

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНА ТЕХНІКА

<https://doi.org/10.31649/1997-9266-2019-142-1-31-40>

УДК 303.732.4: 378

О. О. Войцеховська¹

Б. І. Мокін¹

О. В. Слободянюк¹

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

¹Вінницький національний технічний університет

Показано, що дослідження процесів функціонування закладів вищої освіти і публікації результатів цих досліджень у наукових журналах в основному спрямовані на виявлення залежностей якості підготовки фахівців у цих закладах від однієї чи кількох координат цього процесу в умовах ігнорування впливу багатьох інших його координат, а у переважній більшості і без врахування їх змін у часі, тобто, з використанням математичних моделей цих залежностей в просторі автоматів Мура, у той час як адекватне відображення процесів функціонування закладів вищої освіти можливе лише в просторі автоматів Мілі.

Запропоновано для дослідження процесів функціонування закладів вищої освіти використовувати системний підхід як ідеологію і системний аналіз як метод та визначено усі складові цих процесів на перших двох етапах застосування методу, в результаті чого заклад вищої освіти виділено з навколишнього середовища як об'єкт дослідження і сформовано усі точки, в яких цей об'єкт дослідження здійснює контакти з навколишнім середовищем, та конкретизовані як усі 15 впливів навколишнього середовища на об'єкт дослідження так і усі 12 впливів об'єкта дослідження на навколишнє середовище. Показано, що для того, щоб математичні моделі процесів функціонування закладів вищої освіти представляли ці процеси в просторі автоматів Мілі, їх необхідно синтезувати з використанням залежностей, в яких усі змінні є функціями часу в його неперервній або дискретній інтерпретаціях. Як критерії оцінки результатів запропоновано використати такі інтегральні критерії як імідж закладу вищої освіти та затрати, необхідні для забезпечення його функціонування, перший з яких — імідж — вимагає максимізації з обмеженнями на затрати, а другий — затрати — вимагає мінімізації з обмеженнями на імідж, тобто, при розв'язанні поставленої задачі з їх використанням стратегія може бути або максимінною, або мінімаксною, а точка оптимуму — сідовою.

Ключові слова: заклад вищої освіти, системний підхід, системний аналіз, об'єкт дослідження, навколишнє середовище, математична модель, простір автоматів Мілі, критерій оцінки результатів, імідж, затрати.

Вихідні передумови та постановка задачі

Питанням підвищення якості підготовки фахівців в закладах вищої освіти (ЗВО) та пошукам шляхів і способів розв'язання задач, що постають внаслідок постановки цих питань, науковцями, як вітчизняними так і закордонними, приділялось багато уваги в минулому, приділяється особливо багато уваги сьогодні і буде приділятися не менше уваги в майбутньому. Тож і публікацій у вигляді статей в наукових журналах та монографій, як в Україні так і за її межами, теж уже опубліковано не мало і їх число в майбутньому лише зростатиме. Брали і беруть участь в розв'язанні цих задач і науковці Вінницького національного технічного університету (ВНТУ) відповідно до щорічних програм досліджень Науково-дослідної лабораторії проблем вищої школи (НДЛ ПВШ), яка є не лише внутрішньо університетським науковим підрозділом, але має також статус університетської НДЛ, спільної з Національною академією педагогічних наук України (НАПНУ).

Короткий і далеко не повний список публікацій, які містять в собі результати досліджень, виконаних науковцями ВНТУ за планами НДЛ ПВШ, у вигляді монографій та наукових статей за останні 10 років, приведений нижче у «Списку використаної літератури» під номерами з першого

по двадцять четвертий, є підтвердженням їх активної позиції та намагання внести і свій вклад в теорію і практику підвищення якості підготовки фахівців у ЗВО.

Аналізуючи ці публікації, бачимо, що роботи [1]—[4] присвячені дослідженням шляхів фінансового забезпечення ЗВО, роботи [5], [6] присвячені дослідженням, націленим на стимулювання професорсько-викладацького складу ЗВО до підвищення свого наукового рівня, роботи [2], [3], [7]—[12] присвячені дослідженням методичного забезпечення навчального процесу, роботи [13]—[24] присвячені моделюванню процедур організації навчального процесу та процедур засвоєння студентами знань, отриманих як під час спілкування з викладачем так і самостійно.

З аналізу цих літературних джерел випливає, що дослідження процесу функціонування ЗВО в НДЛ ПВШ проводились за окремими темами, метою яких було вивчення тих чи інших характеристик цього процесу, і, як правило, без з'ясування ступеня їх взаємного впливу.

Аналогічну картину можна спостерігати, аналізуючи і численні публікації інших науковців в сотнях наукових журналів та монографій з педагогічних та суміжних з ними наук, наприклад, в монографії [25], в якій здійснено спробу використати для дослідження процесів у ЗВО ідеологію теорії катастроф, викладену в роботі [26], для написання якої використовувалась також і робота [27].

Але, як показано, наприклад, в роботах [2], [28], вивчення окремих характеристик процесу, який розвивається в часі у складній системі, та намагання покращити ці окремо взяті характеристики без врахування взаємного впливу на них інших характеристик цього процесу, дуже часто не приводить до позитивних результатів. А тому для дослідження процесу функціонування такої складної системи, якою є ЗВО, варто використовувати системний підхід, згідно з ідеологією якого, викладеною, наприклад, в роботах [2], [28], необхідно під час вивчення процесу у складній системі одночасно враховувати усі його основні характеристики та їх взаємний вплив, що вимагає в якості основного методу дослідження при реалізації цього підходу використовувати системний аналіз. Адаптації ідеології системного підходу для аналізу процесу функціонування ЗВО і буде присвячена ця наша публікація.

