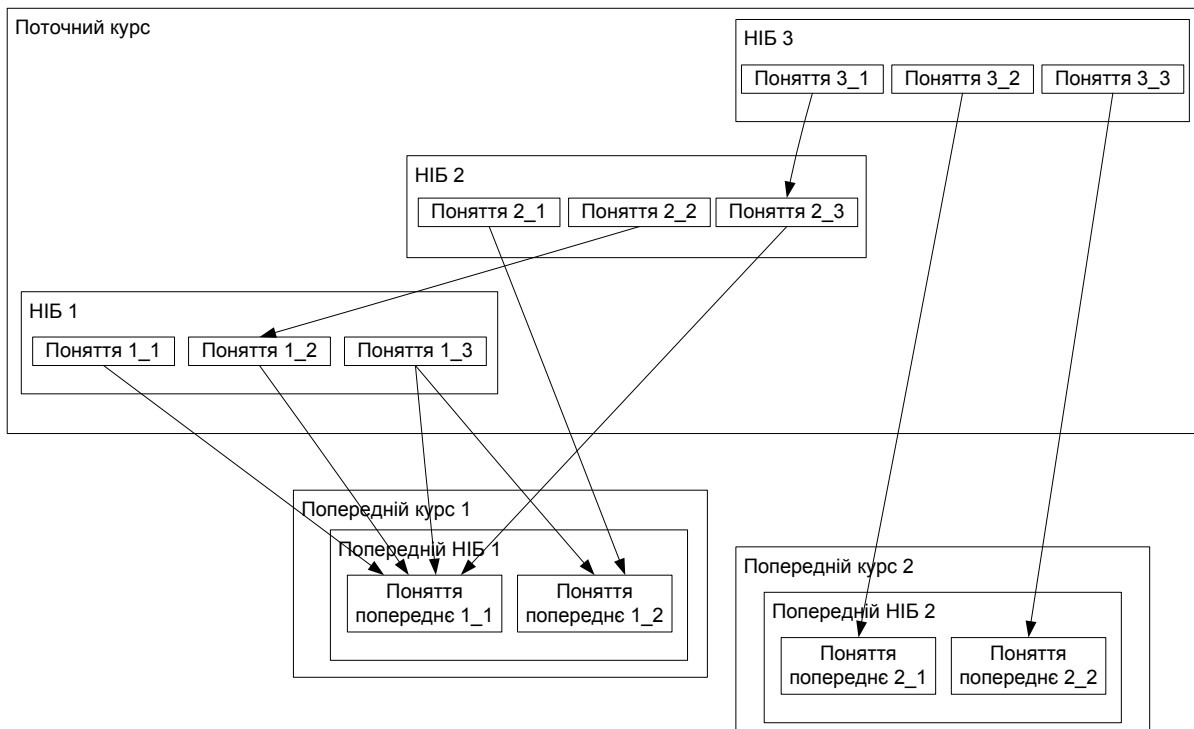


Рис. 6. Фрагмент ДК

Кожен етап навчання або повторення моделюється засобами системи Stella за допомогою кількох базових блоків. На рис. 7 показано модель n -го етапу навчання. Основний потік в даній моделі – це знання. На кожному етапі моделювання знання студента переходять у новий блок, де до них додаються нові знання, враховуючи швидкість засвоєння навчального матеріалу в залежності від категорії студента, а наявні знання забуваються, враховуючи коефіцієнт забування.

На n -му етапі навчання за певних умов «*vhodnoe uslovie n*» знання студента, які він отримав на попередньому кроці навчання «*Knowledge previous NIB*» частково забуваються, враховуючи коефіцієнт забування «*forgotting rate*», і переходять у знання поточного етапу навчання «*Knowledge NIB n*». Одночасно з цим нові знання «*infa bloka n*», які студент повинен отримати на даному етапі навчання, враховують швидкість засвоєння навчального матеріалу «*learning rate*», що залежить від категорії студента «*Student type*», та акумулюються в блоці «*Knowledge NIB n*». Таким чином, отримуємо сукупність знань студента на n -му етапі навчання. На першому етапі навчання модель виглядатиме як показано на рис. 8.

