РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор:
проф., д.т.н. Рудь В.Д. (м.Луцьк)

Перший заступник головного редактора:
доц., к.т.н. Герасимчук О.О. (м.Луцьк)

Другий заступник головного редактора:
доц., к.т.н. Лотиш В.В. (м.Луцьк)
доц., к.пед.н. Панасюк Н.Л. (м.Луцьк)

Редактори-коректори:
доц., к.т.н. Мельник К.В. (м.Луцьк)
Інженер-програміст Свиридюк К.А. (м.Луцьк)

Члени редакційної колегії:
проф., д.т.н. Божидарнік В.В. (м.Луцьк)
проф., д.т.н. Мазур М.П. (м.Луцьк)
проф., д.т.н. Пальчевський Б.О. (м.Луцьк)
проф., д.т.н. Мельник А.О. (м.Київ)
проф., д.пед.н. Горбатюк Р.М. (м.Тернопіль)
проф., д.пед.н. Поліщук Ю.Й. (м.Тернопіль)
проф., д.пед.н. Романишина Л.М. (м.Тернопіль)
проф., д.пед.н. Свистун В.І. (м.Київ)
проф., д.т.н. Сидорчук О.В. (м.Київ)
проф., д.т.н. Тарасенко В.П. (м.Київ)
доц., к.т.н. Гуменюк Л.О. (м.Луцьк)
доц., к.т.н. Кузнецов Р.М. (м.Луцьк)
доц., к.т.н. Пех П.А. (м.Луцьк)
доц., к.т.н. Повстяной О.Ю. (м.Луцьк)
доц., к.пед.н. Потапюк Л.М (м.Луцьк)
доц., к.т.н. Решетило О.М. (м.Луцьк)

Адреса редколегії:
Луцький національний технічний університет,
кафедра комп'ютерної інженерії,
вул.Львівська 75, ауд.141
м.Луцьк, 43018
тел. (0332) 74-61-15
E-mail: cit@lntu.edu.ua,
ekaterinamelnik@gmail.com

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ОСВІТА, НАУКА, ВИРОБНИЦТВО

№19 2015р.

Журнал засновано у грудні 2010 р.
Свідоцтво про реєстрацію КВ № 16705–5277 Р.
Засновник: Луцький національний технічний університет
Рекомендовано до друку Вченою радою
Луцького національного технічного університету
(протокол №8 засідання від 25.03.2014)
Журнал рішенням президії ВАК України
від 30 березня 2011
№1-05/3 включено в перелік наукових фахових видань.
Журнал має російський індекс наукового цитування
(РІНЦ)

ISSN:978-617-672-040-9

ЗМІСТ

Інформатика та обчислювальна техніка

Головко В.А., Крощенко А.А. Метод обучения нейронной сети глубокого доверия и применение для визуализации данных. **6**

Губаль Г. М. Презентації математичних текстів у системі LaTeX. **13**

Жигаревич О.К., Мельник В.М., Свиридюк К.А., Трояк Д.В. РОЗРОБКА ВЕБ-застосування «TOPREALTY», для агентств нерухомості з використанням технології ASP.NET. **19**

Коцюба А.Ю., Лавренчук С.В. Про програму-конструктор web-ігор різного рівня складності. **25**

Лавренчук С.В., Кисельов Д.В. Соціальна мережа з можливістю відстеження користувачів засобами бібліотеки Google Maps API. **34**

Мельник В.М., Мельник К.В., Жигаревич О.К., Шклярський Б.М. Підтримка оголошеної/встановленої комунікації в мережі через стандартні сокети API. **39**

Наконечний О.Г., Марценюк В.П., Андрущак І.Є. Алгоритм побудови індукції дерева рішень з використанням показників приросту інформації. **49**

Орлова М.М., Гудименко В.С. Спосіб захисту даних в мережах LTE. **53**

Плахотний М.В., Коцар О.В., Коцар І.О. Забезпечення захисту та безпеки первинних даних обліку в АСКОЕ. **59**

Поморова О.В., Фурман Ю.І. Дослідження швидкодії автоматичної побудови DOM-структур для WEB ресурсів. **66**

Савенко О.С., Лисенко С.М., Бобровнікова К.Ю. Метод виявлення бот-мереж, що використовують технології ухилення на основі DNS. **71**

Сидорова Н.М. Таксономія стилів програмування. **79**

Шолом П.С., Здолбіцький А.П., Жигаревич О.К., Яручик В.Л. Роботизована система з дистанційним керуванням. **86**

Автоматика та управління

Болтьонков В.А., Нгуєн Гуі Кіонг. Архітектура комп'ютерної системи дистанційної рухової реабілітації. **91**

Вірченко Г.І. Застосування графів-дерев для динамічного варіантного моделювання геометричних об’єктів. **96**

Джурик Н.О. Порівняння дизайну web-сайтів інтернет-магазинів. **100**

Кремець Я.С. Поверхня обертання, всі геодезичні лінії якої є замкненими і мають однакову довжину. **104**

Малютіна Т.П., Давиденко І.П. Точкове визначення симплексів з загальним центром ваги. **109**

Мельник К.В., Мельник В.М., Багнюк Н.В., Жигаревич О.К., Климюк М. Система попереднього відбору кандидатів на основі нечіткої логіки. **114**

Наливайчук М.В., Тарасенко В.П., Іванов С.М., Яценко В.О. Алгоритмічне та програмне забезпечення адаптивного надпровідного гравіметра. **121**

Нікітенко О.А. Геометричне моделювання криволінійних спряжених поверхонь з використанням діаграми кінематичного гвинта. **129**

Плахотний М.В., Козьяков В.С., Наливайчук О.Ю., Огородницький А.Д., Адаменко О. В. Побудова термінального пристрою для виміру параметрів навколишнього середовища на базі мікроконтролера PIC16F1459. **133**

Пугачов Є.В., Савчук Л.С. Зонування поверхонь панорами і визначення областей інтегрування для моделювання їх (поверхонь) природної освітленості. **138**

Ройко О.Ю., Бурчак І.Н., Величко В.Л. Використання бінарного розбиття простору в алгоритмі спрощення тривимірних моделей для швидкого прототипування. **142**

Собчук В.В., Федонюк А.А., Микитюк І.О., Музика Л.П. Управління ціновою політикою збутових мереж на ринку чорних металів на платформі 1С 8.2 УПП. **146**

Тішин П.М., Маковецький О.С. Опис закономірностей при діагностиці розподілених інформаційних систем, із застосуванням багатосортної мови прикладної логіки. **156**

Холковський Ю.Р. Моделювання багатопараметричних середовищ за допомогою дискретно-інтерполяційного методу. **163**

Шоман О.В., Дашкевич А.О., Даниленко В.Я. Визначення форм-факторів передачі променевої енергії. **167**

Юрчук В.П., Карпюк В.В., Махорін Я.Г. Конструювання спряжених робочих поверхонь сільськогосподарських машин на ЕОМ. **173**

Педагогічні науки

Башта О.Т., Джурик О.В., Джурик Н.О. Методичне забезпечення викладання графічних дисциплін в англомовному проекті НАУ. **177**

Власій О.О., Дудка О.М., Кібірєва Л.М. Особливості розробки програмного забезпечення для початкової та середньої освіти. **182**

Герасименко О.А., Фещук Ю.В. Розробка проекту тумби засобами графічної програми PRO 100 майбутніми вчителями технологій і профільного навчання. **189**

Головачук І.П., Гупало В.О. Використання новітніх технологій для розробки електронних навчальних ресурсів. **193**

Журило А.Г., Сівак Є.М., Адашевська І.Ю. Основна теорема аксонометрії – теорема Польке-Шварца та її практичне використання. **198**

Кізим С.О., Ройко О.О. Сучасні світові тенденції активізації роботи студентів з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. **203**

Ковальов С.М., Ботвіновська С.І., Мостовенко О.В. Врівноважені сітки на площині з клітинами однакової площі. **207**

Конопацький Є.В., Чернишова О.О. Теоретичні основи визначення топографічної поверхні графо-обчислювальним методом. **211**

Крівцов В.В., Козяр М.М. Про доцільність розв'язування оригінальних задач з нарисної геометрії декількома способами. **215**

Крівцов В.В., Пугачов Є.В. Особливості методики викладання теми «Побудова перспективних зображень» в умовах скорочення навчальних годин. **221**

Нікуліна В.В., Грушецька М.Г. Практична реалізація дисципліни «Інженерна графіка» на комп'ютері. **226**

Панасюк Н.Л. Світові тенденції розвитку управлінських процесів у напрямі підвищення ефективності діяльності вищих технічних начальних закладів. **231**

Ткачук Н.М. Структура професійної готовності вчителя профільної школи: теоретичний аспект. **241**

Управління проектами

Устенко С.А., Березка В.В. Побудова зірчастого полігону та його тріангуляція (для студентів математичних спеціальностей). **246**

УДК 004.032.26
Головко В.А., Крощенко А.А.
УО «Брестский государственный технический университет»

МЕТОД ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ГЛУБОКОГО ДОВЕРИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ

Головко В.А., Крощенко А.А. Метод обучения нейронной сети глубокого доверия и применение для визуализации данных. В последнее время нейронные сети глубокого доверия являются горячо обсуждаемой темой в области машинного обучения благодаря своей возможности выполнять глубокое иерархическое представление входных данных. Так, первый слой сети может извлечь низкоуровневые признаки, второй слой – признаки более высокого уровня и т.д. В общем случае нейронная сеть глубокого доверия представляет собой персептрон с большим количеством слоев и позволяет преодолеть ограничения классического многослойного персептрона благодаря глубокой архитектуре. В данной статье представляется новый метод, называемый REBA, для обучения нейронной сети глубокого доверия на основе ограниченной машины Больцмана (RBM). Эффективность метода REBA демонстрируется на примере визуализации выборки рукописных цифр базы данных MNIST.
Ключевые слова: ограниченная машина Больцмана, нейронная сеть глубокого доверия, визуализация данных, машинное обучение.

