

*О.М. Скороход, доцент кафедри інформатики і комп'ютерних технологій
Херсонського національного технічного університету*

МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ СФЕРИ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЇЇ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА

Скороход О.М.

Методика прогнозування якості підготовки фахівців сфери інженерії та технологій та її комп'ютерно-інформаційна підтримка

В статті розглянуто авторську методику прогнозування якості підготовки фахівців сфери інженерії та технологій та її комп'ютерно-інформаційну підтримку – СППР «Ймовірнісне прогнозування якості підготовки фахівців».

Ключові слова: прогнозування, система підтримки прийняття рішень.

Скороход Е.Н.

Методика прогнозирования качества подготовки специалистов сферы инженерии и технологий и ее компьютерно-информационная поддержка

В статье рассмотрена авторская методика прогнозирования качества подготовки специалистов сферы инженерии и технологий и ее компьютерно-информационная поддержка – СППР «Вероятностное прогнозирование качества подготовки специалистов».

Ключевые слова: прогнозирование, система поддержки принятия решений.

Постановка проблеми. Одним із пріоритетних системоформуючих, системоорганізуючих, системорегулюючих тощо чинників вищої технічної школи являється система управління підготовкою фахівців сфери інженерії та технологій (ІТ). Від якості управлінських рішень якої залежить не тільки стан вищої технічної школи в цілому, але й стан її структурних компонентів та стан і рівень підготовки її студентів та слухачів.

Як відомо, пріоритетною місією системи управління підготовкою

фахівців будь-якої вищої школи являється - *планування та організація; управління, наглядання та координація; прогнозування, оцінка та аналіз діяльності та функціонування освітньої системи в цілому та окремих її компонентів.*

Як відомо, ефективне функціонування будь-якої економічної або соціально-економічної системи реалістичного буття індивіда не можливе без ефективних методів, методик тощо прогнозування та планування її стану та стану її структурних компонентів.

Аналіз публікацій та досліджень. Як показав аналітичний огляд наукової та науково-методичної літератури, ефективне прогнозування та планування стану систем підготовки фахівців різних сфер людської діяльності є актуальною проблемою педагогічної теорії та практики вітчизняної та зарубіжної освітніх систем. Даній темі присвячено чимало публікацій науковців, про що свідчить аналітично-оглядове видання "Эффективность сетевых дидактических технологий. Проблемы. Способы оценки" [3], підготовлене російськими вченими Лобановим Ю.И. та Ильченко О.А.¹.

Але не зважаючи на значні досягнення вчених у цій області знань, *автор публікації, Олена Миколаївна Скороход, пропонує використовувати її методику прогнозування якості підготовки фахівців сфери ІТ, яка являється синтезом теорії ймовірності та теорії статистики в умовах невизначеності.*

Метою написання даної наукової роботи являється надання науково-педагогічному персоналу вищої школи та її студентам-науковцям теоретико-методичного інструментарію, щодо *методики прогнозування якості підготовки фахівців сфери ІТ та щодо програмної її реалізації, якою є авторська система підтримки прийняття рішень (СППР) - «Ймовірнісне прогнозування якості підготовки фахівців».*

Виклад основного матеріалу. Згідно авторського трактування, **вища технічна школа**, надалі ВТШ, – *це сукупність і/або множина і континуум*

¹ Прізвища вчених вказані російською мовою.

компонентів/елементів різної природи, які мають певні/визначені зв'язки/відношення і властивості/якості, що реалізуються/функціонують для досягнення певної/визначеної цілі/цілей системи і/або для вирішення її проблем.

ВТШ являється складною, відкритою та динамічною системою та є **цілісною і граничною**; носить **стохастичний** (непостійний або переривчатий) **характер**, носить **вірогіднісний** (той, що може бути запрограмований (запрогнозований) з деякою мірою вірогідності) **характер**, **знаходиться в умовах невизначеності** (тобто в умовах, коли бажані стани (-н) системи або/її властивості або/ї її цілі можуть бути запрогнозовані з деякою мірою вірогідності) та є **ціленаправленою системою**.

Стохастичність, вірогідність та невизначеність вищої технічної школи, як системи, обумовлені наявністю в ній головних суб'єктів її управління, а саме студентів та слухачів вищого навчального закладу (ВНЗ).