Для кожного студента, що пройшов вхідне тестування «*start test*», визначається сукупність його початкових знань «*Knowledge input*». Одразу після вхідного тестування студент вивчає матеріали навчально-інформаційного блоку 1 «*infa bloka 1*», враховуючи свою швидкість засвоєння навчального матеріалу «*learning rate*», а також поступово забуває свої початкові знання «*Knowledge input*», враховуючи коефіцієнт забування «*forgotting rate*». Після вивчення першого НІБ знання студента акумулюються в «*Knowledge NIB 1*».

Модель процесу адаптивного вивчення фрагменту дистанційного курсу (див. рис. 6) складається із зазначених вище блоків і виглядатиме як показано на рис. 9.

При моделюванні були використані ті ж самі параметри *learning rate* та *forgotting rate*, що використовувались у класичній моделі навчання. Крім того, враховуючи зворотні зв'язки та доучування, у випадку повторного вивчення студентом одного і того ж матеріалу, засвоєння його суттєво покращується, про що писали Г. Еббінгауз та інші вчені [9]. Згідно з

Г. Еббінгаузом, крива забування у випадку повторення матеріалу виглядатиме, як показано на рис. 10 [10].

Виходячи з песимістичних міркувань при моделюванні приймемо, що при повторенні сприйняття інформації покращиться на 20 %.

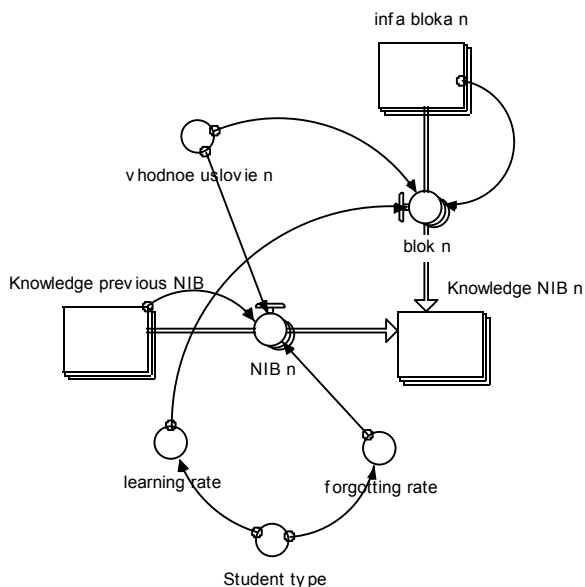


Рис. 7. Типова модель n -го етапу навчання

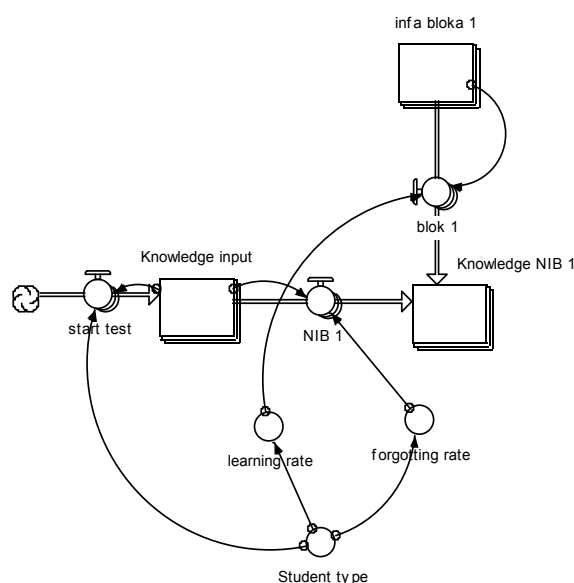


Рис. 8. Типова модель 1-го етапу навчання

Навчання проходитиме за наступним сценарієм. Спершу студент проходить вхідне тестування, де визначаються його знання за певними поняттями з попередніх ДК, а також початковий середній бал до адаптивного навчання. Потім студент послідовно вивчає навчально-інформаційні блоки НІБ 1, НІБ 2 та НІБ 3, проходячи після вивчення кожного з них тестування на знання відповідних понять. За результатами цього тестування визначається наступний крок навчання за таким сценарієм:

