

# ІНФОРМАЦІЙНА ЗВ'ЯЗНІСТЬ БЛОКІВ НАВЧАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

**В.О. Касьянов**

Доктор технічних наук, професор\*

Контактний тел.: 050-700-79-04

E-mail: vakasyanov@mail.ru

**І.В. Прохоренко**

Асистент

Кафедра автоматизації та енергоменеджменту\*\*

Контактний тел.: 096-412-19-37

E-mail: Proshorenko\_I@mail.ru

**Т.В. Шипитяк**

Аспірант\*

Контактний тел.: 097-688-87-52

E-mail: tanya\_perzhinska@ukr.net

\*Кафедра механіки\*\*

\*\*Національний авіаційний університет  
пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна

*В даній статті розглядаються проблеми інформаційної зв'язності порцій навчальної інформації, які пов'язані зі змістом модулів навчальних дисциплін. Розглянуті питання оцінки зв'язності модулів дисциплін навчального плану і оптимізація послідовності викладу матеріалу навчальних модулів*

*Ключові слова: інформаційна зв'язність, порції навчальної інформації*

*В данной статье рассматриваются проблемы информационной связности порций учебной информации, которые связаны с содержанием модулей учебных дисциплин. Рассмотрены вопросы оценки связности модулей дисциплин учебного плана и оптимизация последовательности изложения материала учебных модулей*

*Ключевые слова: информационная связность, порции учебной информации*

*This paper discusses the problem of information coupling of educational information portions related to the subjects modules content. The problems of assessment of modules disciplines coupling of the curriculum and sequence optimization of educational modules presentation are considered*

*Keywords: informational coupling, educational information portion*

## Постановка проблеми

Навчальна інформація представлена у вигляді програм дисциплін, які передбачені навчальним планом представляє собою послідовність більш або менш пов'язаних в змістовному відношенні тем і розділів. Вдосконалення змісту і часової структури навчального процесу (НП) пов'язане з аналізом логічних зв'язків, як в середині навчальних дисциплін так і між дисциплінами.

Аналіз може проводитись на підставі методів теорії інформації з застосуванням понять інформаційної зв'язності [3].

Дослідженню цього питання присвячено роботу [1].

Задача полягає в розробці відповідних оцінок зв'язності на основі існуючих статистичних даних успішності студентів.

## Аналіз останніх досліджень та публікацій

Поняття інформаційної зв'язності розглядається зокрема в роботах [2-5]. Дані роботи є підґрунтям для дослідження інформаційної зв'язності навчальних дисциплін.

Наявність досліджень в даній галузі додатково свідчить про актуальність питання, якому присвячена дана робота.

## Ціль даної статті

Розробка методики оцінювання інформаційної зв'язності навчальних дисциплін на підставі підходу, що пропонується в теорії інформації [3].

## Основна частина

Стосовно методу, який пропонується в даній роботі можна вважати, що основними структурними елементами з точки зору змісту НП є дидактичні інваріанти, які складають основу його ієрархічної структури. Кількість навчальної інформації будемо визначати через поняття дидактичного інваріанта. Дидактичні інваріанти складають головний зміст дидактичних модулів. Незважаючи на те, що модулі повинні бути максимально відокремленими блоками навчального матеріалу і мати певну визначену дидактичну мету, тим не менш вони в цілому складають ієрархічну структуру змісту НП в якому реалізується певна інформаційна зв'язність. Структуризація навчальних дисциплін, як в змістовному сенсі так і в часовому, представляється, як задача вивчення інформаційної зв'язності між елементами. При розробці відповідного математичного апарату робляться деякі припущення:

– можна визначити просторовість логічно обособленої теми, а також потрібні та наявні часові ресурси, для її вивчення;

– можна виділити, як мінімум три види зв'язку між блоками навчальної інформації (логічно не зв'язані – коли вивчення наступної теми можливе без вивчення попередньої, логічно зв'язані – коли вивчення наступної теми не можливе без засвоєння попередньої, неабсолютно логічно зв'язані – коли вивчення наступної теми можливе без засвоєння попередньої, але її засвоєння буде не досить ефективним).