Vladimir Golovko, Aliaksandr Kroshchanka. A Method of deep belief neural network learning and application for data visualization. Deep belief neural network has been the hottest topic in domain of machine learning in the last years due to deep hierarchical representation of the input data. So, the first layer could extract low-level features, the second layer could extract higher level features and so on. In general case deep belief neural network represents many-layered perceptron and permits to overcome some limitations of conventional multilayer perceptron due to deep architecture. In this work we propose a new technique called "REBA" for training of deep belief neural network, based on restricted Boltzmann machine. The performance of REBA technique is illustrated for MNIST dataset visualization.
Keywords: Restricted Boltzmann machine, deep belief neural network, data visualization, machine learning.

Введение. Глубокое обучение – это революционная техника в области машинного обучения, которая успешно применяется к решению многих проблем искусственного интеллекта, например, распознавание речи, компьютерное зрение, обработка естественного языка, визуализация данных и т.д. [1-9]. Нейронная сеть глубокого доверия (deep belief neural networks, DBN) [1-4] состоит из множества скрытых слоев и позволяет выполнять глубокое иерархическое преобразование входных данных. До 2006 года в научной среде была приоритетной парадигма, что многослойный персептрон с одним, максимум двумя скрытыми слоями является более эффективным для нелинейного преобразования входного пространства образов в выходное по сравнению с персептроном с большим количеством скрытых слоев. Считалось, что персептрон с более чем двумя скрытыми слоями не имеет смысла применять. Данная парадигма базировалась на теореме, что персептрон с одним или двумя скрытыми слоями является универсальным аппроксиматором. Другой аспект этой проблемы заключается в том, что все попытки использовать алгоритм обратного распространения ошибки для обучения персептрона с тремя и более скрытыми слоями не приводили к улучшению решения различных задач. Это связано с тем, что алгоритм обратного распространения ошибки является неэффективным для обучения персептронов с тремя и более слоями. В 2006 Хинтон (Hinton) предложил «жадный» алгоритм послойного обучения (greedy layer-wise algorithm) [3], который стал эффективным средством обучения нейронных сетей глубокого доверия, которые как уже отмечалось, представляют собой персептрон с большим количеством слоев. Было показано, что нейронная сеть глубокого доверия имеет большую эффективность нелинейного преобразования и представления данных по сравнению с традиционным персептроном. Такая сеть осуществляет глубокое иерархическое преобразование входного пространства образов. В данной статье представлен новый метод обучения ограниченной машины Больцмана (RBM) и соответственно нейронной сети глубокого доверия. По сравнению с традиционным подходом - методом, основанным на энергии, который базируется на линейном представлении нейронных элементов, предложенный метод REBA [8,9] позволяет учитывать нелинейную природу нейронных элементов. Данный метод базируется на минимизации среднеквадратичной ошибки реконструкции в скрытом и видимом слоях RBM. Показывается, что классическое правило обучения RBM являются частным случаем предложенного подхода.

© Головко В.А., Крощенко А.А.

Нейронная сеть глубокого доверия и ограниченная машина Больцмана. Рассмотрим существующие исследования в области глубоких нейронных сетей, которые представлены во многих [1-7]. Как уже отмечалось, нейронная сеть глубокого доверия содержит множество скрытых слоев (рис. 1) и осуществляет глубокое иерархическое преобразование входного пространства образов.

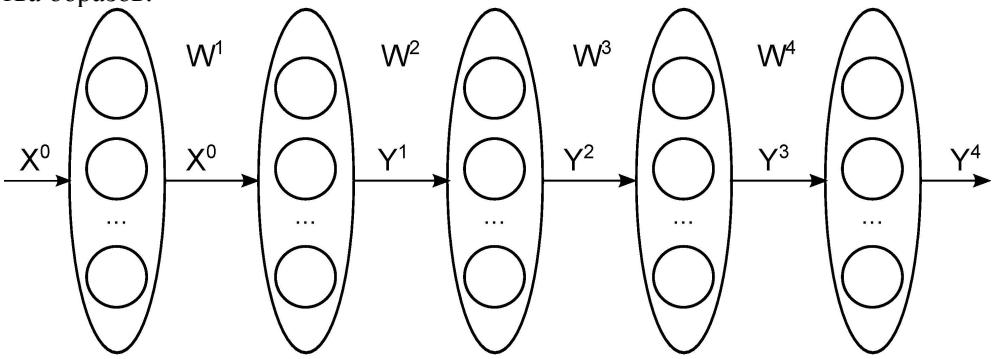


Рис. 1. **Нейронная сеть глубокого доверия**

Выходное значение j-го нейрона k-го слоя определяется следующим образом:

$$y_j^k = F(S_j^k), \tag{1}$$

$$S_j^k = \sum_{i=1} w_{ij}^k y_i^{k-1} + T_j^k, \tag{2}$$

где F – функция активации нейронного элемента, S_j^k – взвешенная сумма j-го нейрона k-слоя, w_{ij}^k – весовой коэффициент между i-ым нейроном (k-1)-го слоя и j-м нейроном k-го слоя, T_j^k – пороговое значение j-го нейрона k-го слоя.

Для первого (распределительного) слоя

$$y_i^0 = x_i. \tag{3}$$

В матричном виде выходной вектор k-го слоя

$$Y^k = F(S^k) = F(W^k Y^{k-1} + T^k), \tag{4}$$

где W – матрица весовых коэффициентов, Y^{k-1} – выходной вектор (k-1)-го слоя, T^k – вектор пороговых значений нейронов k-го слоя. Если нейронная сеть глубокого доверия используется для классификации образов, то выходные значения сети часто определяются на основе функции активации **softmax**:

$$y_j^F = softmax(S_j) = \frac{e^{S_j}}{\sum_l e^{S_l}} \tag{5}$$

Процесс обучения нейронных сетей глубокого доверия в общем случае состоит из двух этапов:

1. Предобучение нейронной сети методом послойного обучения, начиная с первого слоя (pre-training). Данное обучение осуществляется без учителя.
2. Настройка синаптических связей всей сети (fine-tuning) при помощи алгоритма обратного распространения ошибки или алгоритма «бодрствования и сна» (wake-sleep algorithm).

Предобучение DBN выполняется на основе ограниченной машины Больцмана (RBM) или автоэнкодера [1-9]. В соответствии с процедурой послойного обучения (greedy layer-wise algorithm), вначале обучается первый слой DBN, используя RBM правило обучения или автоэнкодерный метод и его синаптические связи фиксируются. Затем обучается следующий слой нейронной сети и т.д. В результате такого обучения без учителя можно получить подходящую начальную инициализацию настраиваемых параметров сети глубокого доверия. На заключительном этапе осуществляется точная настройка параметров всей сети при помощи

© Головко В.А., Крощенко А.А.

алгоритма обратного распространения ошибки или алгоритма «бодрствования и сна» (wake-sleep algorithm).

В данной статье рассматривается метод обучения DBN, основанный на ограниченной машине Больцмана. Нейронная сеть глубокого доверия (DBN) может быть представлена как множество ограниченных машин Больцмана. Таким образом, RBM является основной структурной единицей нейронной сети глубокого доверия. Традиционный подход к обучению RBM основывается на энергетической модели и линейном правиле обучения [1-2].

Рассмотрим ограниченную машину Больцмана, которая состоит из двух слоев: видимого и скрытого (рисунок 2).

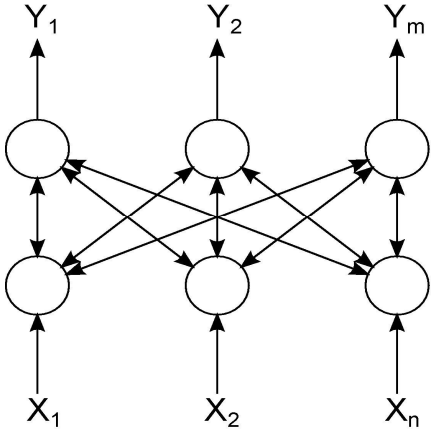


Рис.2. **Ограниченная машина Больцмана**

В RBM нейроны скрытого слоя являются детекторами признаков, которые выделяют закономерности входных данных. Каждый нейрон имеет двунаправленную связь с другими в соседнем слое. Ограниченная машина Больцмана может генерировать (представить) любое дискретное распределение, если используется достаточное количество нейронов скрытого слоя [5].

RBM является стохастической нейронной сетью, в которой состояния видимых и скрытых нейронов меняются в соответствии с вероятностной версией сигмоидной функции активации:

$$p(y_j \mid x) = \frac{1}{1+e^{-S_j}}, S_j = \sum_i^n w_{ij} x_i + T_j \tag{6}$$

$$p(x_i \mid y) = \frac{1}{1+e^{-S_i}}, S_i = \sum_j^m w_{ij} y_j + T_i \tag{7}$$

Необходимо отметить, что состояния видимых и скрытых нейронных элементов принимаются независимыми:

$$\begin{aligned} P(x \mid y) &= \prod_{i=1}^{n} P(x_i \mid y) \\ P(y \mid x) &= \prod_{j=1}^{m} P(y_j \mid x) \end{aligned} \tag{8}$$

Таким образом, состояния всех нейронных элементов ограниченной машины Больцмана определяются через распределение вероятностей. Ключевая идея обучения состоит в воспроизведении распределения входных данных на основе состояний нейронов скрытого слоя как можно точнее. Это эквивалентно максимизации функции логарифмического правдоподобия распределения входных данных $P(x)$ путем модификации синаптических связей нейронной сети. Используя этот подход Хинтон [1-4] предложил использовать метод контрастной дивергенции (contrastive divergence, CD) для обучения RBM. Он базируется на сэмплировании Гиббса. В случае CD-1 правило обучения определяется следующим образом:

$$\begin{aligned} w_{ij}(t+1) &= w_{ij}(t) + \alpha(x_i(0) y_j(0) - x_i(1) y_j(1)) \\ T_i(t+1) &= T_i(t) + \alpha(x_i(0) - x_i(1)) \end{aligned} \tag{9}$$

© Головко В.А., Крощенко А.А.

$$T_j(t+1) = T_j(t) + \alpha(y_j(0) - y_j(1)).$$

В случае CD-k

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \alpha(x_i(0)y_j(0) - x_i(k)y_j(k))$$
$$T_i(t+1) = T_i(t) + \alpha(x_i(0) - x_i(k)) \quad (10)$$
$$T_j(t+1) = T_j(t) + \alpha(y_j(0) - y_j(k)).$$

В этом случае первые слагаемые в правилах обучения характеризуют распределение данных в момент времени $t = 0$, а вторые слагаемые характеризуют реконструированные или генерируемые моделью состояния в момент времени $t = k$. Здесь α - скорость обучения. Из последних выражений видно, что правило обучения ограниченной машины Больцмана минимизирует разницу между оригинальными данными и данными, генерируемыми моделью. Генерируемые моделью данные получаются при помощи сэмплирования Гиббса.