- якщо середній бал за результатами поточного тестування більше прохідного балу, то студент переходить до вивчення наступного НІБ;
- якщо середній бал менше прохідного балу, тоді визначаються погано засвоєні поняття (оцінка по даним поняттям менше прохідного балу) і студент переходить до повторення матеріалу (але не більше 5 разів) згідно з понятійними зв'язками погано засвоєних понять (див. рис. 6);
- якщо середній бал менше прохідного балу і студент вже 5 разів повертався до повторення матеріалів згідно з понятійними зв'язками погано засвоєних понять, то студент переходить до вивчення наступного НІБ.

Граничне значення повернення у 5 разів може змінюватись і задається для студентів-двієчників.

Після проходження усіх трьох НІБ підбиваються підсумки навчання і визначається успішність студента після адаптивного навчання (підрховується середній бал засвоєння усіх понять).

МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ

Повна модель адаптивного навчання враховує і понятійну модель предметного середовища, і психологічну адаптацію навчального матеріалу до кожного студента. Дослідження у працях [11-14] показали, що завдяки індивідуалізації навчання, зокрема психологічній, значно покращується успішність усіх студентів. Результати досліджень виявили збільшення середнього балу в середньому від 5 % до 20 %. Потенційно можливі і більші показники, але, в силу різних обставин, як-то неуважність, зайнятість іншими справами, несумлінність, і,

найголовніше, відсутність мотивації, врахування якої потребує особистого спілкування викладача з кожним окремим студентом, ефективність навчання в цілому та індивідуалізації навчання зокрема знижується. Отже, оберемо для моделювання середнє значення цього показника – 12,5 %.

Модель процесу адаптивного навчання на основі понятійної моделі предметного середовища з урахуванням психологічних особливостей студентів показано на рис. 11.

Сценарій навчання в адаптивній моделі схожий на попередню модель без урахування психологічних особливостей студента. Різниця буде тільки в обробленні результатів тестування на кожному кроці навчання. Наступний крок навчання визначатиметься таким чином:

- якщо середній бал за результатами поточного тестування більше прохідного балу, то студент переходить до вивчення наступного НІБ;

- якщо середній бал менше прохідного балу, тоді визначаються погано засвоєні поняття (оцінка по даним поняттям менше прохідного балу) і студент переходить до повторення матеріалу (але не більше 5 разів) згідно з понятійними зв'язками погано засвоєних понять (див. рис. 6);

- якщо середній бал менше прохідного балу і студент вже 5 разів повертався до повторення матеріалів згідно з понятійними зв'язками погано засвоєних понять, то студент переходить до вивчення наступного НІБ;

- якщо середній бал менше балу психологічної корекції, тоді вважається, що психологічна модель студента визначена невірно, в такому разі студент повинен повторно пройти психологічне тестування з подальшим коригуванням психологічної моделі студента та подання навчального матеріалу, що вплине на швидкість засвоєння матеріалу студентом.

Наявність четвертого варіанту оброблення результатів тестування обумовлена тим, що можлива ситуація, коли студент не відверто відповідав на запитання психологічного тесту, і тому для нього була визначена не відповідна психологічна модель, що призвело до наднизьких показників. Крім того, навіть якщо студент дійсно двічі погано вивчає матеріал, при повторенні цього матеріалу в інтерпретації для іншого психологічного типу швидкість засвоєння ним матеріалу однаково збільшиться.