В рамках цих припущень ми спробуємо запропонувати деякі математичні моделі для різних видів даних зв'язків.

В даній роботі розглянуті прості структурні схеми зв'язності дидактичних блоків (тем) із яких в подальшому можуть бути побудовані більш складні схеми. Ми розглянемо два види можливих схем:

– розглядається мінімальна система з двох дидактичних блоків (тем) А,В між якими існує жорсткий та нежорсткий зв'язок;

У випадку не жорсткого зв'язку можуть фігурувати більше двох рівнів засвоєння. В цьому випадку буде відігравати велику роль вибір шкали і ефективності апарату.

Розглянемо підхід Шеннона до інформаційної зв'язності двох випадкових величин, або двох груп випадкових величин. Це поняття являється центральним в теорії інформації, самостійний розвиток, якої розпочато в роботах Шеннона (1948 р.) [4]. Його підхід засновано на наступних посиленнях. по-перше, на фундаментальній ролі кількісної міри невизначеності – ентропії, по-друге, на випадковості імовірного опису носіїв інформації. Під інформацією тут розуміється зміна невизначеності, а під кількістю інформації – різниця кількісних мір невизначеностей до і після отримання інформації:

$$I_{xy} = H_x - H_{x|y} \tag{1}$$

є взаємною інформаційною зв'язністю величин  $x$  та  $y$ . Її можна інтерпретувати в повному сенсі, як кількість інформації про  $x$ , яка міститься в  $y$ .

Кількість інформації (1) було введено Шенноном, який показав також значення цієї величини в теорії інформації. Використовуючи відоме співвідношення:

$$H_{x|y} = H_{xy} - H_y \tag{2}$$

можемо записати формулу (1) в наступному вигляді:

$$I_{xy} = H_x + H_y - H_{xy} \tag{3}$$

Ентропії  $H_x, H_y, H_{xy}$  визначаємо звичайною формулою:

$$H_\xi = M H(\xi) = - \sum_{\xi} P(\xi) \ln P(\xi) \tag{4}$$

де:  $M$  – математичне очікування.

Кількість інформаційної зв'язності двох випадкових величин має вигляд:

$$I_{xy} = M[H(x) + H(y) - H(x,y)] = M \ln \frac{P(x,y)}{P(x) \cdot P(y)} \tag{5}$$

Можливі також еквівалентні форми запису:

$$I_{xy} = M \ln \frac{P(x|y)}{P(x)} = M \ln \frac{P(y|x)}{P(y)} \tag{6}$$

Крім середньої ентропії  $H_\xi$  існує випадкова ентропія  $H(\xi) = -\ln P(\xi)$  можна ввести випадкову інформаційну зв'язність [3]:

$$I(x,y) = H(x) + H(y) - H(x,y) = \ln \frac{P(x,y)}{P(x) \cdot P(y)} = \ln \frac{P(x|y)}{P(x)} \tag{7}$$

Розглянемо випадок при вивченні двох порцій навчальної інформації (два «блоки» або теми) з двома видами зв'язку (рис. 2 а,б).

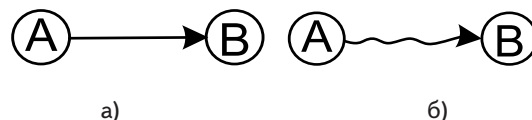


Рис. 1: а) жорсткий зв'язок, б) не жорсткий зв'язок

При жорсткому зв'язку (рис. 1.а) засвоєння порції інформації не можливе без засвоєння порції інформації А. При не жорсткому зв'язку порцію інформації можна засвоювати без засвоєння порції інформації А. В даному випадку ми розглядаємо не жорсткий зв'язок (рис. 1.б.)