Викладення результатів дослідження

Посилаючись на роботи [2], [28], нагадаємо, що алгоритм методу теоретичного дослідження складної системи, який прийнято називати системним аналізом, включає в себе п'ять етапів, а саме: 1) постановка задачі, формулювання мети і завдань дослідження та критеріїв оцінювання його результатів; 2) виокремлення об'єкта дослідження з навколишнього середовища, визначення точок, ліній чи поверхонь їх контактів та формування множини змінних, що характеризують процеси в об'єкті і контактні сигнали, та множини їх обмежень; 3) синтез та ідентифікація математичних моделей процесів в об'єкті дослідження та моделей сигналів, якими обмінюються об'єкт дослідження з навколишнім середовищем; 4) дослідження процесів в об'єкті з використанням синтезованих математичних моделей, критеріїв та обмежень; 5) оптимізація процесів у випадку виявлення при їх дослідженні відхилення якихось характеристик чи параметрів від тих значень, що приводять до критеріальних оптимумів чи виводять за межі обмежень.

Оскільки ця наша публікація присвячується, як уже було зазначено вище, адаптації ідеології системного підходу для аналізу процесу функціонування ЗВО, то в ній обмежимося розглядом лише тих аспектів цієї адаптації, яка є характерною для перших двох етапів системного аналізу, залишаючи для наступних публікацій результати дослідження процесів у ЗВО на третьому, четвертому та п'ятому його етапах.

Постановку задачі нашого дослідження та його мету відповідно до вимог першого етапу системного аналізу ми уже сформулювали вище, тож одразу перейдемо до вибору критеріїв оцінки результатів, в якості яких ми пропонуємо сконцентруватись на іміджі ЗВО та затратах, необхідних для функціонування цього ЗВО. Цілком очевидно, що кожний з цих критеріїв є інтегральним і, якщо перший з них — імідж — вимагає максимізації при обмеженнях на затрати, то другий — затрати — вимагає мінімізації при обмеженнях на імідж, тобто, при розв'язанні поставленої задачі наша стратегія може бути або максимінною, або мінімаксною, а точка оптимуму — сідловою.

А тепер перейдемо до другого етапу системного аналізу процесів функціонування ЗВО, який починається з виділення ЗВО як об'єкта дослідження (ОД) із навколишнього середовища (НС) та визначення точок їх контакту, яких, як легко бачити з рис. 1, налічується 27. Направленість стрілок на рис. 1 вказує на те, в яких контактних точках (з 1-ї до 15-ї) НС здійснює вплив на ЗВО, а в яких (з 16-ї до 27-ї) ЗВО здійснює вплив на НС.

Цілком логічно вважати впливи НС на ЗВО входними сигналами для нашого ОД і позначити їх

символами x_i , $i=1,2,\dots,15$. Зміст, яким ми наповнюємо ці сигнали, розкритий в табл. 1.

А впливи ЗВО на НС логічно вважати вихідними сигналами з нашого ОД і позначати їх символами y_j , $j=16,17,\dots,27$. Зміст, яким ми наповнюємо ці сигнали, розкритий в табл. 2.

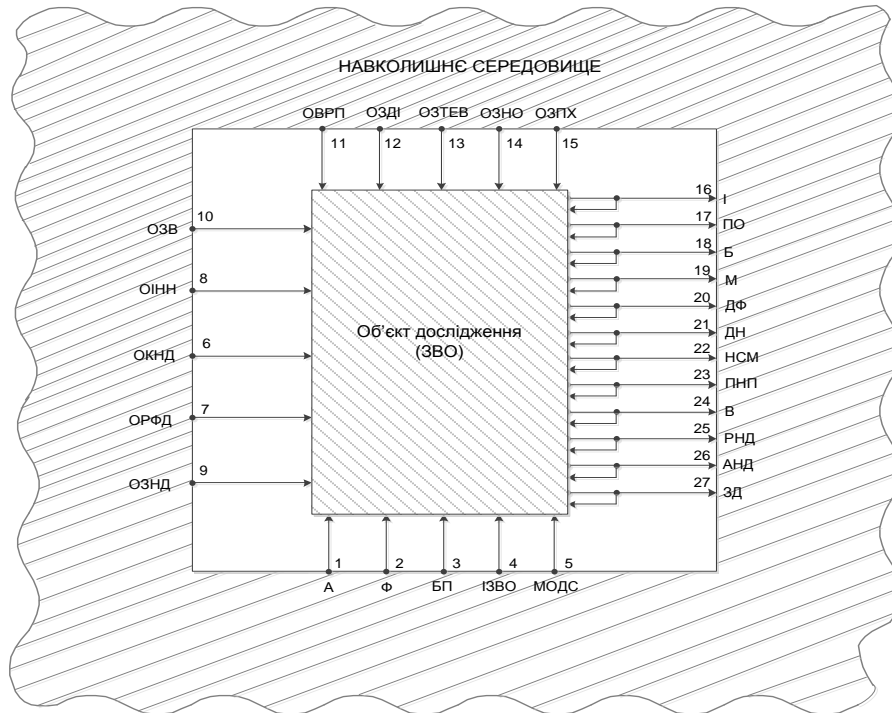


Рис. 1. Геометрична інтерпретація виділення закладу вищої освіти як об'єкта дослідження з навколишнього середовища та ідентифікація точок їх взаємодії: А — абітурієнти; Ф — фінанси; БП — бази практики; ІЗВО — інші ЗВО згідно з договорами про співпрацю; МОДС — міжнародні організації, з якими є договори про співпрацю;

ОКНД — організації, що генерують керівні та нормативні документи; ОРФД — організації, що здійснюють ревізію фінансової діяльності; ОІНН — організації, що здійснюють інспекцію навчальної і наукової діяльності;

ОЗНД — організації, що замовляють наукові дослідження; ОЗВ — організації, що замовляють або беруть на роботу випускників; ОВРП — організації, що вводять нові або ремонтують існуючі площі; ОЗДІ — організації, що забезпечують новими джерелами інформації; ОЗТЕВ — організації, що забезпечують теплом, електроенергією та водою; ОЗНО — організації, що забезпечують новим обладнанням; ОЗПХ — організації забезпечення харчами студентів і життєздатності обладнання; І — імідж ЗВО; ПО — профорієнтація за межами ЗВО; Б — бакалаври;