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Були проведені експерименти з моделями, описаними вище, для групи з 30 студентів. Згідно з відсотковим розподілом студентів за категоріями (див. табл. 1) серед цих студентів 19 будуть належати до категорії 1, 8 – до категорії 2, і 3 – до категорії 3. Прийнято, що прохідний бал дорівнює 60 і для вивчення модельованої частини ДК за класичною схемою навчання необхідно 3 одиниці часу (дні, тижні або ін.). Результати моделювання збиралися по кожному студенту для кожній категорії без і з урахуванням психологічних особливостей студентів. Результати показали, що успішність відмінників практично не покращується, а у багатьох навіть погіршується. Для порівняння отриманих результатів з класичним процесом навчання зведемо усі цифри до купи з отриманням загальних середніх показників у табл. 2-5.

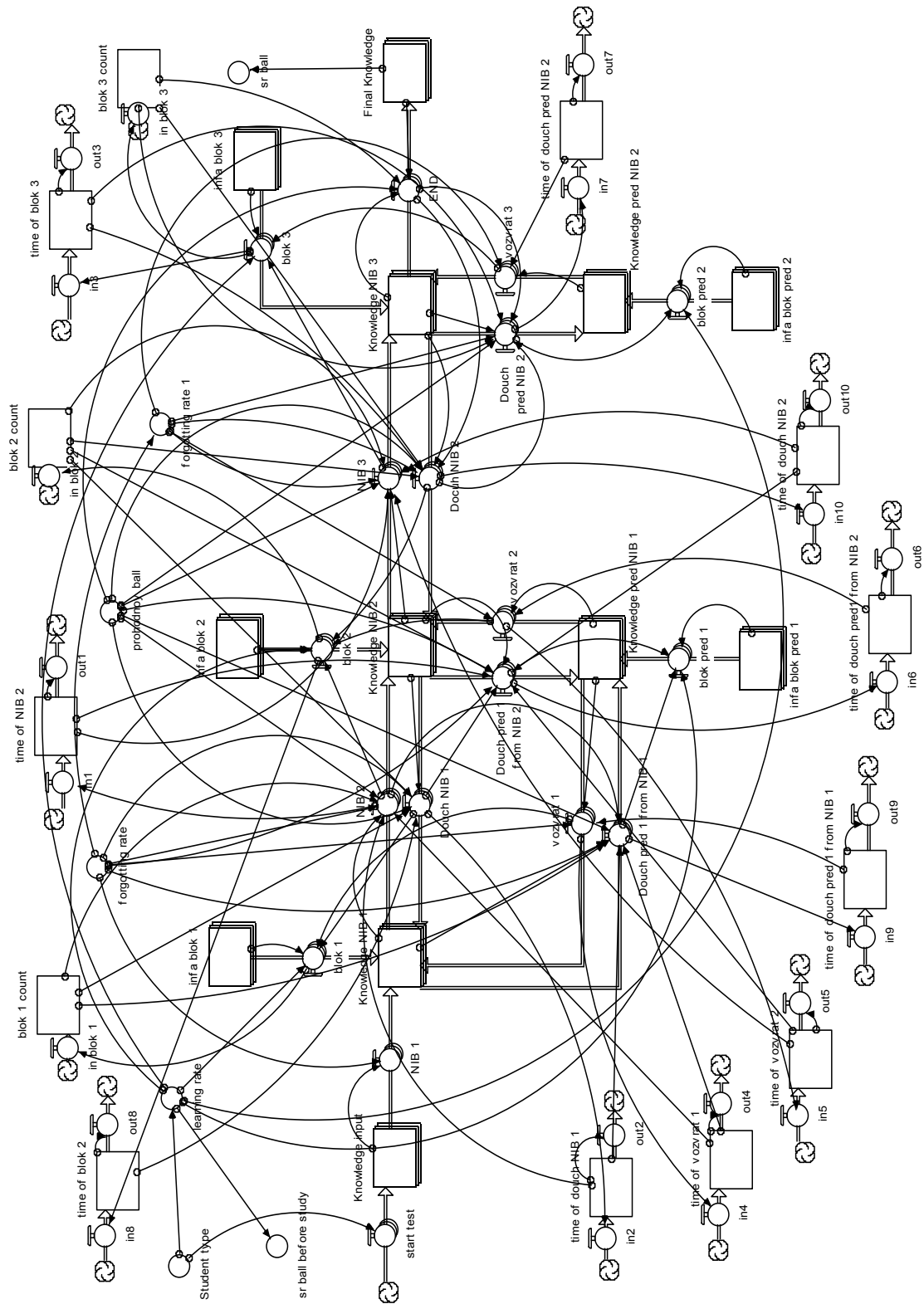


Рис. 9. Модель адаптивного навчання без урахування психологічної адаптації

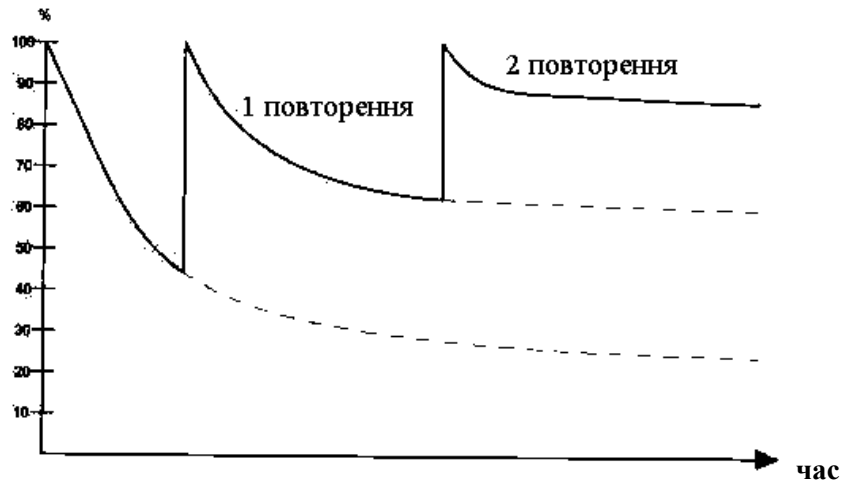


Рис. 10. Крива забування з повтореннями

Таблиця 2

Зведені результати після класичного навчання студентів

Категорія студентів	До класичного навчання			Середня тривалість навчання	Середній відсоток покращення успішності	Після класичного навчання		
	Кількість студентів, %	Кількість студентів	Середній бал			Кількість студентів, %	Кількість студентів	Середній бал
1	66	19	77,83	3	-9,726	66	19	70,26
2	21	8	44,33	3	-10,466	21	8	39,69
3	13	3	26,31	3	-14,937	13	3	22,38
Разом студентів						30		
Середній відсоток покращення успішності						- 11,710		

Таблиця 3

Зведені результати після адаптивного навчання без урахування психологічних характеристик студентів (прохідний бал дорівнює 60)

Категорія студентів	До адаптивного навчання			Середня тривалість навчання	Середній відсоток покращення успішності	Після адаптивного навчання		
	Кількість студентів, %	Кількість студентів	Середній бал			Кількість студентів, %	Кількість студентів	Середній бал
1	66	19	71,424	4,157	6,012	90	27	76,584
2	21	8	39,185	11	104,008	10	3	51,720
3	13	3	13,296	25,666	292,297	0	0	0
Разом студентів						30		
Середній відсоток покращення успішності						60,773		