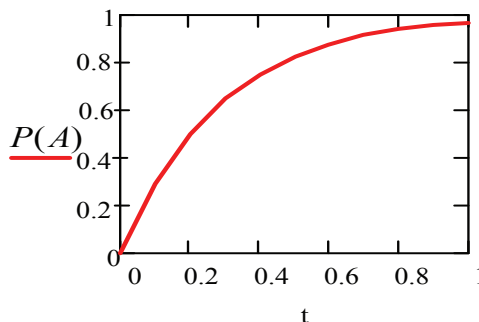


Рис. 2. Графік кривої за виразом (8)

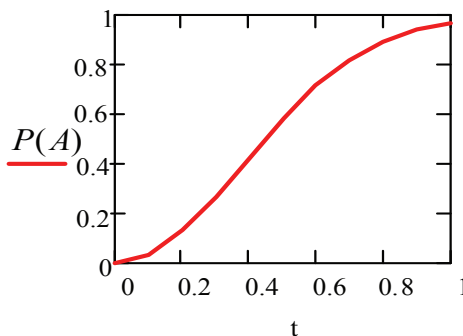


Рис. 3. Графік логістичної кривої за виразом (9)

Розглянемо дві моделі залежності  $P(A)$  від часу  $t$ .

$$P(A) = 1 - e^{-at_1} \tag{8}$$

$$P(A) = 1 - e^{-at_1^2} \tag{9}$$

Більш реальнішим на нашу думку є модель (9) тому, коли при малому часі засвоєння інформації майже не відбувається, що й відслідковується даною моделлю (рис. 4).

Скористаємося моделлю (8), ймовірність засвоєння порції інформації В при умові, що А вже засвоєно, становить:

$$P(B|A) = 1 - e^{-bt_2} \quad (10)$$

Ймовірність незасвоєння  $\bar{A}$  :

$$P(\bar{A}) = 1 - P(A) = e^{-at_1} \quad (11)$$

Тоді ймовірність засвоєння В при не засвоєній порції інформації  $\bar{A}$  :

$$P(B|\bar{A}) = (1 - e^{-b_2(T-t_1)}) \quad (12)$$

Повна ймовірність засвоєння В становить:

$$P(B) = P(A) \cdot P(B|A) + P(\bar{A}) \cdot P(B|\bar{A}) \quad (13)$$

Підставивши значення виразів (3-4) отримаємо:

$$P(B) = (1 - e^{-at_1})(1 - e^{-b_1(T-t_1)}) + e^{-at_1}(1 - e^{-b_2(T-t_1)}) \quad (14)$$

Тоді ймовірність одночасного засвоєння А і В становитиме:

$$P(A \wedge B) = P(A) \cdot P(B|A) = (1 - e^{-at_1})(1 - e^{-b_1(T-t_1)}) \quad (15)$$

Відповідно інформація зв'язку між А і В :

$$\Gamma_{A,B}^* = \ln \frac{P(B|A)}{P(A) \cdot P(B|A) + P(\bar{A}) \cdot P(B|\bar{A})} = \frac{1 - e^{-b_1(T-t_1)}}{(1 - e^{-at_1})(1 - e^{-b_1(T-t_1)}) + e^{-at_1}(1 - e^{-b_2(T-t_1)})} \quad (16)$$

Параметри  $a, b_1, b_2$  залежать, як від складності тем А і В, так і від рівня аналітичних здібностей того, хто навчається.

$b_1$  – застосовується при засвоєнні порції інформації А ;

$b_2$  – застосовується при не засвоєнні порції інформації  $\bar{A}$  .

Аналогічні розрахунки були проведені для залежності (10).

Розглянемо залежності ймовірності засвоєння порцій навчальної інформації від часу при різних ендогенних параметрах  $a, b_1, b_2$ , які характеризують складність навчальної інформації. Розглянемо залежності засвоєння порцій навчальної інформації при різних значеннях параметру  $a$ . (рис. 4-6).