М — магістри; ДФ — доктори філософії; ДН — доктори наук; НСМ — наукові статті і монографії; ПНП — підручники, навчальні посібники та інші навчальні матеріали; В — винаходи; РНД — результати наукових досліджень; АНД — апробація наукових досліджень; ЗД — звітні документи

Таблиця 1

Перелік та зміст вхідних величин

Символ вхідної величини	Зміст вхідної величини
x_1	Рівень шкільної підготовки абітурієнтів
x_2	Обсяг фінансування ЗВО
x_3	Рівень забезпеченості ЗВО базами практики
x_4	Рівень співпраці з іншими ЗВО
x_5	Рівень співпраці з міжнародними організаціями
x_6	Рівень відповідності функціонування ЗВО вимогам керівних та нормативних документів
x_7	Рівень відповідності функціонування ЗВО вимогам фінансового контролю та банківської системи
x_8	Рівень відповідності функціонування ЗВО вимогам органів інспекції якості підготовки фахівців
x_9	Обсяг наукових досліджень, що виконуються у ЗВО
x_{10}	Обсяг замовлення випускників ЗВО
x_{11}	Рівень відповідності площ для навчального і наукового процесів та підрозділів, що їх забезпечують, нормативним вимогам
x_{12}	Рівень забезпечення ЗВО джерелами інформації

Символ вхідної величини	Зміст вхідної величини
x_{13}	Рівень забезпечення приміщень ЗВО тепловою та електричною енергією, водою та засобами водовідливу
x_{14}	Рівень забезпечення ЗВО сучасним лабораторним та комп'ютерним обладнанням
x_{15}	Рівень забезпечення ЗВО продуктами харчування, підтримки обладнання та приміщеннями санітарно-гігієнічного обслуговування

Таблиця 2

Перелік та зміст вихідних величин

Символ вихідної величини	Зміст вихідної величини
y_{16}	Імідж ЗВО за матеріалами ЗМІ та зовнішніх організацій
y_{17}	Рівень профорієнтації спеціальностей ЗВО його працівниками
y_{18}	Рівень компетентності бакалаврів, підготовлених у ЗВО
y_{19}	Рівень компетентності магістрів, підготовлених у ЗВО
y_{20}	Рівень компетентності докторів філософії, підготовлених у ЗВО
y_{21}	Рівень компетентності докторів наук, підготовлених у ЗВО
y_{22}	Науковий рівень статей і монографій, опублікованих працівниками ЗВО
y_{23}	Ступінь відповідності сучасним вимогам підручників, навчальних посібників та методичних розробок, що створені працівниками ЗВО
y_{24}	Ступінь відповідності світовому рівню винаходів, створених працівниками ЗВО
y_{25}	Ступінь задоволеності результатами наукових досліджень, виконаних працівниками ЗВО, їх замовників
y_{26}	Рівень апробації результатів наукових досліджень, виконаних працівниками ЗВО
y_{27}	Рівень доступності усіх звітних матеріалів про функціонування ЗВО для його працівників, ЗМІ та контролюючих органів

Таблиця 3

Структура взаємних зв'язків вхідних та вихідних величин

		y_j												
		$i \setminus j$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
x_i	1	+	+	+										
	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	3	+	+	+	+				+					
	4	+	+		+	+	+	+	+	+			+	
	5	+	+			+	+	+	+				+	
	6	+	+	+	+	+	+	+	+					
	7	+	+											+
	8	+	+	+	+					+				+
	9	+	+		+	+	+	+			+		+	+
	10	+	+	+	+							+	+	+
	11	+	+	+	+	+	+	+	+					
	12	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	13	+	+	+	+	+							+	
	14	+	+	+	+	+	+					+	+	+
	15	+	+	+	+	+	+							

А в табл. 3 показано, які вхідні сигнали, що надходять на наш ОД з НС, впливають на формування відповідного вихідного сигналу, що надходить з нашого ОД в НС — про наявність впливу свідчить знак «+» на перетині рядка, яким задається вхідний сигнал, та стовпця, яким задається відповідний вихідний сигнал.

На рис. 1 бачимо, що стрілки, що відображають вихідні сигнали нашого ОД, мають зворотні відгалуження, спрямовані назад до ОД, що надає цим вихідним сигналам одночасно і статус додаткових вхідних. Наприклад, вихідний сигнал y_{18} , який характеризує рівень компетентності бакалаврів, окрім впливу на НС завдяки тим бакалаврам, які після отримання цього рівня вищої освіти одразу йдуть працювати у фірму чи в організацію або

на підприємство, здійснює вплив і на ОД, оскільки від нього залежить і вихідний сигнал y_{19} , який характеризує рівень компетентності випускників ЗВО, які отримують вищу освіту на рівні магістрів.

У табл. 4 відображено взаємний вплив кожного вихідного сигналу з нашого ОД, обумовлений наданням їм статусу додаткових вхідних — про наявність впливу свідчить знак «+» на перетині рядка, яким задається вихідний сигнал, та стовпця, яким задається інший вихідний сигнал.

Якщо формально підійти до визначення математичних моделей, які зв'язують між собою сигнали x_i , $i = 1, 2, \dots, 15$, що надходять на входи нашого ОД, виділеного на рис. 1 із НС, з його вихід-

ними сигналами $y_j, j = 16, 17, \dots, 27$, наприклад, для y_{24} згідно з таблицями 3 і 4 — це

$$y_{24} = f(x_2, x_4, x_9, x_{12}, x_{14}, y_{19}, y_{20}, y_{21}, y_{22}, y_{24}, y_{25}, y_{26}), \quad (1)$$

Структура взаємовпливу вихідних величин

		y_j											
i	j	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
		16	+	+	+	+	+						
17	+	+	+	+	+							+	
18	+	+	+	+	+								
19	+	+	+	+	+		+		+	+	+		
20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
21					+	+	+	+	+	+	+		
22				+	+	+	+	+	+	+	+		
23					+	+	+	+					
24				+	+	+	+		+	+	+		
25				+	+	+	+		+	+	+		
26				+	+	+	+		+	+	+		
27	+	+										+	