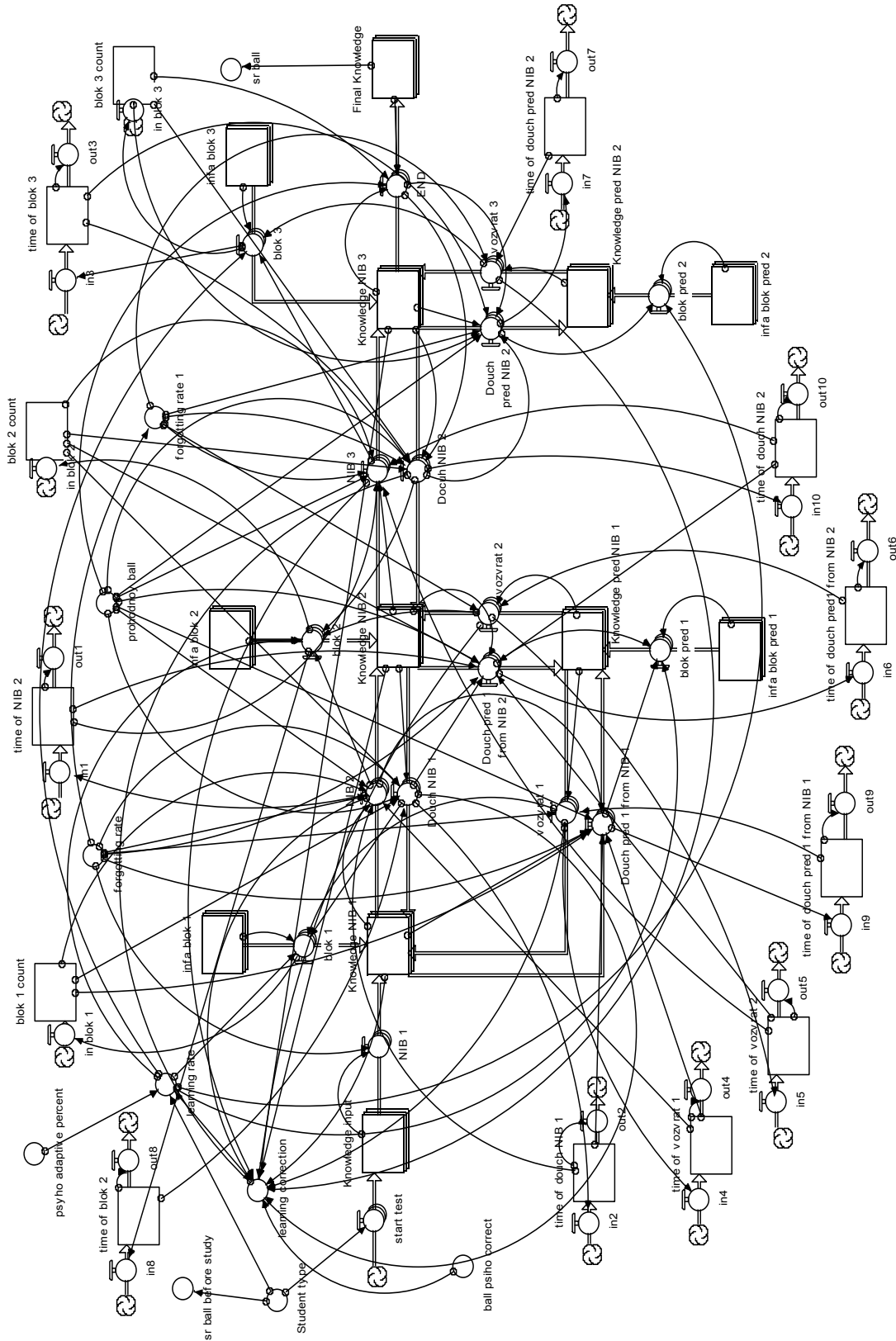


Рис. 11. Модель адаптивного навчання

Таблиця 4

**Зведені результати після адаптивного навчання без урахування психології
(прохідний бал для відмінників дорівнює 75)**

Категорія студентів	До адаптивного навчання			Середня тривалість навчання	Середній відсоток покращення успішності	Після адаптивного навчання		
	Кількість студентів, %	Кількість студентів	Середній бал			Кількість студентів, %	Кількість студентів	Середній бал
1	66	19	73,26	4,157	20,417	90	27	85,068
2	21	8	40,41	9,750	95,582	10	3	48,320
3	13	3	12,29	26,333	292,545	0	0	0
Разом студентів						30		
Середній відсоток покращення успішності						67,674		