Обучение RBM осуществляется следующим образом: представляется обучающий образ видимому слою нейронов, затем, используя процедуру CD-n, вычисляются бинарные состояния скрытых нейронов, выполняется восстановление состояний видимых нейронов и т.д. После выполнения этих итераций веса и пороги ограниченной машины Больцмана модифицируются. Затем берется следующий слой нейронной сети и конструируются RBM машина. Входными данными для нее являются данные с предыдущего слоя. Происходит обучение и процесс продолжается для всех слоев нейронной сети. В результате такого обучения без учителя можно получить подходящую начальную инициализацию настраиваемых параметров сети глубокого доверия. На заключительном этапе осуществляется точная настройка параметров всей сети при помощи алгоритма обратного распространения ошибки или алгоритма «бодрствования и сна» (wake-sleep algorithm).

Новый метод обучения RBM. В данном разделе рассматривается новый метод обучения RBM. Он основывается на минимизации среднеквадратичной ошибки реконструкции видимых и скрытых образов, которую можно получить, используя итерации сэмплирования Гиббса. По сравнению с традиционным подходом, основанным на минимизации энергии (energy-based method), который базируется на линейном представлении нейронных элементов, предложенный метод позволяет учитывать нелинейную природу нейронных элементов.

Рассмотрим ограниченную машину Больцмана, которую будем представлять в виде трех слоев нейронных элементов [8,9,10]: видимый, скрытый и видимый (рисунок 3).

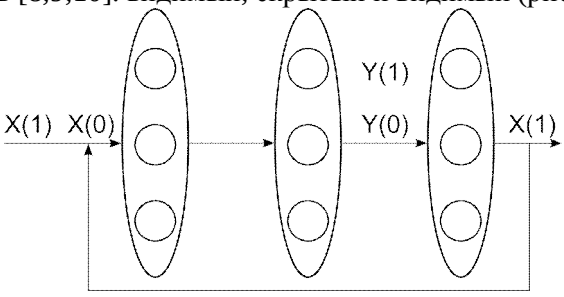


Рис. 3. **Представление RBM в виде рециркуляционной нейронной сети**

Сэмплирование Гиббса заключается в следующей процедуре. Пусть $x(0)$ входной вектор, который поступает на видимый слой в момент времени 0. Тогда выходные значения нейронов скрытого слоя:

$$y_j(0) = F(S_j(0)), \quad (11)$$
$$S_j(0) = \sum_i w_{ij} x_i(0) + T_j. \quad (12)$$

Инверсный (последний) слой реконструирует входной вектор на основе данных со скрытого слоя. В результате получается восстановленный вектор $x(1)$ в момент времени 1:

$$x_i(1) = F(S_i(1)), \quad (13)$$
$$S_i(1) = \sum_j w_{ij} y_j(0) + T_i. \quad (14)$$

© Головко В.А., Крощенко А.А.

Затем вектор $x(1)$ поступает на видимый слой, и вычисляются выходные значения нейронов скрытого слоя:

$$y_j(1) = F(S_j(1)), \tag{15}$$

$$S_j(1) = \sum_i w_{ij} x_i(1) + T_j. \tag{16}$$

Продолжая данный процесс, можно получить на шаге k

$$y_i(k) = F(S_j(k)), S_j(k) = \sum_i w_{ij} x_i(k) + T_j. \tag{17}$$

$$x_i(k) = F(S_i(k)), S_i(k) = \sum_j w_{ij} y_j(k-1) + T_i. \tag{18}$$

Целью обучения ограниченной машины Больцмана является минимизация суммарной квадратичной ошибки реконструкции данных на скрытом и восстанавливающем слое, которая в случае CD-k определяется следующим образом:

$$E_s = \frac{1}{2}\sum_{l=1}^{L}\sum_{j=1}^{m}\sum_{p=1}^{k}(y_j^l(p) - y_j^l(p-1))^2 + \frac{1}{2}\sum_{l=1}^{L}\sum_{i=1}^{n}\sum_{p=1}^{k}(x_i^l(p) - x_i^l(p-1))^2 \tag{19}$$

В случае CD-1 суммарная квадратичная ошибка

$$E_s = \frac{1}{2}\sum_{l=1}^{L}\sum_{j=1}^{m}(y_j^l(1) - y_j^l(0))^2 + \frac{1}{2}\sum_{l=1}^{L}\sum_{i=1}^{n}(x_i^l(1) - x_i^l(0))^2 \tag{20}$$

где L количество входных образов. В результате можно доказать следующую теорему [9].

Теорема 1. Максимизация функции правдоподобия распределения данных $P(x)$ в пространстве синаптических связей ограниченной машины Больцмана эквивалентна минимизации суммарной квадратичной ошибки сети в том же пространстве при использовании линейных нейронов.

Эта теорема утверждает, что если мы используем линейную функцию активации для нейронов RBM, то правило обучения CD-k для минимизации среднеквадратичной ошибки восстановления информации на скрытом и инверсном слое будет следующим:

$$\begin{gathered} w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \alpha(x_i(0)y_j(0) - x_i(k)y_j(k)), \\ T_j(t+1) = T_j(t) + \alpha(y_j(0) - y_j(k)), \\ T_i(t+1) = T_i(t) + \alpha(x_i(0) - x_i(k)) \end{gathered} \tag{21}$$

Как можно видеть, последние выражения идентичны классическому правилу обучения RBM. Таким образом, классическое правило обучения RBM является линейным. Поэтому, назвем такую машину линейной RBM.

Следствие 1. Линейная ограниченная машина Больцмана с точки зрения обучения эквивалентна автоассоциативной (рециркуляционной) нейронной сети при использовании в ней при обучении сэмплирования Гиббса.

Следствие 2. Для нелинейной ограниченной машины Больцмана правило модификации синаптических связей в случае CD-k будет следующим:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) - \alpha\left(\sum_{p=1}^{k}(y_j(p) - y_j(p-1))x_i(p)F'(S_j(p)) + (x_i(p) - x_i(p-1))y_j(p-1)F'(S_i(p))\right)$$

$$\begin{gathered} T_j(t+1) = T_j(t) - \alpha\left(\sum_{p=1}^{k}(y_j(p) - y_j(p-1))F'(S_j(p))\right), \\ T_i(t+1) = T_i(t) - \alpha\left(\sum_{p=1}^{k}(x_i(p) - x_i(p-1))F'(S_i(p))\right), \end{gathered} \tag{22}$$

Следствие 3. Для нелинейной ограниченной машины Больцмана правило модификации синаптических связей в случае CD-1 будет следующим:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) - \alpha((y_j(1) - y_j(0))F'(S_j(1))x_i(1) + (x_i(1) - x_i(0))F'(S_i(1))y_j(0)),$$

© Головко В.А., Крощенко А.А.

$$T_i(t+1) = T_i(t) - \alpha(x_i(1) - x_i(0))F'(S_i(1)), \quad (23)$$
$$T_j(t+1) = T_j(t) - \alpha(y_j(1) - y_j(0))F'(S_j(1)).$$

Таким образом, классическое правило для обучения ограниченной машины является частным случаем предложенного метода.

В данном разделе получено правило обучения для ограниченной машины Больцмана, которое базируются на минимизации квадратичной ошибки восстановления информации в скрытом и видимом слоях. Предложенный метод позволяет учитывать производные нелинейной функции активации для нейронных элементов сети. Показано, что классические выражения для обучения ограниченной машины являются частным случаем предложенного метода, который называется REBA (reconstruction error-based approach).

Эксперименты. Для того, чтобы проиллюстрировать эффективность метода REBA, рассмотрим, задачу визуализации рукописных цифр на основе выборки MNIST. Выборка MNIST содержит 60000 образов рукописных цифр для обучения и 10000 образов для тестирования. Каждый образ представляет собой изображение 28X28 пикселей в градациях серого. Для отображения 784-мерных образов в двумерное простанство признаков, использовался глубокий автоэнкодер с топологией 784-1000-500-250-2.

В среднем слое (узком горлышке) нейронной сети использовалась линейная функция активации. В других слоях применялась сигмоидная функция активации. Для предобучения глубокого автоэнводера использовался алгоритм послойного обучения на основе RBM и REBA методов. Данная процедура начинается с первого слоя и выполняется без учителя. После этого выполняется обучение всей нейронной сети, используя алгоритм обратного распространения ошибки.

Использовали следующие параметры обучения: скорость обучения в процессе предобучения 0.2 для REBA и 0.05 для классического RBM для всех слоев, за исключением среднего слоя. Скорость обучения для среднего слоя бралась равной 0.001. Сравнительный анализ обоих методов представлен в таблице 1, где MSE training обозначает среднеквадратичную ошибку, полученную на обучающей выборке, а MSE test – на выборке тестирования.

Таблица 1. **Сравнительный анализ**

Метод	MSE training	MSE test
RBM	3.7801	4.0115
REBA	3.6490	3.8726

На рисунке 4 изображена динамика изменения среднеквадратичной ошибки в зависимости от номера эпохи для первого слоя глубокого автоэнкодера.

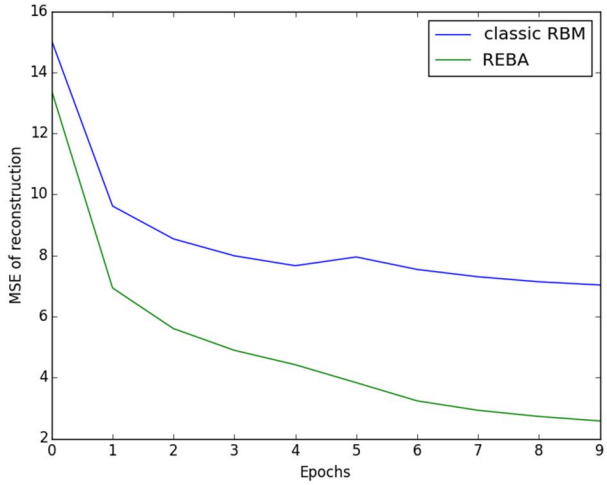


Рис. 4. **Динамика изменения MSE на первом слое RBM и REBA**

Как следует из рисунка 4 и таблицы 1, метод REBA является более эффективным по

© Головко В.А., Крощенко А.А.