Беручи до уваги це твердження, виконаємо прогнозування якості підготовки фахівців сфери ІТ методами теорії ймовірності та теорії статистики, які як було зазначено вище, застосовуються в умовах невизначеності.

Одним із методів вищевказаних теорій, являється метод, що базується на технології пошуку стандартного відхилення.

Стандартне відхилення [1, с. 80] – це міра того, наскільки широко розкидані точки даних відносно їх середнього значення.

Стандартне відхилення [2, с. 279] – це міра того, наскільки відрізняються один від одного окремі числові показники.

Стандартне відхилення, в залежності від вибраної базової лінії, або числового представлення результатів спостережень розраховується декількома способами [2]:

Перший спосіб використовується, якщо у якості базової лінії взято вибірку, тобто частину даних, згрупованих за певним критерієм:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X - \mu)^2}{(n - 1)}}$$

де μ – середнє значення точок даних, n – розмір вибірки.

Другий спосіб використовується, якщо у якості базової лінії взято генеральну сукупність, тобто всі дані явища чи процесу, що є предметом спостереження:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X - \mu)^2}{n}}$$

Іншим ефективним методом прогнозування в умовах невизначеності являється «Стандартний нормальний розподіл», що є теоретичним інструментарієм теорії ймовірності.

Теорія ймовірності оперує із дефініцією – «вірогідність», яка приймає різні трактування в залежності від предметної галузі її застосування та має трактування-абстракції та трактування-визначення (мається на увазі математичні визначення). Так як у подальшому викладі, автор буде використовувати трактування-абстракції, розглянемо основні із них:

Вірогідність [5, с. 11] – це число «успіхів», яке отримане в результаті великої кількості експериментів.

Вірогідність [4, с. 301] – це міра об'єктивної можливості появи подій.

Вірогідність [автор публікації] – це формалізований опис настання/ненастання визначеної події.

На думку фахівців теорії ймовірнісної статистики, для формалізованого опису вірогідності, найкращим способом є - застосування математичних кривих, які прийнято називати **розподіли ймовірностей або ймовірнісні розподіли або функції ймовірностей**.

Існує декілька видів ймовірнісних розподілів, які використовуються в залежності від типу числових величин, які досліджуються.

Так як у більшості випадків педагогічні дослідження пов'язанні із використанням непереривних випадкових величин (*непереривні – це величини, які можуть приймати будь-які значення*), розглянемо вид ймовірнісного розподілу, який було визначено автором на початку даного наукового опусу і

який застосовується для величин такого типу – це «Стандартний нормальний розподіл»².

Стандартний нормальний розподіл – це функція ймовірності, яка залежить від середнього значення величини, яка досліджується, та стандартного її відхилення.

Основні визначення та постулати стандартного нормального розподілу:

– **стандартний нормальний розподіл** – це розподіл або математична крива, що симетрична відносно середнього значення випадкової величини, яка досліджується;

– **площа, яка утворюється кривою стандартного нормального розподілу** – це вірогідність того, що непереривна випадкова величина, яка досліджується прийме значення із заданого інтервалу;

– **загальна площа під кривою нормального розподілу дорівнює** повній вірогідності, тобто 1;

– **неможливо з повною достовірністю визначити ймовірність** того, що непереривна випадкова величина, що досліджується прийме якесь конкретне значення;

– **правила знаходження стандартного нормального розподілу:** значення випадкових величин, що досліджуються, «замінюються» розрахунковими одиницями стандартного відхилення, які зазвичай позначаються латинською буквою **z** і які *автор назвала z-одиниці*.

– **z-одиниці** показують на скільки стандартних відхилень відрізняється значення випадкової величини, що досліджується, від її середнього значення і розраховуються за наступною формулою:

² Методику «Стандартного нормального розподілу» запозичено із роботи Еддоуса М., Стэнсфилда Р. «Методы принятия решений» [5], але з корективами та в інтерпретації автора публікації – О.М. Скороход.

$$z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

де X – значення випадкової величини; μ – середнє значення базової лінії; σ – стандартне відхилення базової лінії;

– **z-одиниці** можуть приймати як додатне так і від’ємне значення, що означає: якщо **z-одиниця із знаком плюс**, – то значення випадкової величини більше на **z-одиниць** середнього значення базової лінії, якщо **z-одиниця із знаком мінус** – це відповідно означає, що значення випадкової величини менше на **z-одиниць** середнього значення базової лінії, що досліджується.