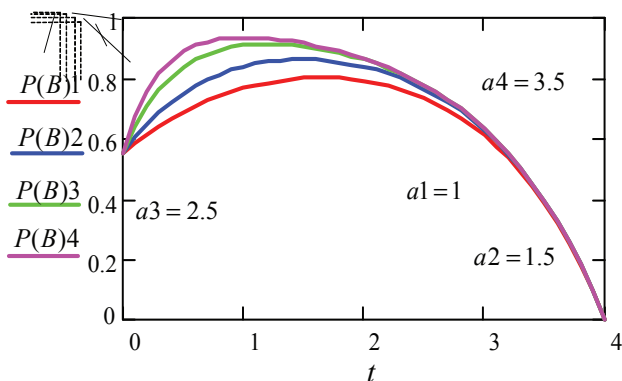


Рис. 4. Ймовірність засвоєння порції навчальної інформації В від часу

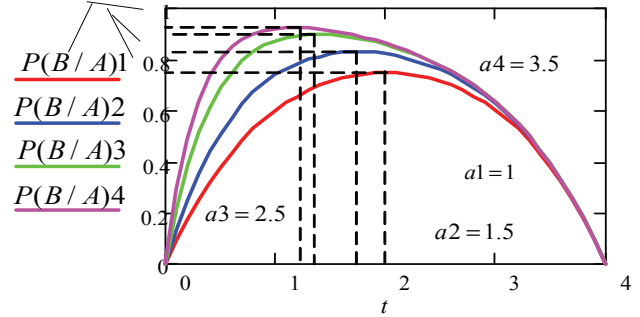


Рис. 5. Ймовірність засвоєння порції навчальної інформації В при засвоєній А від часу

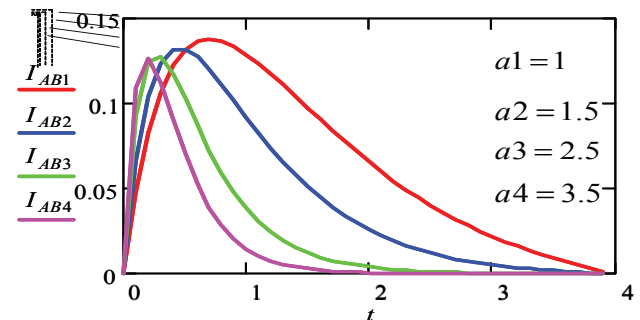


Рис. 6. Інформація зв'язку між А і В

Бачимо, що при збільшенні параметру 0 покращується засвоєння інформації і підвищується ймовірність засвоєння порції інформації А. Інформація зв'язку має максимальне значення при різних  $t^*$  для кожного значення параметру  $a$ , причому положення максимуму переміщується в напрямку зростання  $t^*$  із зростанням  $a$ .

Залежність засвоєння порцій навчальної інформації при зміні параметру  $b_1$ , при засвоєнні порції інформації при постійному параметрі  $a$  та  $b_2$  подана на рис. 7-9.

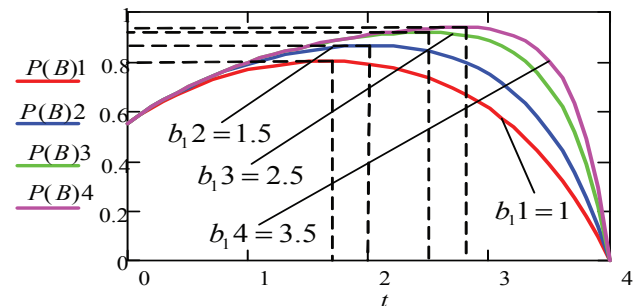


Рис. 7. Ймовірність засвоєння порції навчальної інформації В від часу

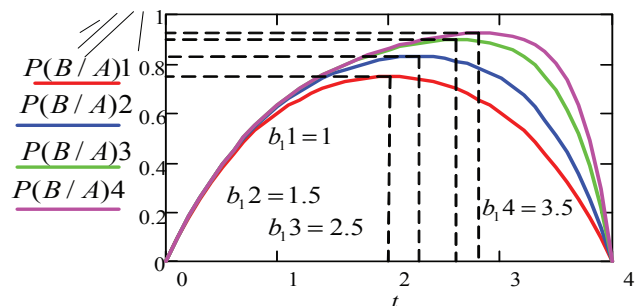


Рис. 8. Ймовірність засвоєння порції навчальної інформації В при засвоєній А від часу