сравнению с традиционным подходом.

Визуализация выборки MNIST, выполненная на основе REBA, представлена на рис.5 для первых 500 тестовых изображений каждого класса.

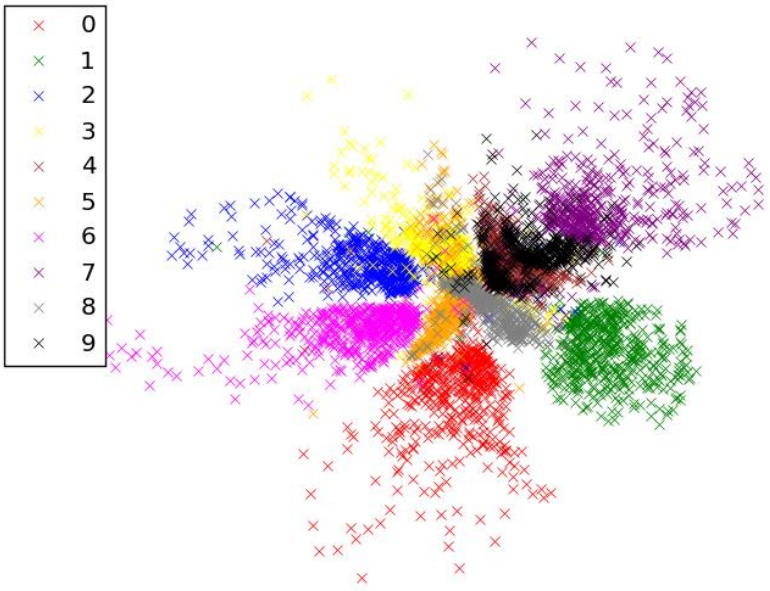


Рис. 5. **Визуализация рукописных цифр**

Заключение. В данной статье представлен новый метод для обучения RBM и соответственно нейронной сети глубокого доверия. По сравнению с классическим методом, который основывается на максимизации логарифма вероятности распределения входных данных, предложенный подход основывается на минимизации среднеквадратичной ошибки восстановления информации и позволяет учитывать нелинейную природу нейронных элементов. Эффективность предложенного метода показана на примере визуализации рукописных цифр.

1. Hinton, G. E., Osindero, S., Teh, Y. A fast learning algorithm for deep belief nets. Neural Computation, 18, 1527-1554 (2006)
2. Hinton, G. Training products of experts by minimizing contrastive divergence. Neural Computation, 14, 1771-1800 (2002)
3. Hinton, G., Salakhutdinov, R. Reducing the dimensionality of data with neural networks. Science, 313 (5786), 504-507 (2006)
4. Hinton, G. E. A practical guide to training restricted Boltzmann machines. (Tech. Rep. 2010-000). Toronto: Machine Learning Group, University of Toronto (2010)
5. Bengio, Y. Learning deep architectures for AI. Foundations and Trends in Machine Learning, 2(1), 1-127 (2009)
6. Bengio, Y., Lamblin, P., Popovici, D., Larochelle, H. Greedy layer-wise training of deep networks. In B. Scholkopf, J. C. Platt, T. Hoffman (Eds.), Advances in neural information processing systems, 11, pp. 153-160. MA: MIT Press, Cambridge (2007)
7. Erhan, D., Bengio, Y., Courville, A., Manzagol, P.-A., Vincent, P., Bengio, S. Why does unsupervised pre-training help deep learning? Journal of Machine Learning Research, 11:625-660 (2010)
8. Golovko, V. A Learning Technique for Deep Belief Neural Networks / V. Golovko, A. Kroshchanka, U. Rubanau, S. Jankowski // in book Neural Networks and Artificial Intelligence. – Springer, 2014. – Vol. 440. Communication in Computer and Information Science. – P. 136-146.
9. Головко, В.А. От многослойных персептронов к нейронным сетям глубокого доверия: парадигмы обучения и применение/ В.А.Головко //XVII Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2015»: Лекции по Нейроинформатике. – М.: НИЯУ МИФИ, 2015. – С. 47-84.
10. Головко В.А. Нейронные сети: обучение, организация и применение. Кн. 4: Учеб. пособие для вузов / Общая ред. А.И. Галушкина. М.:ИПРЖР, 2001. – 256 с.

© Головко В.А., Крощенко А.А.

УДК 004.434
Губаль Г. М. к.ф-м.н. доц.
Луцький національний технічний університет

ПРЕЗЕНТАЦІЇ МАТЕМАТИЧНИХ ТЕКСТІВ У СИСТЕМІ LaTeX

Губаль Г. М. Презентації математичних текстів у системі LaTeX. У статті досліджуються можливості створення презентацій математичних текстів у системі LaTeX. Розглянуті деякі вишукані команди при створенні математичних текстів.

Ключові слова: презентація, LaTeX, postscript, monochrome, xwatermark.
Літ. 15.

Губаль Г. Н. Презентации математических текстов в системе LaTeX. В статье исследуются возможности создания презентаций математических текстов в системе LaTeX. Рассмотрены некоторые изысканные команды при создании математических текстов.

Ключевые слова: презентация, LaTeX, postscript, monochrome, xwatermark.
Лит. 15.

Hubal H. M. Presentations of mathematical texts in the system LaTeX. The capabilities for creation of the presentations for the mathematical texts in the system LaTeX are investigated in the article. Some refined commands for creation of the mathematical texts are considered

Keywords: presentation, LaTeX, postscript, monochrome, xwatermark.
Bibl. 15.

Вступ. Робота з системою LaTeX, призначеною для створення математичних текстів [1, 2, 5-10, 12-15] подібна до програмування, тим більше, що ця система розрахована на використання текстового режиму, командного рядка і багатьох конфігураційних файлів [3, 4, 11].

Розглянемо створення презентацій математичних текстів у системі LaTeX за допомогою пакета HA-prosper, створеного на основі пакета prosper цієї системи.

Пакет HA-prosper і супутні програми (GhostScript, LaTeX та ін.) є безкоштовними: можна легально отримувати їх копії, запускати, копіювати, поширювати, вивчати, змінювати і покращувати їх копії для будь-яких цілей. Завжди можна скоректувати код пакета HA-prosper самостійно.

На відміну від WYSIWYG редакторів LaTeX дає можливість концентруватись на змісті презентації, не слідкуючи за її стилем. Зауважимо, що зовнішній вигляд презентації в HA-prosper легко змінити навіть після створення документа.

Серед можливостей пакета HA-prosper слід виділити анімовані переходи між слайдами, автоматично згенерований зміст, склеювання слайдів, приховані авторські анотації, внутрішні і зовнішні гіперпосилання тощо. Цей пакет здійснює виведення презентацій у формі портретної/альбомної орієнтації PostScript або у формі он-лайн PDF. Цей пакет містить різноманітні стилі та шаблони.

Більшість пакетів LaTeX, включаючи HA-prosper, генерують PostScript і PDF файли.

Основна частина. Основна структура документа HA-prosper генерується такими командами:

```
\documentclass[options]{prosper}
\usepackage[options]{HA-prosper}
\title{Generalized Kinetic Equation Generated by the BBGKY Hierarchy of Equations for Non-Symmetric Particle System}
\author{H.M. Hubal}
\begin{document}
\maketitle
 \begin{slide}[options]{Evolution of Many-Particle Systems}
```

© Губаль Г.М.

```
\end{slide}
\end{document}
```

Обов'язкові пункти друкуються грубим шрифтом, а пункти, які можна модифікувати, – курсивом.

Основними опціями класу та опціями пакета HA-prosper є:

- style, яка використовує шаблон;
- toc, яка генерує і відображає зміст з гіперпосиланнями на кожному слайді бокової панелі;
- highlight, яка підсвічує слайд у змісті;
- portrait/landscape, яка створює портретну/альбомну орієнтацію слайда;
- notes, додає нотатки до слайда;
- notesonly, виводить лише нотатки без слів, що є важливим для друку нотаток при супроводі презентації;
- pdf, яка генерує PDF файл для презентації;
- ps, яка генерує PostScript файл;
- distiller, яка генерує PDF-файл програмою Adobe Distiller;
- slideBW, яка створює слайди для друку на чорно-білому принтері;
- draft, яка замінює рисунки і графіку боксами-обмежувачами, що прискорює час компіляції.

Розглянемо створення базової розмітки презентації. Для створення лівого і правого колонтитулів на кожному слайді використовується команда \HAPsetup. Ця команда має змінні lf і rf для лівого і правого колонтитулів відповідно. Поточна дата у лівому колонтитулі й повідомлення про авторські права у правому колонтитулі генеруються командою:

```
\HAPsetup{
lf={\today},
rf={\copyright 2015 Lutsk NTU}
}
```

Назва, автор презентації, організація і e-mail генеруються командами:

```
\title
\author
\institution
\email
```

у HA-prosper відповідно. Наприклад,

```
\title{Generalized Kinetic Equation Generated by the BBGKY Hierarchy of Equations for Non-Symmetric Particle System}
\subtitle{A Global Solution of the Cauchy Problem for the BBGKY Hierarchy of Equations}
\author{
H.M. Hubal}\\
\institution{Lutsk NTU}\\
\email{hhm-05@bigmir.net}
```

При створенні он-лайн версії документа часто використовуються кольори. Проте, якщо он-лайн версія повинна бути надрукована в чорно-білому варіанті, то слід задати її у монохромному документі. Для цього слід додати monochrome до опцій color і xcolor. Наприклад, у преамбулі документа слід дописати такі команди:

```
\usepackage[monochrome]{color}{xcolor}
```

Іноді при створенні документів використовуються водяні знаки для позначення важливої інформації або для забезпечення безпеки. Для створення водяного знаку використовуються пакети xwatermark або draftcopy. Щоб помістити водяний знак, наприклад Lutsk NTU, на кожній сторінці в документі використовують такі команди пакета xwatermark:

```
\usepackage[printwatermark=true,
allpages=true,
```

© Губаль Г.М.

```
fontfamily=pag,
color=blue,
blueness=0.9,
mark= Lutsk NTU,
angle=45,
fontsize=2cm,
markwidth=\paperwidth,
fontseries=b,
scale=0,9,
xcoord=0,
ycoord=0]{xwatermark}
```

При необхідності встановлення водяного знаку на декілька сторінок документа можна легко модифікувати наведені вище команди.