На основі отриманих z-одиниць можна знайти вірогідності наступним чином:

– перший етап – це *знаходження площі ймовірності на основі отриманих z-одиниць*;

– другий етап – це *розрахунок ймовірності*.

Знаходження площі ймовірності – це її визначення на основі отриманих **z-одиниць** за допомогою статистичних таблиць нормального розподілу.

Розрахунок ймовірності – це розрахунок, за наступним формалізованим правилом: так як загальна площа вірогідності дорівнює 1, то відповідно **розрахункова вірогідність = 1 - табличне значення площі ймовірності** або в процентному вираженні – **розрахункова вірогідність = (1 - табличне значення площі ймовірності)*100%**.

Технологію пошуку та застосування стандартного відхилення та стандартного нормального розподілу розглянемо на прикладі прогнозування якості підготовки фахівців сфери ІТ.

З метою оптимізації вирішення цієї задачі та з метою інформаційно-комунікаційної актуалізації знань та вмінь науково-педагогічного персоналу вищої школи та її студентів-науковців, використаємо теоретичний та прикладний інструментарій програми Microsoft Office Excel 2007 надалі Excel.

Постановка задачі прогнозування. *Необхідно визначити прогнозні кількісні показники якості підготовки фахівців сфери ІТ гіпотетичної академічної групи на основі кількісних показників якості їх підготовки, отриманих на попередньому етапі навчання з академічного курсу, що досліджується.*

Примітка. Попереднім етапом навчання може бути або шкільний курс або вузівський курс, який передує досліджуваному. Наприклад, вивченню вузівської дисципліни «Інформатика» передує шкільний курс «Інформатика»; вивченню вузівського курсу «Інформаційні системи і технології» передує вузівський курс «Інформатика» тощо.

Першим етапом прогнозування (або прогнозного аналізу або ймовірнісного прогнозування) являється нормалізація базової лінії. Як було акцентовано автором, **базова лінія** – це числове представлення результатів спостережень, а в даному випадку кількісне вираження якості підготовки фахівців.

Нормалізація базової лінії полягає в наступному:

– по-перше, – *це сортування даних базової лінії за зростанням (наприклад, від 1 до 100) або спаданням (наприклад, від 100 до 1);*

– по-друге, - *це групування даних за певною фасетною ознакою, наприклад, оцінки, які виражені у балах, можуть бути згруповані за відповідністю їх національній шкалі - «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно» або шкалі ECTS – A, B, C, D, E, FX, F.*

Другий етап – це знаходження для кожної групи даних базової лінії – їх **середніх значень та їх стандартного відхилення.**

Середнє значення групи даних базової лінії або, як було зазначено вище, середнє значення випадкової величини, **розраховується за формулою:**

$$\mu = \frac{(X_1 + X_2 + \dots + X_n)}{n},$$

де X – *це відповідна точка даних або значення випадкової величини, а n – розмір вибірки.*

Для спрощення розрахунків середнього значення групи даних, можна скористатись вбудованою функцією програми Excel – **СРЗНАЧ**.

Синтаксис функції:

СРЗНАЧ(число1;...),

де *число1* - це діапазон клітинок, для якого розраховується середнє.

Так як данні, які досліджуються, являються вибіркою, то для розрахунку стандартного відхилення групи даних базової лінії скористаємося наступною формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X - \mu)^2}{(n - 1)}}$$

де μ – середнє значення групи даних базової лінії, n – розмір вибірки.

Для спрощення розрахунків середнього значення групи даних, можна скористатись вбудованою функцією програми Excel – **СТАНДОТКЛОН**.

Синтаксис функції:

СТАНДОТКЛОН(число1; ...),

де **число1** - це діапазон клітинок, для якого розраховується стандартне відхилення.

Третій етап – це знаходження для кожної групи даних і для кожного значення випадкової величини - **z-одиниць** за наступною формулою:

$$z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

де X – значення випадкової величини; μ - середнє значення групи даних; σ – стандартне відхилення групи даних.

Для спрощення розрахунків z-одиниць, можна скористатись вбудованою функцією програми Excel – **НОРМАЛІЗАЦІЯ**.

Синтаксис функції:

НОРМАЛІЗАЦІЯ (X; среднее; стандартное_откл)

де X – значення випадкової величини, що нормалізується; **среднее** - середнє значення групи даних; **стандартное_откл** – стандартне відхилення групи даних.