Таблиця 4

то може скластись хибне уявлення, що ми маємо справу з автоматом Мура [29], який кожному набору значень вхідних сигналів, заданих в певний момент часу, ставить у відповідність конкретне числове значення вихідної величини, задане у той самий момент часу, тобто, з автоматом, що не має пам'яті. Саме такий підхід і має місце як у більшості публікацій у педагогічних наукових журналах, так і практично в усіх дискусіях з питань якості підготовки фахівців у ЗВО, що у відповідних групах ведуться у соціальній мережі Facebook, де фактор пам'яті, який відображається у змінах параметрів у часі, до уваги не береться, а здійснюється прив'язка до якихось конкретизованих значень цих параметрів без їх прив'язки до часу, наприклад, розглядається залежність якості підготовки бакалаврів від балу ЗНО абітурієнтів чи кількості годин, що відводиться на ту чи іншу навчальну дисципліну, або від кількості публікацій викладача цієї дисципліни в НМБ Scopus.

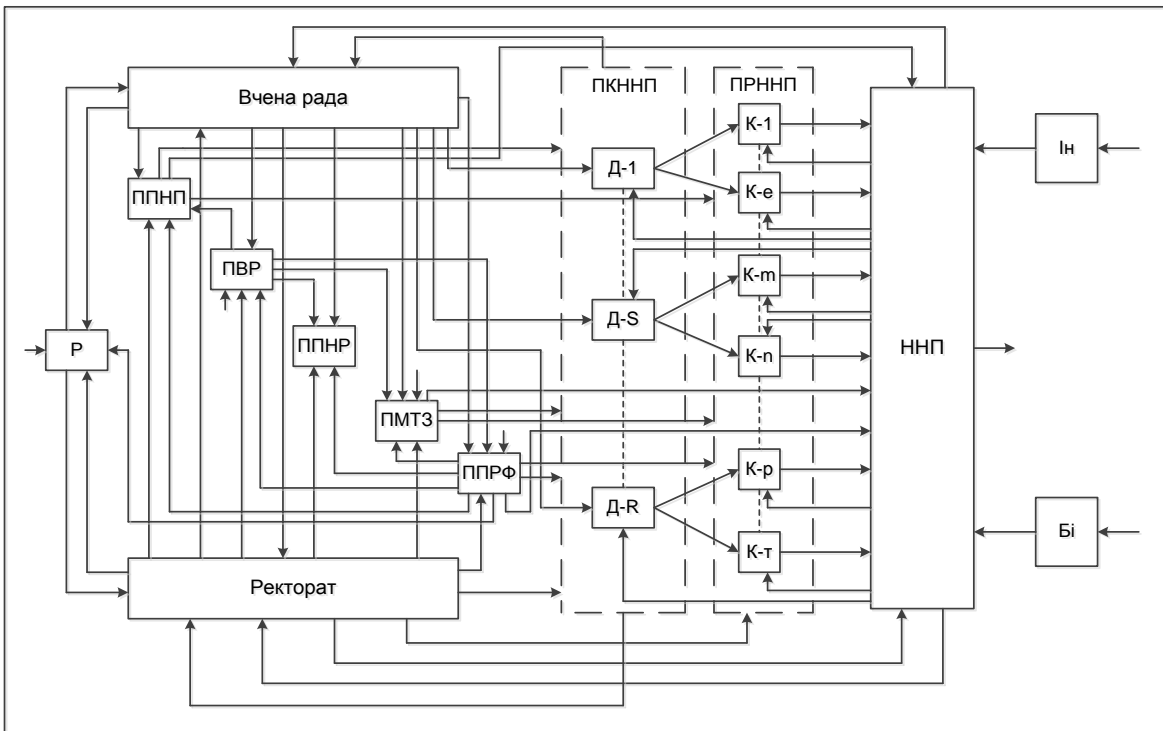
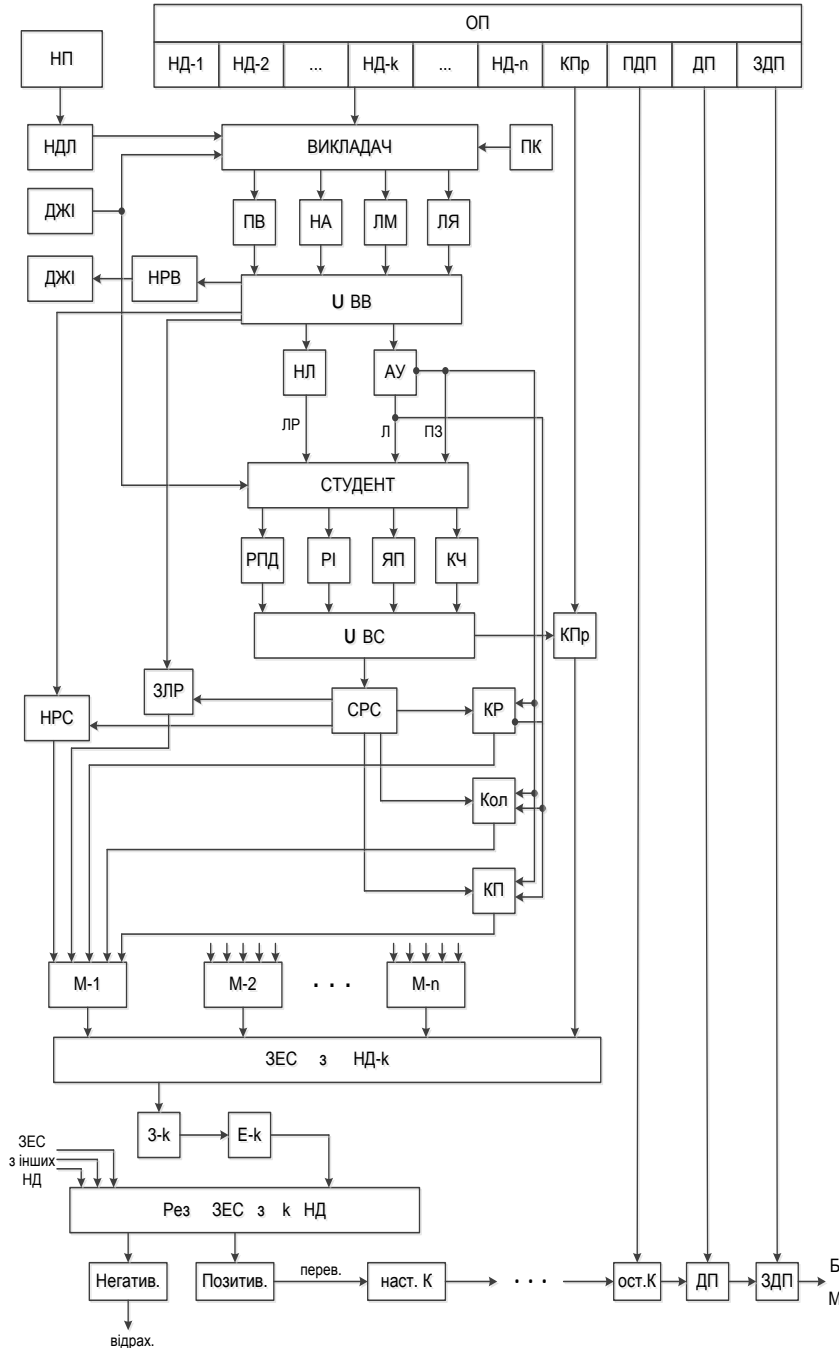