У пакеті draftcopy можна настроювати інтенсивність кольору водяного знака, число сторінок, на яких буде розміщений водяний знак і місце, де він буде розміщений (зверху, знизу сторінки або по діагоналі). При цьому використовуються такі команди:

```
\usepackage[english, all, portrait, Lutsk NTU]{draftcopy}
```

Після створення базової розмітки презентації формуються власне слайди. Для цього необхідно включити дані презентації в оточення слайда. Це генерується за допомогою таких команд:

```
\begin{slide}{The Evolution of States of Many-Particle Systems}
The generalized kinetic equation can be obtained using the solution of the Cauchy problem for the BBGKY hierarchy of equations in the form of the expansions over particle groups whose evolution is governed by the cumulants of the corresponding evolution operator.
\begin{itemize}
\item{Deriving generalized kinetic equation we develop methods of functional analysis.}
\item{The density satisfies such a condition $\frac{1}{v} < \frac{1}{{R + r}}\min \{ x,\;z\} .$}
\end{itemize}
\end{slide}
```

Цей слайд показано на рис. 1.

© Губаль Г.М.

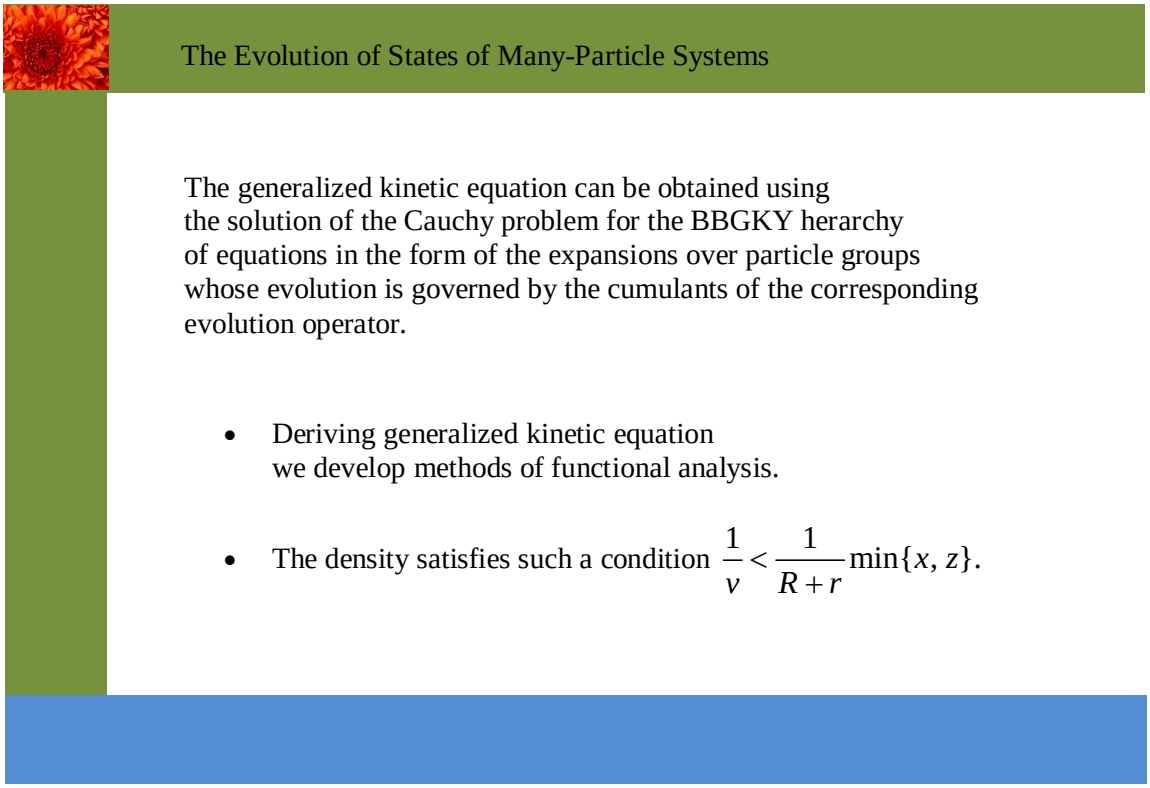


Рис. 1

Для створення нумерованого списку використовується оточення enumerate. У таких списках кожен елемент вводиться командою \item без аргумента, і при друці він буде відмічений номером (ці номери створюються системою LaTeX автоматично; якщо переставити місцями які-небудь елементи списку, що-небудь видалити або додати, то нумерація автоматично зміниться). Цей номер можна, наприклад, виділити, помістивши в коло. Наприклад, такий список:

① Елемент 1
② Елемент 2
③ Елемент 3
④ …
⑤ Елемент n

генерується таким кодом у тілі документа:

```
\begin{enumerate}[\textcircled{\arabic{enumi}}]
 \item Елемент 1
 \item Елемент 2
 \item Елемент 3
 \item \ldots
 \item Елемент \(n\)
\end{enumerate}
```

а в преамбулі документа підключимо пакет enumerate:

```
\usepackage{enumerate}
```

© Губаль Г.М.

Пакет HA-prosper дає можливість створювати анімовані списки за допомогою оточень itemstep і enumstep, які використовуються з командою \xitem замість команди \item. Тоді пункти списку з'являються по одному на кожному пласті. Аргументи оточень itemstep і enumstep набувають змінних значень, які модифікують появу списку. Наприклад, якщо:

- значення змінної дорівнює 0, то пункти списку з'являються один за одним і залишаються на слайді після їх *n*-ї появи;
- значення змінної дорівнює 1, то пункти списку з'являються по одному, але попередні пункти затіняються сірим кольором, коли з'являється новіший;
- значення змінної дорівнює 2, то всі пункти списку з'являються одночасно, але поточний пункт не затіняється сірим кольором.

Зауважимо, що крім наведених опцій пакета HA-prosper існують додаткові опції: для створення PDF закладок, бібліографічних стилів, структурування, «прихованих» розділів, для вбудовування звукових та відеофайлів.

Компіляція презентації HA-prosper здійснюється аналогічно до компіляції будь-якого документа LaTeX.

Для створення файла example.ps з файла HA-prosper (example.tex) використовуються такі команди:

```
latex example.tex
dvips example.dvi
```

Для створення файла example.pdf з файла HA-prosper (example.tex) використовуються такі команди:

```
latex example.tex
dvips example.dvi
ps2pdf example.ps
```

Висновки. Таким чином, у статті досліджені можливості створення презентацій математичних текстів у пакеті HA-prosper системи LaTeX. Розглянуті деякі вишукані команди при створенні математичних текстів.

1. Балдин Е. М. Компьютерная типография LaTeX / Е. М. Балдин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008.
2. Беляков Н. С. TeX для всех / Н. С. Беляков, В. Е. Палош, П. А. Садовский. – М.: Книжный дом «Либроком», 2009.
3. Губаль Г. М. Стратегії для створення математичної статті у видавничій системі LaTeX / Г. М. Губаль // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2013. – № 13.
4. Дубинич В. Н. Использование системы LaTeX для подготовки научных изданий / В. Н. Дубинич, М. В. Дубинич // Перспективы развития высшей школы: материалы V Международной науч.-метод. конф., Гродно: ГГАУ, 2012.
5. Жуков М. Ю. Оформление математических текстов при помощи пакета LaTeX2ε / М. Ю. Жуков, Е. В. Ширяева. – Ростов н/Д: Изд-во ООО «ЦВВР», 2003.
6. Жуков М. Ю. LaTeX2ε: искусство набора и вёрстки текстов с формулами / М. Ю. Жуков, Е. В. Ширяева. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2009.
7. Каров П. Шрифтовые технологии. Описание и инструментарий / П. Каров. Перевод с английского Карпинского О. С. и Куликова И. И. под редакцией, с предисловием и дополнением Ефимова В. В. – М.: Мир, 2001.
8. Кнут Д. Е. Всё про TeX / Д. Е. Кнут. Пер. с англ. М. В. Лисиной. – Протвино: АО RDTeX, 1993.
9. Котельников И. А. LaTeX по-русски / И. А. Котельников, П. З. Чеботаев. – Новосибирск: Сибирский хронограф, 2004.
10. Львовский С. М. Набор и вёрстка в системе LaTeX / С. М. Львовский. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: МЦНМО, 2003.
11. Ширяева Е. В. Введение в TeX–программирование / Е. В. Ширяева, И. В. Ширяева. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2010.
12. Goossens M. The LaTeX companion / M. Goossens, F. Mittelbach, A. Samarin. – Addison-Wesley, 1994. Русский перевод: Гуссенс М. Путеводитель по пакету LaTeX и его расширению LaTeX2ε / М. Гуссенс, Ф. Миттельбах, А. Самарин. Перевод с английского Маховой О. А., Третьякова Н. В., Тюменцева Ю. В. и Чистякова В. В. под редакцией Маховой И. А. – М.: Мир, 1999.

© Губаль Г.М.

13. Kopka H. Guide to LaTeX / H. Kopka, P. Daly. – Addison-Wesley, 2004.
14. Lamport L. LaTeX. A document preparation system, user's guide and reference manual / L. Lamport. – Addison-Wesley, 1994.
15. Spivak M. The joy of TeX. A gourmet guide to typesetting with the AMS-TeX macro package. – American mathematical society, Providence, RI, 1990. Русский перевод: Спивак М. Восхитительный TeX: руководство по комфортному изготовлению научных публикаций в пакете AMS-TeX / М. Спивак. – М.: Мир, 1993.

© Губаль Г.М.