Таблиця 5

Зведені результати після адаптивного навчання з урахуванням психології

Категорія студентів	До адаптивного навчання			Середня тривалість навчання	Середній відсоток покращення успішності	Після адаптивного навчання		
	Кількість студентів, %	Кількість студентів	Середній бал			Кількість студентів, %	Кількість студентів	Середній бал
1	66	19	72,195	3	16,918	96,666	29	80,413
2	21	8	38,531	7,5	99,881	3,333	1	50,230
3	13	3	13,693	24,333	325,229	0	0	0
Разом студентів						30		
Середній відсоток покращення успішності						69,873		

ВИСНОВКИ

Отримані результати підтвердили, що чим більше інформації студент вивчає, тим більше її забуває. Повторення вивченого матеріалу та матеріалу з попередніх дистанційних курсів збільшує обсяг інформації, що залишається в пам'яті людини надовго після закінчення безпосереднього її вивчення, що, в свою чергу, значно покращує ефективність навчання, підвищує загальну успішність, ерудованість, середній бал.

Адаптивне навчання, завдяки виявленню слабких місць у кожного окремого студента, та шляхів вдосконалення недостатнього рівня навичок і знань, представленню навчальної інформації у найбільш зручній для кожної людини формі значно покращує результати навчання. З досліджень видно, що середня успішність усіх студентів адаптивного навчання збільшується більш ніж на 60 %. При таких же умовах для класичного навчання загальна успішність знижується. Обумовлено це тим, що, навчаючись за класичною схемою, студент один раз вивчає інформацію, а протягом подальшого навчання, займається вивченням інших предметів, або ж після нього, просто забуває те, що колись вивчив. Адаптивна ж модель навчання, заснована на понятійній моделі предметного середовища, дозволяє не втратити раніше набуті знання, а використати їх у потрібний час, а у разі забування, пригадати заново, відновивши їх у пам'яті.

Навчаючись за класичною схемою студенти першої категорії втрачають 9 % своїх знань, студенти другої – 10 %, в третьої – взагалі 14 %. Сумна тенденція. Але, при навчанні за адаптивною схемою, результати виявляються абсолютно протилежними. Рівень знань відмінників збільшується на 6-20 %, трієчників – на 95-100 %, а двієчників взагалі на 300 %. Тобто при адаптивному навчанні двієчники взагалі зникають. Тож, маючи на початку навчання 66 % студентів, які вчаться на «5» та «4», після адаптивного навчання їх стає вже 90-96 %. Отже, адаптивне навчання робить трієчників відмінниками, а двієчників – трієчниками.

Але не все так однозначно і добре з відмінниками. Аналіз результатів показав, що більшість відмінників не те що покращують рівень знань, а навпаки ці знання втрачають. Ті студенти, що навчалися протягом трьох одиниць часу, здебільшого показали по закінченню навчання гірші результати, ніж на вході, а відмінники, що хоча б один раз повторювали або доучували попередній матеріал, виявили значне покращення успішності (в середньому на 19,5%). Виявилось, що відмінники, які швидко вивчили значну кількість навчального матеріалу, так же швидко його і забувають, не повторюючи пройдене та не маючи можливості повторно використати отримані знання. В той час, як трієчники, повторивши минулий і краще засвоївши поточний матеріал, значно підвищили свій освітній рівень і, що найголовніше, зберігають у пам'яті отримані знання набагато довше саме завдяки повторенню (див. рис. 8).

Дана тенденція в подальшому житті студентів після закінчення навчання обумовлює той факт, що трієчники, маючи значний рівень ерудованості, найчастіше стають керівниками, директорами, депутатами, в той час як відмінники здебільшого не досягають суттєвих висот, а стають помічниками, секретарями, вузькими спеціалістами. Цей факт пояснюють у працях [15,16] психологічними особливостями різних категорій людей. Трієчники мають такі риси, як внутрішню свободу, незалежність від думки оточуючих, гнучкість, цілеспрямованість, комунікабельність, що дозволяє їм досягти успіхів. Відмінники, навпаки, замкнені, надто обережні, завищеної про себе думки, не здатні справитись із ситуаціями форс-мажору, бояться зробити помилку, і тому, здебільшого стають найманими працівниками у трієчників. Таку різницю у житті відмінників та трієчників частково пояснюють і отримані в результаті даного дослідження результати.