Рис. 2. Структурна схема ЗВО: Р — ректор; ПННП — підрозділи планування навчального процесу; ППНР — підрозділи планування наукового процесу; ППРФ — підрозділи планування і розподілу фінансів; ПВР — підрозділи, що здійснюють виховну роботу; ПМТЗ — підрозділи матеріально-технічного забезпечення; ННП — навчально-науковий процес; ПКННП — підрозділи, що керують реалізацією навчального та наукового процесів; ПРННП — підрозділи, що реалізують навчальний та науковий процеси; Д-S, $s = 1, 2, \dots$; R — деканати факультетів; К-1, ..., l, ..., m, ..., n, ..., p, ..., T — кафедри; Бі — бібліотека; Ін — інтернет

В структурній схемі ЗВО, показаній на рис. 2, ніде явно не проглядається студент, який є основним суб'єктом навчального процесу, тож для підкреслення його ролі в процесі функціонування ЗВО і можливості врахування при здійсненні системного аналізу цього ОД на рис. 3 показана розгорнута структурна схема зображеного на рис. 2 узагальненого структурного блоку ННП.

З цієї структурної схеми НПП, приведеної на рис. 3, ще рельєфніше вимальовується необхідність системного аналізу процесу функціонування ЗВО на основі ідеології автоматів Мілі, доповненої іншими ідеологемами, зумовленими затримками в часі під час відпрацювання вхідних сигналів складовими структури ЗВО та втратою частини інформації як в процесі її засвоєння студентом, так і в проміжках часу між черговим її сприйняттям від викладача чи самостійно з використанням відповідних джерел. І саме на основі цієї ідеології та відповідних ідеологем необхідно на третьому етапі системного аналізу синтезувати необхідну для реалізації цього методу дослідження множину математичних моделей, котрі зв'язуватимуть між собою вхідні сигнали нашого ОД з його змінними стану, $Z_q, q = 1, 2, \dots, 9$; зміст яких розкрито в табл. 5 та 6, які у взаємодії формуватимуть вихідні сигнали, якими наш ОД збудуємо НС.



ОП — освітня програма спеціальності; НД- $k, k = 1, 2, \dots, n$ — навчальна дисципліна; КПр — курсова практика; ПДП — переддипломна практика; ДП — дипломне проектування; ЗДП — захист дипломного проекту; НП — науковий процес; НДЛ — науково-дослідна лабораторія; ПК — підвищення кваліфікації викладача; ДжІ — джерело інформації; ПВ — професійність (знання дисципліни) викладача; НА — науковий авторитет викладача; ЛМ — лекційна майстерність викладача; ЛЯ — людські якості викладача; НРВ — наукові роботи викладача; УВВ — сумарний потенціал викладача; НЛ — навчальна лабораторія; АУ — аудиторія для лекцій; ЛР — лабораторна робота, якою керує викладач; Л — лекція, яку читає викладач; ПЗ — практичне заняття, яке проводить викладач; РДП — рівень попередніх знань студента, необхідний для розуміння дисципліни; РІ — рівень інтелекту студента; ЯП — якість пам'яті студента; КЧ — кількість часу; УВС — сумарний потенціал студента; ЗЛР — захист лабораторної роботи студентом; СРС — самостійна робота студента по вивченню даної навчальної дисципліни; НРС — наукова робота студента; КР — підготовка до виконання контрольної роботи; Кол — підготовка до колоквіуму; КП — виконання курсового проекту; М- $i, i = 1, 2, \dots, m$ — навчальні модулі; ЗЕС — заліково-екзаменаційна сесія з НД- k ; З- k — залік з НД- k ; Е- k — екзамен з НД- k ; НастК — наступний курс; ОстК — останній курс; Б/М — бакалавр/магістр

Рис. 3. Структурна схема навчального процесу у ЗВО за освітньою програмою підготовки бакалаврів (магістрів) за спеціальністю (спеціалізацією), що містить n навчальних дисциплін, із яких k на кожному курсі, контрольні роботи, колоквіуми та курсові проекти, курсову і переддипломну практику, дипломне проектування та захист дипломних проектів

Перелік та зміст змінних стану викладача

Символ змінної стану викладача	Зміст змінної стану викладача
z_1	Рівень професійності викладача, який він демонструє під час викладання навчальної дисципліни
z_2	Рівень наукового авторитету викладача
z_3	Рівень лекторської майстерності викладача
z_4	Ступінь загальної культури стосунків викладача зі студентами
z_5	Рівень якості лекцій викладача
z_6	Рівень якості практичних занять викладача
z_7	Рівень якості лабораторних занять викладача
z_8	Рівень керівництва викладачем студентських наукових досліджень
z_9	Рівень забезпечення викладачем умов засвоєння основних положень навчальної дисципліни, яку він викладає