УДК 004.413 (045)
Жигаревич О.К., Мельник В.М., Свиридюк К.А., Трояк Д.В.
Луцький національний технічний університет

РОЗРОБКА ВЕБ-ЗАСТОСУВАННЯ «TOPREALTY», ДЛЯ АГЕНТСТВ НЕРУХОМОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ASP.NET

Жигаревич О.К., Мельник В.М., Свиридюк К.А., Трояк Д.В. РОЗРОБКА ВЕБ-застосування «TOPREALTY», для агентств нерухомості з використанням технології ASP.NET. У даній статті автори проаналізували сучасний стан існуючих веб-застосувань для надання рієлтерських послуг в м. Луцьку та по всій Україні. Особливо увагу було приділено аналізу застосувань, які використовуються для представлення послуг агентств нерухомості у невеликих містах України. Тому на основі проведеного аналізу було прийнято рішення про розробку нового веб-застосування «TopRealty», яке орієнтовано на агентства нерухомості невеликих міст та їх клієнтів.
Ключові слова: веб-застосування, база даних, сервер, клієнт, Silverlight, ASP.NET.

Жигаревич О.К., Мельник В.М., Свиридюк К.А., Трояк Д.В. РАЗРАБОТКА ВЕБ-приложения «TOPREALTY», ДЛЯ АГЕНТСТВ НЕДВИЖИМОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ASP.NET. В данной статье авторы проанализировали современное состояние существующих веб-приложений для предоставления риэлтерских услуг в г. Луцке и по всей Украине. Особенно внимание было уделено анализу приложений, которые используются для представления услуг агентств недвижимости в небольших городах Украины. Поэтому на основе проведенного анализа было принято решение о разработке нового веб-приложения «TopRealty», которое ориентировано на агентства недвижимости небольших городов и их клиентов.
Ключевые слова: веб-приложения, база данных, сервер, клиент, Silverlight, ASP.NET.

Zhyharevych O.K., Melnyk V.M, Sviridyuk K.A, Troyk D.V. Web - APPLICATION «TOPREALTY», for real estate agencies with technology ASP.NET. The existing web applications current state is analyzing in the article to provide realtor services in Lutsk city and in Ukraine. Some special attention is paying to the applications analysis that are using a representation of the estate agents services in small cities of Ukraine. Therefore, based on the analysis, it was considered to develop a new web application named «TopRealty», that focuses on the small town real estate agencies and their clients.
Keywords : web application , database, server, client , Silverlight, ASP.NET.

Постановка проблеми. Процеси здійснення операцій з нерухомістю в Україні призвели до виникнення нового виду послуг споживачам - рієлтерської послуги та професії - рієлтер, які сприяють громадянам України для реалізації їх права вільного вибору місця проживання, придбання його у власність чи взяття в оренду, як це передбачено статтями 33 та 47 Конституції України. Оскільки, ринок нерухомості є капіталоємним, пов'язаним із значними фінансовими ресурсами, надання споживачам послуг щодо операцій з нерухомістю повинно бути якісним, безпечним та унормованим.[1]

З метою надання якісних послуг, запобігання помилок, правопорушень чи зловживань особами, які надають послуги щодо операцій з нерухомістю, були встановлені загальні норми здійснення цього виду діяльності юридичними та фізичними особами. Головним завданням Стандарту є уніфікація норм-стандартів для надання якісної рієлтерської послуги на території України.

Актуальність даної теми полягає у тому, що сьогодні у агентств з нерухомості в невеликих міст України немає зручних веб-застосуваннь для представлення їх послуг або вони взагалі відсутні. Відповідно, майже вся документація ведеться на паперових носіях (у паперовому вигляді), що істотно збільшує можливість втрати/загублення документу, відсутність контролю за його виконанням; збільшує час на пошук та обробку інформації. А інформація, стосовно послуг, що надаються агентством надається в телефонному режимі.

Нерухомість є базою для господарської діяльності та розвитку підприємств і організацій усіх форм власності. В Україні вже протягом декількох років триває бурхливе формування ринку нерухомості зі своїми проблемами, спадами та піднесеннями, викликаними як економічною ситуацією, так і локальними подіями. Нерухомість житлового, комерційного та некомерційного призначення є головним предметом дискусій та суперечок під час приватизації, оренди державного майна, купівлі-продажу будівель, споруд і приміщень офісного, торговельного, складського і виробничого призначення, квартир, будинків тощо.

Наукова новизна пропонованого рішення в порівнянні з відомими роботами. Вплив глобальної комп'ютерної мережі Internet на сучасний світ не має історичних аналогів. Його сьогоднішній день - це початок епохи електронного проникнення в усі сфери людського життя, це

© Жигаревич О.К., Мельник В.М., Свиридюк К.А., Трояк Д.В.

щось більше, ніж просто маркетингова кампанія, це основа нової філософії і нової ділової стратегії. Інтернет - найбільш значущий ресурс з точки зору реклами продукції або послуги.
Більшість сучасних людей користуються Інтернетом, як найбільш доступним джерелом інформації. Web-технологія повністю перевернула уявлення про роботу з інформацією, та й з комп'ютером взагалі.

Створення Web-сайтів є однією з найважливіших технологій розробки ресурсів Internet. Хороший сайт, вбираючи в себе всю корисну інформацію, є найкращою візитною карткою і комерційної фірми і освітнього закладу, працюючи на них в будь-який час доби.

Визначення та структура Веб-застосування. Існує кілька визначень веб-застосувань [3].

- Веб-застосування - сукупність програм, що реалізують обробку даних у певній області застосування в середовищі Інтернет.
- Веб-застосування - це додаток, що виконується на веб-сервері, доступ до якого здійснюється шляхом передачі-отримання пакетів по протоколу HTTP.
- Веб-застосування - це допоміжні програмні засоби, призначені для автоматизованого виконання будь-яких дій на Web-серверах. При цьому вони використовують в якості користувальницьких інтерфейсів Web-браузери. Зазвичай Web-додатки створюються в різних варіантах архітектури клієнт-сервер

Клієнт-сервер – обчислювальна або мережева архітектура, в якій завдання або мережеве навантаження розподілено між постачальниками послуг (сервісів), що називаються серверами, і замовниками послуг, що називаються клієнтами. Нерідко клієнти і сервери взаємодіють через комп'ютерну мережу і можуть бути як різноманітними фізичними пристроями, так і програмними. Клієнтська частина реалізує користувальницький інтерфейс, формує запити до серверу і обробляє відповіді від нього.

Серверна частина отримує запит від клієнта, виконує обчислення, після цього формує веб-сторінку і відправляє її клієнту по мережі з використанням протоколу HTTP.

Узагальнена архітектура веб-застосування – це модель клієнт-сервер, в якій компоненти застосування поділяються на клієнтські і серверні, і взаємодіють компоненти шляхом передачі та отримання пакетів по протоколу HTTP. В якості клієнта виступає веб-браузер, а в якості сервера - веб-сервер (рис.1).

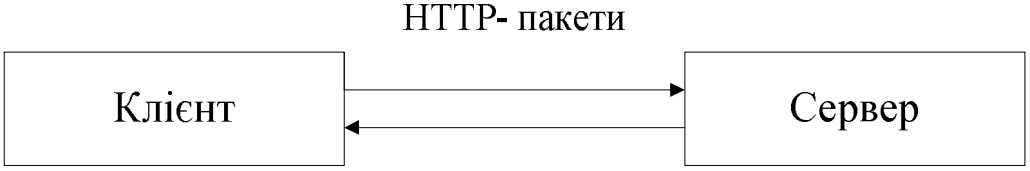


Рис. 1. Узагальнена архітектура Веб-застосування

Завдання веб-сервера - виконання певного набору функцій з обробки даних та надання інтерфейсу (програмного чи користувацького) по протоколу HTTP для доступу до цих функцій. Серверний компонент веб-застосувань отримує запит від клієнта і виконує обробку даних, після цього формує відповідь та / або веб-сторінку і відправляє пакет даних клієнтові по мережі з використанням протоколу HTTP. Серверні компоненти веб-застосування можуть виступати в якості клієнта інших служб (сервісів), наприклад, бази даних або іншого веб-застосування, розташованого на іншому сервері.

Одним з переваг такого підходу є те, що клієнти не залежать від конкретної операційної системи користувача, і веб-застосування, таким чином, є між платформними сервісами.

Веб-сторінка – документ або інформаційний ресурс всесвітньої павутини, доступ до якого здійснюється за допомогою веб-браузеру [5].

Веб-сторінки зазвичай створюються на мовах розмітки HTML або XHTML і можуть містити гіперпосилання для швидкого переходу на інші сторінки.

Інформація на веб-сторінках може бути представлена в різноманітних формах:

- текст;
- статичні і анімовані графічні зображення;
- аудіо;
- відео;

© Жигаревич О.К., Мельник В.М., Свиридюк К.А., Трояк Д.В.

- апплети.

Інформаційно значущий вміст веб-сторінки зазвичай називається контентом.

Декілька веб-сторінок, об'єднаних загальною темою і дизайном, а також зв'язаних між собою посиланнями, і звичайно знаходяться на одному веб-сервері, утворюють веб-сайт.

Веб-сайт – сукупність електронних документів (файлів) приватної особи або організації в комп'ютерній мережі, об'єднаних під однією адресою (доменним іменем або IP-адресою).

Само веб-застосування може виступати в якості клієнта інших служб, наприклад, бази даних або іншого веб-застосування, що розміщується на іншому сервері.

Для створення веб-застосувань на стороні сервера використовуються різноманітні технології або будь-які мови програмування такі як ISAPI, CGI ASP.NET, C/C++, Java, Perl, PHP, JSP, WAP та інші, здатні здійснити вивід в стандартну консоль.

Зі сторони клієнта використовуються:

- для реалізації графічного інтерфейсу користувача (GUI):

o HTML - стандартна мова розмітки документів у Всесвітній паутині. Більшість веб-сторінок створюються за допомогою мови HTML (або XHTML). Мова HTML інтерпретується браузерами і відображається у вигляді документу, в зручній для людини формі.

o CSS – формальна мова опису зовнішнього виду документу, написаного з використанням мови розмітки.