Окрім зазначених вище суттєвих переваг, запропонована модель адаптивного навчання має і недолік. Пов'язаний він із тим, що в процесі доучування та повторення час на вивчення матеріалу підвищується. Причому для відмінників і тих студентів, які здебільшого отримують оцінки «добре» це підвищення дуже незначне у випадку адаптивної моделі, що враховує понятійні зв'язки. При урахуванні психологічних особливостей і відповідному представленні навчального матеріалу тривалість навчання для цієї категорії студентів взагалі практично не збільшується. Для трієчників час на вивчення матеріалу збільшується, але в припустимих границях, до того ж, урахування психологічних особливостей людини зменшує цей час. Набагато складніше у випадку із двієчниками. Час їхнього навчання збільшується у 8 разів, порівняно з класичним навчанням, причому психологічна адаптація практично не дає суттєвого зменшення цього часу. Отже, не важливо, в якому вигляді подавати навчальний матеріал для двієчників, головне – більше повторювати і повертатися на більш низькі рівні знань за понятійною моделлю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Новиков Д.А. Закономерности итеративного научения [Текст]. – М.: Институт проблем управления РАН, 1998. – 77 с.
2. Technical Documentation for the iThink & STELLA Software.
3. Статкевич А.Г., Фенчук О.О. Деякі аспекти практичного використання системи комп'ютерного контролю та тестування в процесі перевірки знань студентів вузу / Статкевич А.Г., Фенчук О.О. // Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка (47), 2009. – 140-144 с.
4. Морехідний коледж технічного флоту ОНМА. Зведена відомість успішності студентів 2 курсу групи 122 спеціальності Судоводіння і виконання багермейстерських робіт за 3 семестр 2009-2010 навчального року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.omctf.od.ua/>.
5. Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nmc.univ.kiev.ua/docs/nakaz/polozh.doc>.
6. Публичный отчет директора МОУ «Воскресенская средняя общеобразовательная школа» имени Героя Советского Союза М.В. Угарова Кировского района Калужской области о проделанной работе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.voskresensk.org/doc/public.doc>.
7. Фадеева Л.Н. Статистический анализ успеваемости студентов по теории вероятностей и математической статистике [Электронный ресурс]. – Режим доступу: <http://www.slidefinder.net/F/Fadeeva/9065599>.

8. Карпенко М.П., Чмыхова Е.В., Тихомирова И.В., Терехин А.Т. О независимости скорости забывания от полноты запоминания при заучивании слов подростками [Электронный ресурс].
9. Гиппенрейтер Ю.Б., Романов В.Я. Психология памяти. [Текст]. – М.: ЧеРо, 2002. – 816 с.
10. Кривая забывания Эббингауза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tv-polyglot.ru/stati/175-krivaya-zabyvaniya-ebbingauza.html>.
11. Чернякова И.Л. Индивидуализация обучения как инновационная идея современной педагогики: историко-культурный контекст [Текст] // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2009. – № 4. – С. 18-23.
12. Ремеева А.Ф. Проблема индивидуализации обучения и НЛП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.analitikudm.ru/rabota3.htm>.
13. Индивидуализация в процессе обучения математике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://revolution.allbest.ru/pedagogics/00015272.html>.
14. Индивидуализация и дифференциация образовательного процесса как условие развития личности современного школьника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://in1.com.ua/article/24192/>.
15. Кузина С. Почему троечники становятся начальниками, а отличники – подчиненными [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.careerguide.com.ua/node/3043>.
16. Матвеева М. Почему отличники в школе не всегда успешны во взрослой жизни? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.materinstvo.ru/art/2302/>.

© Томашевський В.М., Новіков Ю.Л.,
Каменська П.А., 2010

Стаття надійшла до редколегії 20.03.10 р.