Таблиця 6

Перелік та зміст змінних стану студента

Символ змінної стану студента	Зміст змінної стану студента
c_1	Рівень знань, необхідних для успішного засвоєння програми навчальної дисципліни, що викладається
c_2	Рівень націленості інтелекту студента на сприйняття навчальної дисципліни, що викладається
c_3	Якість пам'яті студента в напрямку запам'ятовування положень навчальної дисципліни, що викладається
c_4	Кількість часу, яку використовує студент для засвоєння навчальної дисципліни, що викладається
c_5	Ступінь засвоєння навчальної дисципліни студентом з лекцій викладача
c_6	Кількість часу, яку використовує студент, самостійно працюючи з джерелами інформації з навчальної дисципліни
c_7	Кількість часу, яку використовує студент, готуючись до контрольної роботи
c_8	Кількість часу, яку використовує студент, готуючись до колоквіуму
c_9	Кількість часу, яку використовує студент, готуючись до захисту лабораторних робіт
c_{10}	Кількість часу, яку використовує студент, працюючи над курсовим проектом
c_{11}	Кількість часу, яку використовує студент, виконуючи наукові дослідження
c_{12}	Рівень засвоєння студентом навчальної дисципліни, що викладається

І, як легко бачити зі змісту публікацій, включених до списку використаної літератури під номерами з 1-го по 24-й, синтезувати ці математичні моделі нам доведеться з використанням і алгебраїчних рівнянь, і диференціальних рівнянь, і інтегральних рівнянь, і різницевих рівнянь, і операторних перетворень Лапласа, Фур'є та дискретного перетворення решітчастих функцій, і регресійних моделей стохастичних різницевих рядів, і наближених методів розв'язання нелінійних рівнянь різних класів, і ймовірнісної інтерпретації кривих забування інформації, і синергетичного підсилення процесів засвоєння знань, і теорії лінгвістичної змінної та нечітких баз знань в разі відсутності кількісних вимірів інформації, і теорії катастроф, як це показано для окремих складових процесу функціонування ЗВО в роботі [25], яка в свою чергу ґрунтується на роботах [26], [27], і нейронних та нейро-нечітких мереж, як це використано в роботі [30] для моделювання процесів за відсутності можливостей кількісного оцінювання частини їх параметрів, і теорії секвенцій, викладеної в роботі [29] і застосованої у цій роботі для спрощення процедури моделювання автоматів Мілі.

Що ж до обмежень на змінні, які необхідно буде враховувати в аналізі процесів функціонування ЗВО з використанням синтезованих математичних моделей, то в основному їх множина задаватиметься нормативними документами, які вимагають, наприклад, в державних ЗВО не навчати на умовах надання платних послуг кількості студентів, більшої за кількість тих, що навчаються за державним замовленням, або не навчати за якоюсь конкретною спеціальністю кількості студентів, більшої за дозволений міністерством ліцензований обсяг, або не встановлювати студентам контрактної форми вартості навчання, більшої за вартість підготовки студента цієї ж спеціальності за державним замовленням — цей список обмежень можна продовжити, але ми його конкретизуватимемо повніше саме на цьому 4-му етапі системного аналізу.

Але синтезом необхідних математичних моделей, який здійснюється на третьому етапі системного аналізу з використанням математичного апарату, згаданого вище, та дослідженнями процесів функціонування ЗВО з використанням цих моделей і обмежень на змінні, які здійснюються на чет-

вертому етапі системного аналізу, ми будемо займатись уже в наступній нашій публікації, а цю публікацію, аби не переобтяжувати її і вкластись в редакційні обмеження обсягу, на цьому і завершимо.

Висновки

1. Показано, що дослідження процесів функціонування закладів вищої освіти і публікації результатів цих досліджень у наукових журналах в основному спрямовані на виявлення залежностей якості підготовки фахівців у цих закладах від однієї чи кількох координат цього процесу в умовах ігнорування впливу багатьох інших його координат, а у переважній більшості і без врахування їх змін у часі, тобто, з використанням математичних моделей цих залежностей в просторі автоматів Мура, у той час як адекватне відображення процесів функціонування закладів вищої освіти можливе лише в просторі автоматів Мілі.

2. Запропоновано для дослідження процесів функціонування закладів вищої освіти використувати системний підхід як ідеологію і системний аналіз як метод та визначено усі складові цих процесів на перших двох етапах застосування методу, в результаті чого заклад вищої освіти виділено як об'єкт дослідження із навколишнього середовища і сформовано усі точки, в яких цей об'єкт дослідження здійснює контакти з навколишнім середовищем, та конкретизовані як усі 15 впливів навколишнього середовища на об'єкт дослідження так і усі 12 впливів об'єкта дослідження на навколишнє середовище.

3. Показано, що для того, щоб математичні моделі процесів функціонування закладів вищої освіти представляли ці процеси в просторі автоматів Мілі, їх необхідно синтезувати з використанням і диференціальних рівнянь, і інтегральних рівнянь, і різницевих рівнянь, і операторних перетворень Лапласа, Фур'є та дискретного перетворення решітчастих функцій, і регресійних моделей стохастичних різницевих рядів, і наближених методів розв'язання нелінійних рівнянь різних класів, і ймовірнісної інтерпретації кривих забування інформації, і синергетичного підсилення процесів засвоєння знань, і теорії лінгвістичної змінної та нечітких баз знань, і теорії катастроф, і нейронних та нейронечітких мереж, і теорії секвенцій.