- для формування та обробки запитів, створення інтерактивного і незалежного від браузера інтерфейсу:

o ActiveX - технологія зв'язування і впроваджування об'єктів в інші документи і об'єкти, розроблені корпорацією Майкрософт. Ця версія технології OLE в основному використовується веб-дизайнерами для вставки в сторінки мультимедійних даних;

o Adobe Flash, Adobe Flex - мультимедійна платформа компанії Adobe для створення веб-застосувань або мультимедійних презентацій. Широко використовується для створення рекламних банерів, анімації, ігр, а також відтворення на веб-сторінках відео- і аудіо записів;

o Java - об'єктно-орієнтована мова програмування, розроблена компанією Sun Microsystems. Додатки Java звичайно компілюються в спеціальний байт-код, тому вони можуть працювати на будь-якій віртуальній Java-машині (JVM) незалежно від комп'ютерної архітектури;

o JavaScript - об'єктно -орієнтована скриптова мова програмування. JavaScript зазвичай використовується як вбудована мова для програмного доступу до об'єктів застосувань. Найбільш широко застосування знаходить в браузерах як мова сценаріїв для надання інтерактивності веб-сторінкам.

o Silverlight - це програмна платформа, що включає в себя плагін для браузера, який дозволяє запускати застосування, що містить анімацію, векторну графіку і аудіо-відео роліки, що характерно для RIA (Rich Internet application).

Інструментальні засоби для розробки веб-застосування з надання рієлторських послуг.

Веб-застосування, що досліджуються у статті можна представити як систему, що складається з кількох підсистем. Як операційна система для функціонування серверної частини була обрана ОС Microsoft Windows Server та платформа ASP.NET. Доступ до системи повинен забезпечуватись всіма найбільш популярними браузерами. Такий вибір обумовлено [2,3]:

– розвиненими засоби створення користувацького інтерфейсу;

– підтримкою широкого спектру серверних платформ;

– інтеграцією платформи ASP.NET з операційною системою та інтегрованим веб-сервером;

– підтримкою .NET Framework;

– широким розповсюдженням цієї платформи;

– можливістю використання платформи Silverlight для побудови розвиненого користувацького інтерфейсу;

– використанням працівниками додаткових програмних продуктів, які працюють під ОС Windows.

© Жигаревич О.К., Мельник В.М., Свиридюк К.А., Трояк Д.В.

Для розробки модулів системи було обране середовище розробки Microsoft Visual Studio 2010. Цей вибір обумовлений наступними факторами:

– можливість повторного використовування готових програмних компонент;

– наявність великої кількості стандартних компонентів, а також достатня

– кількість бібліотек компонент від сторонніх фірм, що розширюють і доповнюють можливості стандартних;

– можливість генерації коду під платформу .NET Framework;

– достатньо висока швидкість і надійність роботи скомпільованих програм порівняно з інтерпретуючими системами;

– орієнтація на «візуальні» методи розробки програм, що дозволяє швидко і якісно спроектувати та реалізувати стандартний призначений для користувача інтерфейс;

– перспективність, популярність і широка поширеність даного середовища розробки в світі.

В якості функціональної платформи використовується поєднання веб-серверу IIS, платформи ASP.NET 4.0, клієнту Silverlight 4, та бази даних на основі XML.

IIS (Internet Information Services) — це набір серверів для декількох служб Інтернету від компанії Майкрософт [4]. IIS поширюється з операційними системами родини Windows NT та Windows Server.

Основний компонент IIS — веб-сервер, який дозволяє розміщувати в Інтернеті сайти. IIS підтримує протоколи HTTP, HTTPS, FTP, POP3, SMTP, NNTP.

IIS 7 розповсюджується з таким набором модулів:

1. HTTP модулі
2. Модулі безпеки
3. Модулі контенту
4. Модулі стиснення
5. Модулі кешування
6. Модулі для протоколювання та діагностики

Модуль представляє собою компонент, що обробляє запит незалежно від типу ресурсу, що запитується.

ASP.NET – багате середовище для розробки і розгортання веб-ресурсів [5].

Середовище .Net Framework містить ретельно відібрану колекцію функціональних частин з загальною кількістю – більш 7000 типів (класів, структур, інтерфейсів та інших основних складових частин програмування).

Широка колекція функцій, що пропонується .Net Framework організована таким способом, який традиційні програмісти для Windows вважають значним покращенням. Кожний із тисячі класів в .Net Framework згрупований в логічний ієрархічний контейнер під назвою «простір імен». Різноманітні простори імен надають різні властивості. В сукупності простори імен .Net пропонують функції майже для кожного аспекту розподіленої розробки – від організації черги повідомлень по безпеці. Такий широкий набір інструментів є бібліотекою класів.

Спосіб використання класів в .Net Framework в ASP.NET нічим не відрізняється від способу їх застосування в будь-якому іншому типу додатку .NET (включаючи автономний Windows-додаток, Windows-службу, утиліту командного рядку та інш.). Тобто, .Net надає веб-розробникам тіж інструменти, що і розробникам клієнта.

Додатки ASP.NET завжди компілюються – фактично неможливо виконати код без попередньої компіляції.

Додатки ASP.NET в дійсності проходять два етапи компіляції [20]. На першому етапі код C# компілюється в код проміжкової мови пі назвою Microsoft Intermediate Language (MSIL), або просто IL. Цей перший етап компіляції може відбутися автоматично при першому запиті сторінки. Скомпільований файл з кодом IL є збіркою.

Другий етап компіляції настає безпосередньо перед фактичним виконанням сторінки. На цьому етапі код IL компілюється в низькорівневий власний машинний код. Цей етап відомий як оперативна компіляція «Just-In-Time» і він проходить однаково для всіх додатків .NET. Компіляція .NET ділиться на два етапи з метою надання розробникам зручних умов і мобільності.

© Жигаревич О.К., Мельник В.М., Свиридюк К.А., Трояк Д.В.

Головне вікно веб-застосування містить меню, функцію пошуку та вхід до системи. Користувачу доступні пункти меню «Головна сторінка» і «Активні оголошення». Пункт меню «Головна сторінка» представляється вікном пошуку (рис.2). Для того, щоб користувач (клієнт) міг знайти необхідний об'єкт нерухомості, йому пропонується задати один із параметрів пошуку для знаходження потрібної йому нерухомості.

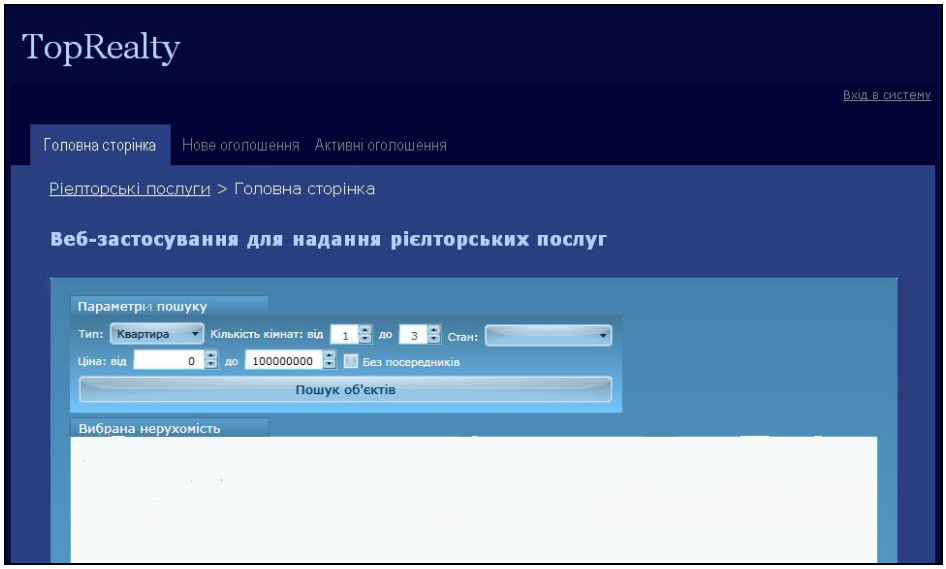


Рис. 2. Головне вікно веб-застосування **«TOPREALTY»**

Для здійснення входу в систему в якості адміністратора необхідно натиснути кнопку «Вхід в систему», яка знаходиться у правому верхньому куті і представлена у вигляді тексту.

Після цього на екрані з'являється вікно для введення реєстраційних даних (рис. 3).

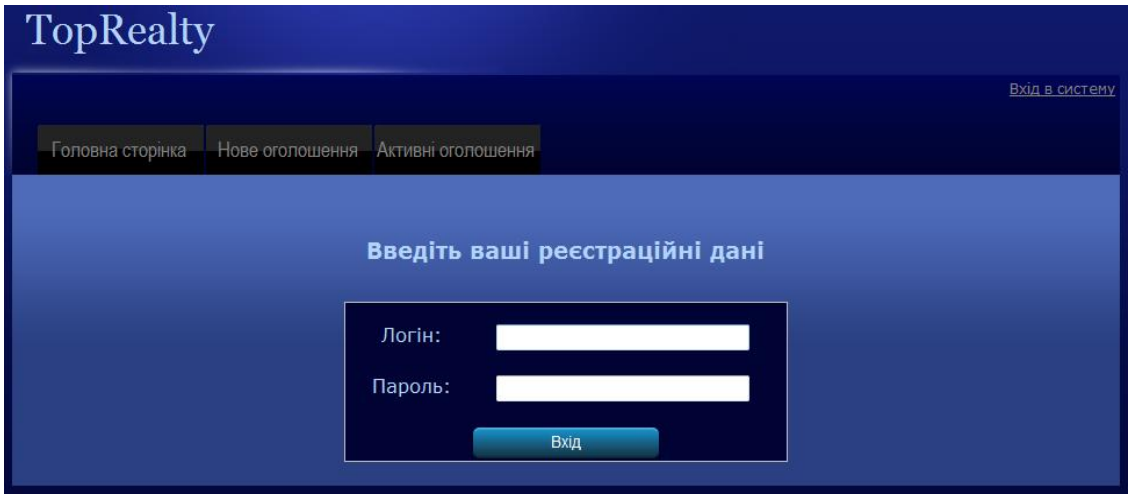


Рис. 3. Вікно входу в систему

Адміністратор має ввести логін та пароль – admin. Після чого й буде здійснено вхід до системи. Адміністратор має можливість додавати нові оголошення, переглядати активні оголошення, редагувати оголошення, видаляти оголошення. Для додавання нового оголошення в пункті меню «Нове оголошення» передбачена наявність двох підпунктів: передбачено Для того щоб додати нове оголошення адміністратор повинен обрати пункт меню «Нове оголошення» підпункт «Продаж квартири»/«Продаж будинку». Після цього на екрані з'являється вікно з пропозицією заповнення форми розміщення оголошення (рис. 4).