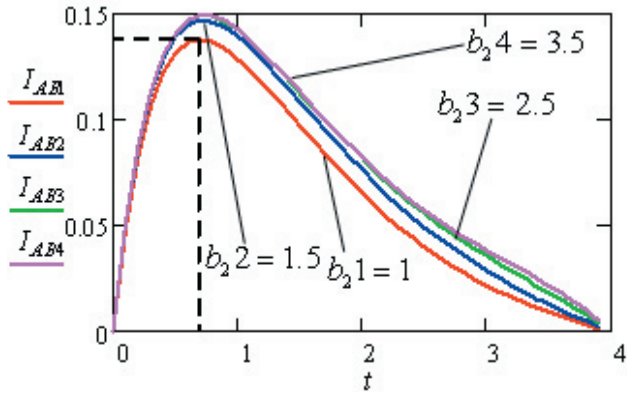


Рис. 9. Інформація зв'язку між А і В

З даних залежностей видно, що чим більший параметр  $b_1$  тим більша ймовірність засвоєння інформації, але при більшій затраті часу, що відображає той факт, що необхідно більше затратити часу, щоб інформація засвоїлась якісно.

Залежність (рис. 10-11) характеризує той самий факт, що і попередні залежності, а саме: що чим більший параметр  $b_2$  ймовірність засвоєння інформації збільшується при меншій затраті часу, а при збільшенні параметру  $b_2$  необхідно більше часу для засвоєння інформації.

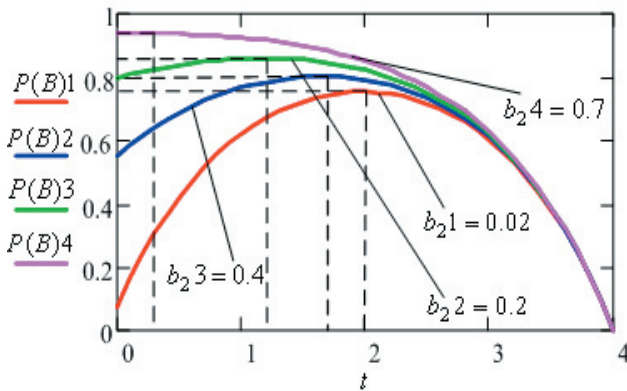


Рис. 10. Ймовірність засвоєння порції навчальної інформації В

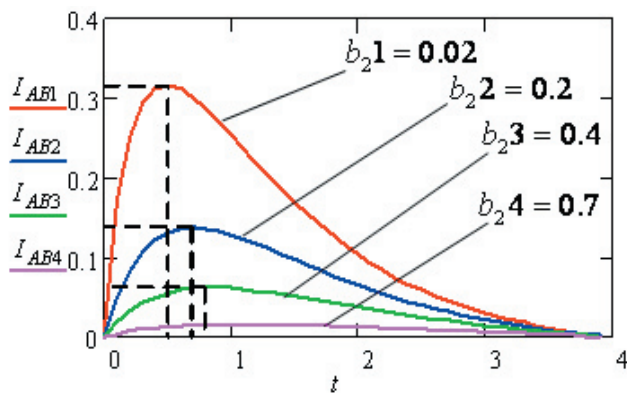


Рис. 11. Інформація зв'язності А і В

Дані залежності вказують на той факт, що чим більші параметри  $a, b_1, b_2$ , тим більший інформаційний

зв'язок, більша ймовірність засвоєння порцій навчальної інформації при більшій затраті часу.

На другому етапі ми провели ідентифікацію параметрів  $0, b$ . Для цього були взяті статистичні дані з відомостей модульного контролю студентів першого курсу механіко-енергетичного факультету. На підставі даних були отримані залежності засвоєння порцій інформації від часу, з яких стає зрозуміло скільки необхідно часу для оптимального засвоєння порцій навчальної інформації, тобто, як потрібно розділити час між двома порціями навчальної інформації, щоб її засвоєння було якісним. Тому дослідимо нашу функцію на точки екстремуму прирівнявши її до нуля:

$$\frac{dP(B)}{dt} = (1 - e^{-at}) \cdot b \cdot e^{-bt} + (1 - e^{-b \cdot t}) \cdot a \cdot e^{-at} \quad (17)$$