4. Як критерії оцінки результатів запропоновано використати такі інтегральні критерії як імідж закладу вищої освіти та затрати, необхідні для забезпечення його функціонування, перший з яких — імідж — вимагає максимізації при обмеженнях на затрати, а другий — затрати — вимагає мінімізації при обмеженнях на імідж, тобто, при розв'язанні поставленої задачі з їх використанням стратегія може бути або максимінною, або мінімаксною, а точка оптимуму — сідловою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Б. І. Мокін, Ю. В. Мокіна, та Н. С. Гончарук, «Структури моделей, придатних для управління процесом надходження до університету коштів за надання платних освітніх послуг вітчизняним студентам, що навчаються за контрактом,» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 6, с. 72-80, 2012.
- [2] Б. І. Мокін, та О. Б. Мокін, *Методологія та організація наукових досліджень: навч. посіб.*, 2-е вид., змін. та доп. ВНТУ, Вінниця, 2015 [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://mokin.com.ua/pedagogical/posibn/6504.html#WODckWe_4fU.
- [3] Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, та О. Б. Мокін, *Математичні методи ідентифікації динамічних систем: навчальний посібник*. МОН України, ВНТУ. Вінниця: ВНТУ, 2010.
- [4] Н. С. Гончарук, Ю. В. Мокіна, та Б. І. Мокін, *Математичні моделі для прогнозування та управління процесами надходження грошових коштів від платних послуг вищих навчальних закладів*. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2015.
- [5] Ю. В. Мокіна, та Б. І. Мокін, *Математичні моделі в системах управління ефективністю діяльності професорсько-викладацького складу вищих навчальних закладів*. Вінниця, Україна: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008.
- [6] Б. І. Мокін, та А. В. Пислярова, «Прийняття управлінських рішень в університеті з урахуванням синергетичного ефекту взаємодії його складових,» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 1, с. 147-151, 2011.
- [7] Б. І. Мокін, та Н. В. Ляховченко, «До питання про зовнішнє незалежне оцінювання якості знань,» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 2, с. 119-125, 2009.
- [8] Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, О. М. Мензул, та В. М. Мізерний, «Математична модель прогнозу рівня кваліфікації, яку отримує кожний студент в результаті освоєння робітничої професії. Частина 1: формалізація, структуризація і параметризація задачі,» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 5, с. 125-129, 2012.
- [9] Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, О. М. Мензул, та В. М. Мізерний, «Математична модель прогнозу рівня кваліфікації, яку отримує кожний студент в результаті освоєння робітничої професії. Частина 2: побудова нечіткої бази знань та її алгоритмізація,» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 6, с. 74-81, 2012.
- [10] О. Б. Мокін, О. М. Косарук, О. В. Слободянюк, В. М. Мізерний, та Б. І. Мокін, «Методика оцінювання і підвищення якості практичної підготовки студентів за технологією освоєння робітничої професії,» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 1, с. 177-186, 2015.
- [11] О. В. Слободянюк, В. Б. Мокін, та Б. І. Мокін, *Формування вмінь студентів з інженерної і комп'ютерної графіки в умовах дистанційного навчання*. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2016.
- [12] Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, та О. Б. Мокін, *Практикум для самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни «Методологія та організація наукових досліджень». Частина 1: від постановки задачі до синтезу та ідентифікації*

математичної моделі. Навчальний посібник. ВНТУ, Вінниця, 2018 [Електронний ресурс]. Режим доступу: Mokin_SRS_MOND.pdf [pdf,3150 kB].

[13] Б. І. Мокін, Ю. В. Мокіна, та А. В. Пислярова, «Структура синергетичної взаємодії викладачів і студентів університету на рівні кафедр і академічних груп,» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 4, с. 102-109, 2009.

[14] Б. І. Мокін, Ю. В. Мокіна, та А. В. Пислярова, «Узагальнені математичні моделі та внутрішні структури факультетів і інститутів як блоків третього і четвертого рівнів ієрархії університетської синергетичної системи,» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 5, с. 100-108, 2009.

[15] Б. І. Мокін, Ю. В. Мокіна, та А. В. Пислярова, «Узагальнені математичні моделі блоків 5-го рівня ієрархії, які замикають університетську синергетичну систему,» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 6, с. 103-114, 2009.

[16] Б. І. Мокін, А. В. Пислярова, та Ю. В. Мокіна, «Математичні моделі процесу засвоєння студентом навчальної дисципліни на фазовій площині,» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 5, с. 109-112, 2010.

[17] Б. І. Мокін, Ю. В. Мокіна, та А. В. Пислярова, «Дослідження характеру особливих точок на фазовій площині процесу засвоєння студентом програми навчальної дисципліни,» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 6, с. 108-113, 2010.

[18] Б. І. Мокін, Ю. В. Мокіна, та А. В. Пислярова, «Дослідження на фазовій площині процесу засвоєння програми навчальної дисципліни студентом середніх здібностей,» *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*, № 3, с. 40-49, 2010.

[19] Б. І. Мокін, Ю. В. Мокіна, та А. В. Пислярова, «Дослідження на фазовій площині процесу засвоєння програми навчальної дисципліни здібним студентом,» *Наукові праці ВНТУ*, № 1, 2011. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2011_1. Дата звернення: 2011.

[20] Б. І. Мокін, *Фазова площина в якості простору моделювання процесу засвоєння навчальної дисципліни та її особливі точки*. В кн. «Педагогічна і психологічна науки в Україні. т. 5 (до 20-річчя НАПН України)». Київ: Педагогічна думка, 2012.

[21] Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, та А. В. Пислярова, «Дослідження впливу синергетичної складової у математичній моделі процесу засвоєння студентом навчальної дисципліни,» *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*, № 2, с. 9-14, 2013.

[22] Б. І. Мокін, та А. В. Пислярова, «Синергетичний ефект у процесі засвоєння студентом навчальної дисципліни,» *Вища освіта України: теоретичний та науково-методичний часопис*, № 2, Додаток 2, с. 144-149, 2013. Режим доступу: <http://itce.vntu.edu.ua/article/view/3613/5312>.

[23] Б. І. Мокін, та О. Б. Мокін, «Підвищення ступеня адекватності моделі процесу забування знань,» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 4, с. 116-121, 2013.

[24] Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, та А. В. Пислярова, «Математична модель процесу самостійного засвоєння студентом навчальної дисципліни у міжлекційний період,» *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*, № 1, с. 64-71, 2014.

[25] Л. М. Присяжкова, *Системний аналіз поведінки людини*. Днепропетровск, Україна: изд. Овсянников Ю. С., 2007.