Четвертий етап – це знаходження площин ймовірностей випадкових величин кожної групи базової лінії на основі отриманих **z-одиниць**.

Як було зазначено вище, знаходження площі ймовірності – це її визначення на основі отриманих **z-одиниць** за допомогою статистичних таблиць нормального розподілу.

Статистичні таблиці нормального розподілу та інших видів розподілу наведено у роботі Еддоуса М. та Стэнсфилда Р. – «Методы принятия решений» [5, с. 575–584].

П'ятий етап – це **розрахунок ймовірностей випадкових величин кожної групи базової лінії**.

Як було зазначено вище, **розрахунок ймовірності** – це розрахунок, за наступним формалізованим правилом: так як загальна площа вірогідності дорівнює 1, то відповідно – **розрахункова вірогідність = 1 - табличне значення площі ймовірності** або в процентному вираженні – **розрахункова вірогідність = (1 - табличне значення площі ймовірності)*100%**.

Короткі висновки та ілюстрації із проведеного ймовірнісного прогнозного аналізу. Примітка. Як було зазначено вище, прогнозний аналіз проводиться для гіпотетичної академічної групи та гіпотетичної академічної дисципліни.

Для ілюстрації проведеного ймовірнісного прогнозу, наведемо комп'ютерні світлинки (скріншоти) авторської СППР «Ймовірнісне прогнозування якості підготовки фахівців». На *першій комп'ютерній світлинці* будуть зображені вхідні та розрахункові дані, на *другій світлинці*, яка являється копією-аналогом першої, - будуть зображені вхідні дані та розрахункові формули, на *третьій* – графічне зображення ймовірнісного прогнозування, а саме порівняльні графіки вхідних балів та можливих мінімальних та максимальних балів.

	A	B	C	D	E	F	G
2	Ймовірнісне прогнозування рівня компетенцій фахівців						
3	Порядковий номер фахівця/студента	Вхідні бали	Прогнозні(мінімальні) бали	Прогнозні(максимальні) бали	z-одиниці	Таблична площа ймовірностей	Вірогідність, %
4	1	82	79	85	-1,00	0,16	84
5	2	82	79	85	-1,00	0,16	84
6	3	83	80	86	-0,67	0,25	75
7	4	84	81	87	-0,33	0,37	63
8	5	86	83	89	0,33	0,37	63
9	6	88	85	91	1,00	0,16	84
10	7	88	85	91	1,00	0,16	84
11	8	89	86	92	1,33	0,09	91
12	9	90	88	92	-1,50	0,07	93
13	10	92	90	94	-0,50	0,31	69
14	11	95	93	97	1,00	0,16	84
15	12	95	93	97	1,00	0,16	84
16							
17	Стандартне відхилення балів для першої групи (діапазон, який відповідає національній шкалі "добре" (від 75 до 89 балів))						3
18	Середнє значення вхідних балів для першої групи						85
19	Середнє значення вірогідності для першої групи, %						78,50
20							
21	Стандартне відхилення балів для другої групи (діапазон, який відповідає національній шкалі "відмінно" (від 90 до 100 балів))						2
22	Середнє значення вхідних балів для другої групи						93
23	Середнє значення вірогідності для другої групи, %						82,50

Рис. 1. Комп'ютерна світлина фрагменту бази моделей «Прогнозування» – вхідні та розрахункові дані