вираз для (9):

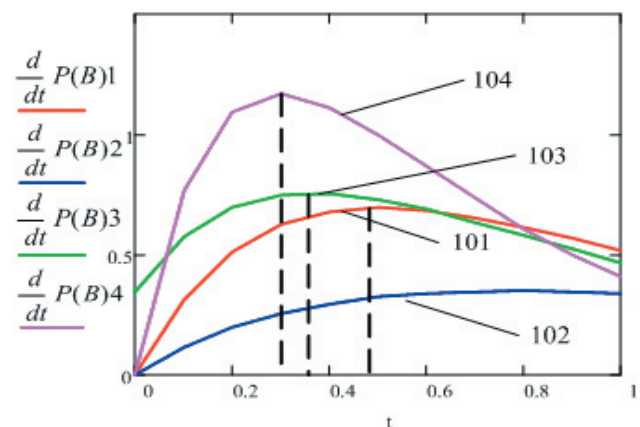
$$\frac{dP(B)}{dt} = (1 - e^{-bt^2}) \cdot e^{-at^2} \cdot 2 \cdot t \cdot a + (1 - e^{-at^2}) \cdot (e^{-bt^2}) \cdot 2 \cdot t \cdot b \quad (18)$$

За виразом (8) було ідентифіковано параметри  $a, b_1, b_2$  і отримані наступні дані табл. 1.

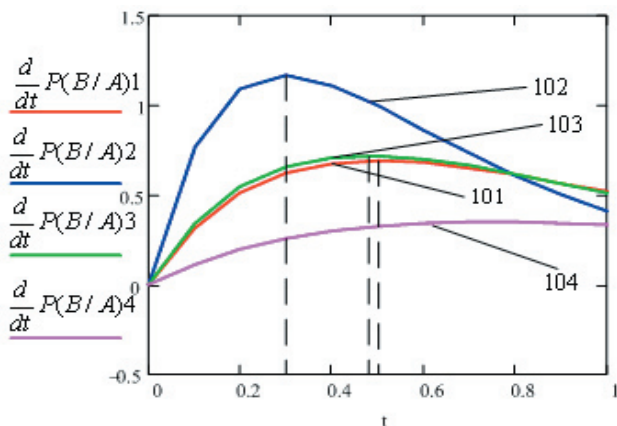
Таблиця 1

Ймовірності засвоєння навчальної інформації

101 група					
$P(A) = 0.688$	$P(B A) = 0.688$	$P(B \bar{A}) = 0$	$a = 2.198$	$b_1 = 2.478$	$b_2 = 0$
102 група					
$P(A) = 0.593$	$P(B A) = 0.444$	$P(B \bar{A}) = 0.148$	$a = 1.696$	$b_1 = 1.249$	$b_2 = 0.347$
103 група					
$P(A) = 0.207$	$P(B A) = 0.502$	$P(B \bar{A}) = 0$	$a = 0.438$	$b_1 = 1.483$	$b_2 = 0$
104 група					
$P(A) = 0.5$	$P(B A) = 0.5$	$P(B \bar{A}) = 0$	$a = 1.308$	$b_1 = 1.475$	$b_2 = 0$



a)



б)

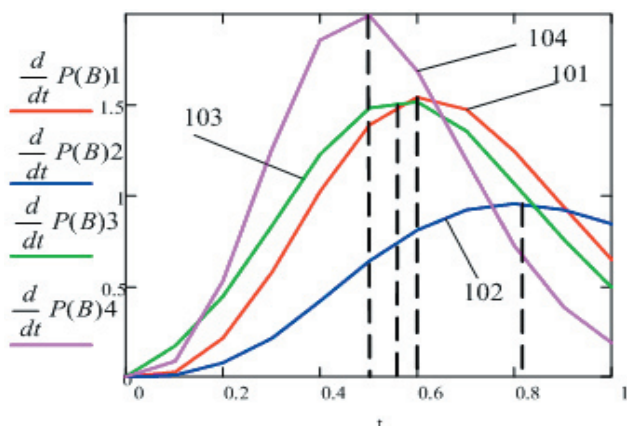
Рис. 12: а) Ймовірність засвоєння порції навчальної інформації В, б) Ймовірність засвоєння порції навчальної інформації В при засвоєній А від часу