[26] В. И. Арнольд, *Теория катастроф*. Москва: Наука, 1990.

[27] Дж. Касти, *Большие системы. Связность, сложность и катастрофы*. Пер. с англ. Москва: Мир, 1982.

[28] В. Н. Волкова, и др, *Теория систем и методы системного анализа в управлении и связи*. Москва: Радио и связь, 1983.

[29] В. Н. Захаров, *Автоматы с распределенной памятью*. Москва: Энергия, 1975.

[30] Ю. И. Митюшкин, Б. И. Мокін, и А. П. Ротштейн, *Soft Computing: идентификация закономерностей нечеткими базами знаний*. Винница, Україна: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2002.

Рекомендована кафедрою системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки ВНТУ.

Стаття надійшла до редакції 26.02.2019

Войцеховська Ольга Олександрівна — аспірант кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, e-mail: olgav1085@gmail.com ;

Мокін Борис Іванович — академік НАПН України, д-р техн. наук, професор, професор кафедри відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів, професор кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, e-mail borys.mokin@gmail.com ;

Слободянюк Олена Валеріївна — канд. пед. наук, доцент, доцент кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, e-mail: olenas8@gmail.com .

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

O. O. Voitshovska¹

B. I. Mokin¹

O. V. Slobodianiuk¹

System Approach to the Analysis of the Higher Educational Institution Functioning

¹Vinnitsia National Technical University

It is shown that the study of the processes of the functioning of institutions of higher education and the publication of the results of these studies in scientific journals are mainly aimed at identifying the dependencies of the quality of training specialists in these institutions on one or more coordinates of this process in the conditions of ignoring the influence of many other its coordinates, and in the vast majority without taking into account their changes in time, that is, using mathematical models of these dependencies in the space of Moore's machines, while adequate representation of the processes of functioning of the institutions Higher education is possible only in the space of Mill's machines.

It is proposed to use the system approach as an ideology and system analysis as a method for studying the processes of functioning of institutions of higher education and to determine all the components of these processes in the first two

stages of the application of the method, as a result of which the institution of higher education identified as an object of research on the environment and formed all points, in which this object of research carries out contacts with the environment, and specifies all 15 environmental impacts on the object of research and all 12 effects of the object and research into the environment. It is shown that in order for mathematical models of the processes of functioning of higher education institutions to represent these processes in the space of Mill's machines, they must be synthesized using dependencies in which all variables are functions of time in its continuous or discrete interpretations. As criteria for evaluating the results, it is proposed to use such integral criteria as the image of the institution of higher education and the costs necessary to ensure its functioning, the first of which — the image — requires maximization with constraints on costs, and the second — the cost — requires minimization with restrictions on the image, that is, when solving the problem with their use, the strategy may be either maximizing, or minimax, and the optimum point is saddle.

Keywords: institution of higher education, system approach, system analysis, object of research, environment, mathematical model, Milli automaton space, evaluation criteria, image, costs.

Voitsehovska Olha O. — Post-Graduate Student of the Chair of System Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, e-mail: olgav1085@gmail.com ;

Mokin Borys I. — Academician of NAPS of Ukraine, Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of Renewable Energy and Transport Electrical Systems and Complexes, Professor of the Chair of System Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, e-mail: borys.mokin@gmail.com ;

Slobodianiuk Olena V. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Chair of System Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, e-mail: olenas8@gmail.com

О. А. Войцеховская¹
Б. И. Мокін¹
Е. В. Слободянюк¹

Системный подход к анализу процесса функционирования учреждения высшего образования

¹Вінницький національний технічний університет

Показано, что исследование процессов функционирования высших учебных заведений и публикации результатов этих исследований в научных журналах в основном направлены на выявление зависимостей качества подготовки специалистов в этих учреждениях от одной или нескольких координат этого процесса в условиях игнорирования влияния многих других его координат, а в подавляющем большинстве и без учета их изменений во времени, то есть с использованием математических моделей этих зависимостей в пространстве автоматов Мура, в то время как адекватное отражение процессов функционирования учреждений высшего образования возможно только в пространстве автоматов Мили.

Предложено для исследования процессов функционирования высших учебных заведений использовать системный подход как идеологию и системный анализ как метод и определены все составляющие этих процессов на первых двух этапах применения метода, в результате чего учреждение высшего образования выделено в качестве объекта исследования из окружающей среды и сформированы все точки, в которых этот объект исследования осуществляет контакты с окружающей средой, и конкретизированы как все 15 воздействий окружающей среды на объект исследования так и все 12 воздействий объекта исследования на окружающую среду. Показано, что для того, чтобы математические модели процессов функционирования высших учебных заведений представляли эти процессы в пространстве автоматов Мили, их необходимо синтезировать с использованием зависимостей, в которых все переменные являются функциями времени в его непрерывной или дискретной интерпретациях. В качестве критериев оценки результатов предложено использовать такие интегральные критерии как имидж учреждения высшего образования и затраты, необходимые для обеспечения его функционирования, первый из которых — имидж — требует максимизации при ограничениях на затраты, а второй — затраты — требует минимизации при ограничениях на имидж, то есть при решении поставленной задачи с их использованием стратегия может быть либо максиминной, или минимаксной, а точка оптимума — седловой.

Ключевые слова: учреждение высшего образования, системный подход, системный анализ, объект исследования, окружающая среда, математическая модель, пространство автоматов Мили, критерий оценки результатов, имидж, затраты.

Войцеховская Ольга Александровна — аспирант кафедры системного анализа, компьютерного мониторинга и инженерной графики, e-mail: olgav1085@gmail.com ;

Мокін Борис Иванович — академик НАПН Украины, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры восстановительной энергетики и транспортных электрических систем и комплексов, профессор кафедры системного анализа, компьютерного мониторинга и инженерной графики, e-mail: borys.mokin@gmail.com ;

Слободянюк Елена Валерьевна — канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры системного анализа, компьютерного мониторинга и инженерной графики, e-mail: olenas8@gmail.com