	A	B	C	D	E	F	G
2	Ймовірнісне прогнозування рівня компетенцій фахівців						
3	Порядковий номер фахівця/студента	Вхідні бали	Прогнозні(мінімальні) бали	Прогнозні(максимальні) бали	z-одиниці	Таблична площа ймовірностей	Вірогідність, %
4	1	82	=B4-\$G\$17	=B4+\$G\$17	=НОРМАЛИЗАЦИЯ(B4;\$G\$18;\$G\$17)	0,16	=(1-F4)*100
5	2	82	=B5-\$G\$17	=B5+\$G\$17	=НОРМАЛИЗАЦИЯ(B5;\$G\$18;\$G\$17)	0,16	=(1-F5)*100
6	3	83	=B6-\$G\$17	=B6+\$G\$17	=НОРМАЛИЗАЦИЯ(B6;\$G\$18;\$G\$17)	0,25	=(1-F6)*100
7	4	84	=B7-\$G\$17	=B7+\$G\$17	=НОРМАЛИЗАЦИЯ(B7;\$G\$18;\$G\$17)	0,37	=(1-F7)*100
8	5	86	=B8-\$G\$17	=B8+\$G\$17	=НОРМАЛИЗАЦИЯ(B8;\$G\$18;\$G\$17)	0,37	=(1-F8)*100
9	6	88	=B9-\$G\$17	=B9+\$G\$17	=НОРМАЛИЗАЦИЯ(B9;\$G\$18;\$G\$17)	0,16	=(1-F9)*100
10	7	88	=B10-\$G\$17	=B10+\$G\$17	=НОРМАЛИЗАЦИЯ(B10;\$G\$18;\$G\$17)	0,16	=(1-F10)*100
11	8	89	=B11-\$G\$17	=B11+\$G\$17	=НОРМАЛИЗАЦИЯ(B11;\$G\$18;\$G\$17)	0,09	=(1-F11)*100
12	9	90	=B12-\$G\$21	=B12+\$G\$21	=НОРМАЛИЗАЦИЯ(B12;\$G\$22;\$G\$21)	0,07	=(1-F12)*100
13	10	92	=B13-\$G\$21	=B13+\$G\$21	=НОРМАЛИЗАЦИЯ(B13;\$G\$22;\$G\$21)	0,31	=(1-F13)*100
14	11	95	=B14-\$G\$21	=B14+\$G\$21	=НОРМАЛИЗАЦИЯ(B14;\$G\$22;\$G\$21)	0,16	=(1-F14)*100
15	12	95	=B15-\$G\$21	=B15+\$G\$21	=НОРМАЛИЗАЦИЯ(B15;\$G\$22;\$G\$21)	0,16	=(1-F15)*100
16							
17	Стандартне відхилення балів для першої групи (діапазон, який відповідає національній шкалі "добре" (від 75 до 89 балів))						=СТАНДОТКЛОН(\$B\$4:\$B\$11)
18	Середнє значення вхідних балів для першої групи						=СРЗНАЧ(\$B\$4:\$B\$11)
19	Середнє значення вірогідності для першої групи, %						=СРЗНАЧ(\$G\$4:\$G\$11)
20							
21	Стандартне відхилення балів для другої групи (діапазон, який відповідає національній шкалі "відмінно" (від 90 до 100 балів))						=СТАНДОТКЛОН(\$B\$12:\$B\$15)
22	Середнє значення вхідних балів для другої групи						=СРЗНАЧ(\$B\$12:\$B\$15)
23	Середнє значення вірогідності для другої групи, %						=СРЗНАЧ(\$G\$12:\$G\$15)

Рис. 2. Комп'ютерна світлина фрагменту бази моделей «Прогнозування» – вхідні дані та формули