За виразом (9)

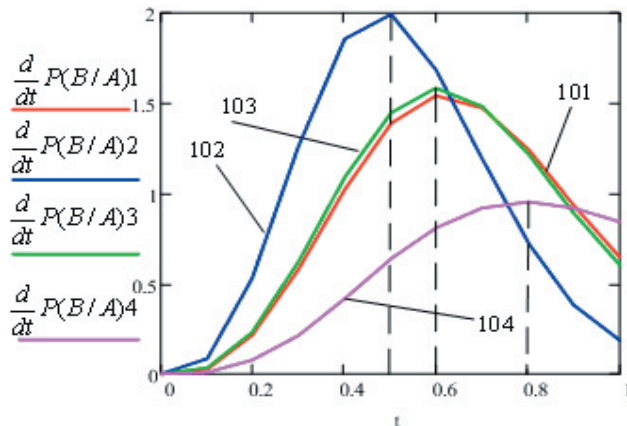
Таблиця 2

Ймовірності засвоєння навчальної інформації

101 група					
$P(A) = 0.688$	$P(B A) = 0.688$	$P(B \bar{A}) = 0$	$a = 4.147$	$b_1 = 5.273$	$b_2 = 0$
102 група					
$P(A) = 0.593$	$P(B A) = 0.444$	$P(B \bar{A}) = 0.148$	$a = 3.2$	$b_1 = 2.657$	$b_2 = 0.725$
103 група					
$P(A) = 0.207$	$P(B A) = 0.502$	$P(B \bar{A}) = 0$	$a = 0.826$	$b_1 = 3.156$	$b_2 = 0$
104 група					
$P(A) = 0.5$	$P(B A) = 0.5$	$P(B \bar{A}) = 0$	$a = 2.468$	$b_1 = 3.138$	$b_2 = 0$



а)



б)

Рис. 13: а) Ймовірність засвоєння порції навчальної інформації В, б) Ймовірність засвоєння порції навчальної інформації В при засвоєній А від часу

На підставі ідентифікації параметрів  $a, b_1, b_2$  і отриманих залежностей ймовірностей  $P(B)$  та  $P(B|A)$  можна отримати оцінки оптимальних значень  $t = t_{opt}$  і порівняти їх з тими, що існують в навчальних програмах на даний час.

**Висновок**

Розроблена методика формування модулів навчальних дисциплін на основі формалізованого підходу до інформаційної зв'язності модулів навчальних дисциплін дозволяє доповнити і частково усунути недоліки існуючих методик заснованих на модульному підході, а також дозволить підвищити ефективність НП.

Наступним етапом буде аналіз статистичних даних для трьох порцій інформації та побудови для них відповідних залежностей.

**Література**

1. Алексеева Л.Н. Формирование гибкого содержания образования и обучения в средних специальных учебных заведениях. [Текст] / Л.Н. Алексеева Автореф. дисс. канд. тех. наук. Москва, 1997. – 272 с.
2. Сетевые методы планирования и организации учебного процесса [Текст] / А.А. Овчинников, В.С. Пучинский, Г.Ф. Петров. – М.: «Высшая школа», 1972. – 157 с.
3. Стратанович Р.Л. Теория информации [Текст] / Р.Л. Стратанович. – М.: Сов. радио, 1975. – 424 с.
4. Шеннон К.Е. Работы по теории информации и кибернетике [Текст] / К.Е. Шеннон. Пер с англ. Под ред. Р.Л. Добрушена, О.Б. Лупанова М., ИЛ. 1963. – 832 с.
5. Яглом А.М., Яглом И.М. Вероятность и информация [Текст] / А.М. Яглом, И.М. Яглом. – М.: Наука, 1973. – 512 с.