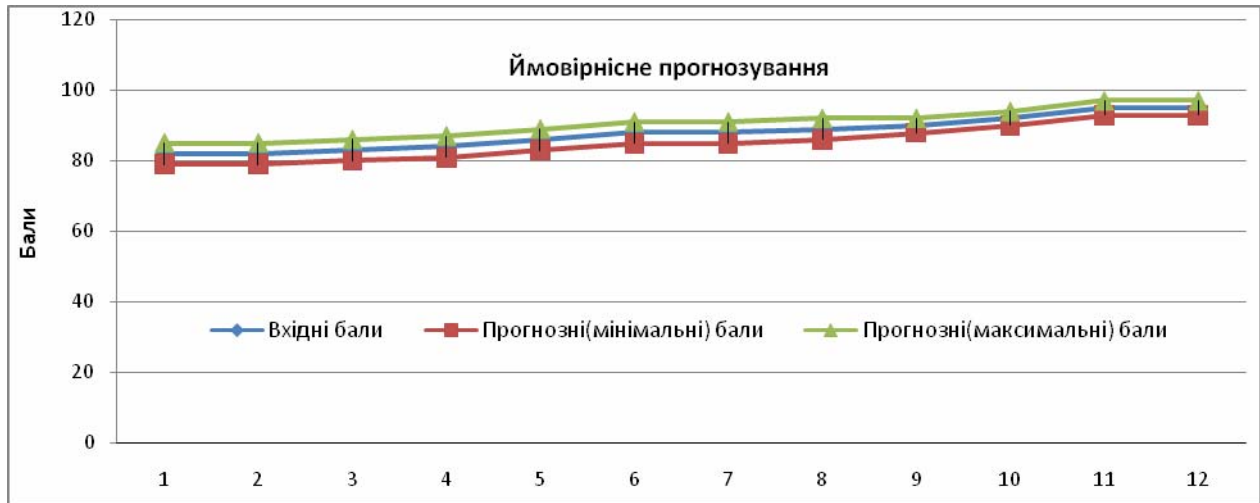


Рис. 3. Комп'ютерна світлина графічного зображення бази моделей «Прогнозування» – «Ймовірнісне прогнозування»

Висновки та перспективи подальших розвідок. Як було акцентовано автором, на початку даної публікації, ефективне функціонування будь-якої економічної або соціально-економічної системи реалістичного буття індивіда не можливе без використання ефективних методів, методик тощо прогнозування та планування її стану та стану її структурних компонентів, а тому генерація нового та удосконалення існуючого теоретико-методичного інструментарію підтримки даної задачі являється однією із основних пріоритетних задач науковців. Описана вище *авторська методика прогнозування якості підготовки фахівців сфери ІТ* та її програмна реалізація пройшли апробацію в навчально-виховному процесі вищої технічної школи, а саме в Херсонському національному технічному університеті, та мають адекватний рівень валідності.

Автором також розроблена методика *оцінки якості підготовки фахівців сфери ІТ*, яка є синтезом теорії управління, педагогічної кваліметрії та теорії прийняття рішень та її комп'ютерно-інформаційна підтримка – СППР «*Оцінка та системологічний аналіз якості підготовки фахівців сфери інженерії та технологій*». Дані теоретичні та програмні розробки висвітлені в наукових статтях автора - «*Методика оцінки якості підготовки фахівців сфери інженерії*

та технологій» [6] та «Система підтримки прийняття рішень як інноваційний інструмент підвищення ефективності діяльності викладача вищого навчального закладу» [7].

Література

1. Гласс Дж. Статистические методы в педагогике и психологии / Дж. Гласс, Дж. Стэнли; [пер. с англ. Л.И. Хайрусовой]. – М. : «Прогресс», 1976. – 496 с.
2. Карлберг К. Бизнес-анализ с помощью Excel / Конрад Карлберг; [пер. с англ. Н.М. Макаровой]. – К. : Диалектика, 1997. – 448 с.
3. Лобанов Ю.И. Эффективность сетевых дидактических технологий. Проблемы. Способы оценки / Ю.И. Лобанов, О.А. Ильченко. – М. : НИИВО, 2005. – 52 с.
4. Маркович Э.С. Курс высшей математики / Э.С. Маркович. – М. : Росвузиздат, 1963. – 407 с.
5. Эддоус М. Методы принятия решений / М. Эддоус, Р. Стэнсфилд; [пер. с англ.]. – М. : Аудит, ЮНИТИ, 1997. – 590 с.
6. Скороход О.М. Методика оцінки якості підготовки фахівців сфери інженерії та технологій [Електронний ресурс] / Олена Миколаївна Скороход // Народна освіта. – 2010. – Вип. 3. – Режим доступу: <http://www.narodnaosvita.kiev.ua/vupysku/12/statti/skorohod.htm>.
7. Скороход О.М. Система підтримки прийняття рішень як інноваційний інструмент підвищення ефективності діяльності викладача вищого навчального закладу [Електронний ресурс] / Олена Миколаївна Скороход // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2010. – Вип. 6. – Режим доступу: <http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/ITZN/em20/emg.html>.

Skorohod E.N.

Methodology of forecasting the quality of training of specialists in the sphere of engineering and technology and its computer-information support

In this article the author's methodology of forecasting the quality of training of

specialists in the sphere of engineering and technology and its computer-information support of decision support systems "Probabilistic forecasting of quality of preparation of specialists".

Keywords: forecasting, decision-making support system.

Відомості про автора

Скороход Олена Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент кафедри інформатики і комп'ютерних технологій Херсонського національного технічного університету. Коло наукових інтересів: моделювання соціальних та економічних систем; проектування та впровадження інформаційних систем і технологій в соціальних та економічних системах; розробка та впровадження інноваційних освітніх технологій: методологія та прикладні аспекти її використання.