© Жигаревич О.К., Мельник В.М., Свиридюк К.А., Трояк Д.В.

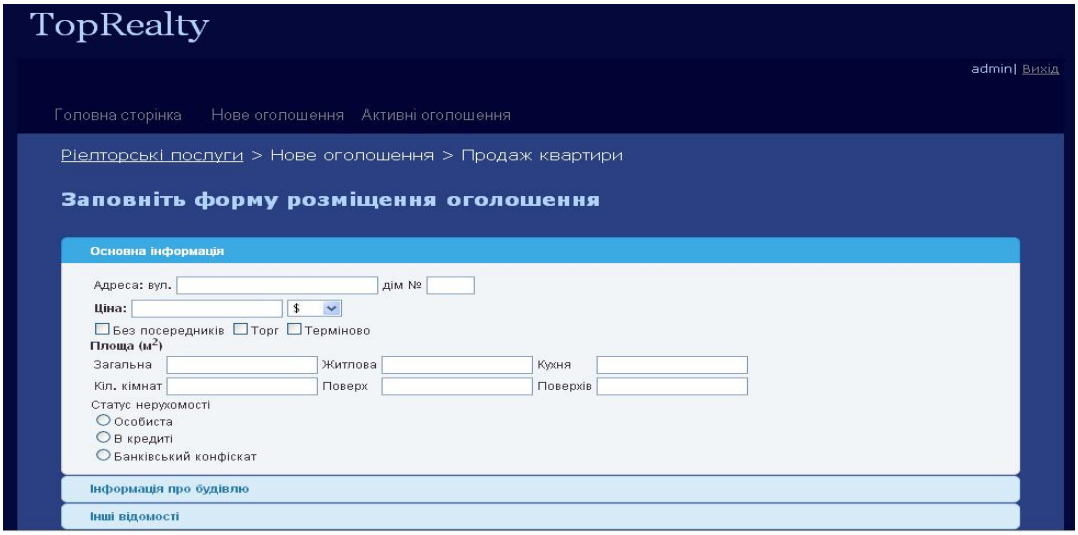


Рис. 4. Форма додавання нового оголошення до БД

Веб-застосування (веб-додатки, Web-application) - допоміжні програмні засоби, призначені для автоматизованого виконання дій на Веб-серверах. Вони використовують в якості користувальницьких інтерфейсів Web-браузери. Зазвичай веб-застосування створюються в різних варіантах архітектури клієнт-сервер. До числа засобів створення веб-застосувань відносяться ISAPI, CGI, ASP, JSP, WAP. За роки існування WWW склад веб-застосувань, виконувані ними функції, принципи та архітектура їх побудови зазнали значних змін - від найпростіших засобів зберігання HTML-сторінок до рішень, орієнтованих на підтримку роботи корпоративними інформаційних систем та їх партнерів. [7]

Однією з найпоширеніших технологій сьогодення, яка використовується для створення веб-застосувань є технологія ASP.NET.

ASP – технологія створення веб-застосувань, що використовує об'єктну модель інтерфейсу, створеного на основі ISAPI-фільтра. ASP спростила завдання генерації HTML-сторінок і дозволила виробляти звернення до компонентів баз даних. Принцип, закладений в основу інтерфейсу програми, полягає в тому, що на веб-сторінці присутні фрагменти коду, який інтерпретується Веб-сервером і надає користувачеві готовий результат виконання обраних фрагментів коду.

Висновки. У статті було здійснено ґрунтовний аналіз існуючих веб-застосувань для надання рієлтерських послуг в м. Луцьку та по всій Україні. Створення веб-застосування вимагає використання різних технологій: графічний дизайн, верстка HTML, програмування клієнтської частини - інтерфейс користувача, і програмування серверної частини. Microsoft ASP.NET являє собою комплексну технологію серверного програмування з вбудованими засобами створення інтерфейсу користувача. Тому на основі проведеного аналізу було прийнято рішення про розробку нового веб-застосування «TopRealty», яке орієнтовано на агентства нерухомості невеликих міст та їх клієнтів. Для розробки веб-застосування була обрана технологія ASP.NET.

1. Бабенко Л.П., Лавріщева К.М. Основи програмної інженерії: Навч. посіб. – К.:Т-во «Знання», 2001. – 269 с.
2. М. Мак-Дональд, М.Шпушта Microsoft ASP.NET 3.5 с примерами на C# 2008 и Silverlight 2 для профессионалов = Pro ASP.NET 3.5 in C# 2008: Includes Silverlight 2. — 3-е издание. — М.: «Вильямс», 2009. — С. 1408.
3. Мэтью Мак-Дональд. Silverlight 3 с примерами на C# для профессионалов = Pro Silverlight 3 in C#. — 3-е изд. — М.: Вильямс, 2010. — 656 с.
4. Мэтью Мак-Дональд Microsoft ASP.NET 2.0 с примерами на C# 2005 для профессионалов.: Пер. с англ. – М.:ООО «И.Д. Вильямс», 2006. –1408с.
5. Роб Камерон, Дэйл Михалк ASP.NET 3.5, компоненты AJAX и серверные элементы управления для профессионалов = Pro ASP.NET 3.5 Server Controls with AJAX Components. — М.: «Вильямс», 2009. — С. 608.
6. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. — 8-е изд. — М.: Вильямс, 2006. — 1328 с.

© Жигаревич О.К., Мельник В.М., Свиридюк К.А., Трояк Д.В.

УДК 004.4`2
Коцюба А.Ю., Лавренчук С.В.
Луцький національний технічний університет

ПРО ПРОГРАМУ-КОНСТРУКТОР WEB-ІГОР РІЗНОГО РІВНЯ СКЛАДНОСТІ

Коцюба А.Ю., Лавренчук С.В. Про програму-конструктор web-ігор різного рівня складності. Засобами C++ Builder та за допомогою поєднання технологій подійно- та об'єктно-орієнтованого програмування розроблено програму, яка створює web-ігри різного рівня складності. Розроблений програмний продукт дає можливість користувачу на основі побудованої схеми доріг та вибору налаштувань створювати відповідну динамічну web-сторінку.
Ключові слова: двовимірний клітинний автомат, конструювання web-ігор, моделювання правостороннього руху транспорту, технологія автоматного програмування з явним виділенням станів, алгоритм Дейкстри.

Коцюба А.Ю., Лавренчук С.В. О программе-конструкторе web-игр разного уровня сложности. Средствами C++ Builder и с помощью сочетания технологий событийно- и объектно-ориентированного программирования разработана программа, которая создает web-игры различного уровня сложности. Разработанный программный продукт позволяет пользователю на основе построенной схемы дорог и выбора настроек создавать соответствующую динамическую web-страницу.
Ключевые слова: двумерный клеточный автомат, конструирование web-игр, моделирование правостороннего движения транспорта, технология автоматного программирования с явным выделением состояний, алгоритм Дейкстры.

Kotsyuba A.Yu, Lavrenchuk S.V. About the designer-web-games of various levels of complexity. Means of C++ Builder and using a combination of event-technology and object-oriented programming, a program that creates web-games of various levels of complexity. The software product allows the user on the basis of the scheme constructed roads, and select the settings to create the corresponding dynamic web-page.
Keywords: two-dimensional cellular automaton, construction web-games, modeling right-movement of transport, technology of automats programming of automats with evident allocation of state, Dijkstra's algorithm.

Постановка наукової проблеми та її значення. Не потрібно розповідати як важливо навчитися писати програми, які самі були б здатні створювати програмний код. Дослідження в цьому напрямку триває з часів, коли ще тільки почали створюватися технології програмування. А вирішення цієї проблеми зводиться до формалізації поняття алгоритму. Однією з методик (чи технологій програмування), яка дозволяє це зробити, є, так званий, стиль автоматного програмування з явним виділенням станів. Суть цієї технології полягає у тому, що кожному алгоритму у відповідність можна поставити, наприклад, двовимірний клітинний автомат [1,2], який можна побудувати на основі створеної користувачем схеми доріг. За допомогою такого підходу можна вирішувати цілу низку проблем, пов'язаних, наприклад, з моделюванням правостороннього дорожньо-транспортного руху у динамічній web-сторінці, що дозволяє будувати web-ігри, які б могли б зацікавити найвибагливіших геймерів. Для цього необхідно ще й реалізовувати цілий ряд додаткових можливостей (зокрема, створити функцію за допомогою алгоритму Дейкстри, яка б без застосування складних структур даних, крім довжини найкоротшого шляху, давала ще б й послідовність комірок цього шляху, та інші функції, принцип роботи яких буде описано нижче), розробити дизайн результату тощо. Хоча комп'ютерні ігри і не відносять до серйозного програмного забезпечення, але саме завдяки ним, відбувається стрімкий розвиток комп'ютерних технологій програмування. І найбільш складною задачею у цьому напрямку є проблема створення програм-конструкторів.

Програму-конструктор будемо створювати в середовищі CodeGear RAD Studio C++ Builder 2009. Одержаний результат – web-гру можна буде запускати за допомогою браузерів нових версій Opera та Google Chrome.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У працях [3–6] вивчено основні принципи технології автоматного програмування з явним виділенням станів (ще цю технологію називають подійно-орієнтованим програмуванням (ПОП). Детальніше особливості роботи з середовищем C++ Builder описано в роботах [7–9]. А щодо технології написання скриптів мовою JavaScript, то тут достатнім буде використання джерела [10].

Мета роботи – поєднання можливостей об'єктно- та подійно-орієнтованого стилів програмування та одержання програми-конструктора, яка б створювала динамічні web-сторінки (web-ігри різного рівня складності).

Методи розробки. Було використано технологію ПОП, яка базується на понятті двовимірного клітинного автомата [1,2].

Виклад основного матеріалу дослідження. Робота всього програмного продукту побудована на роботі взаємопов'язаних модулів, кожен з яких відповідає за роботу конкретної частини

© Коцюба А.Ю., Лавренчук С.В.

програмного продукту. Розроблений програмний продукт складається з декількох модулів, кожен з яких виконує певні функції і завдання (рис. 1).

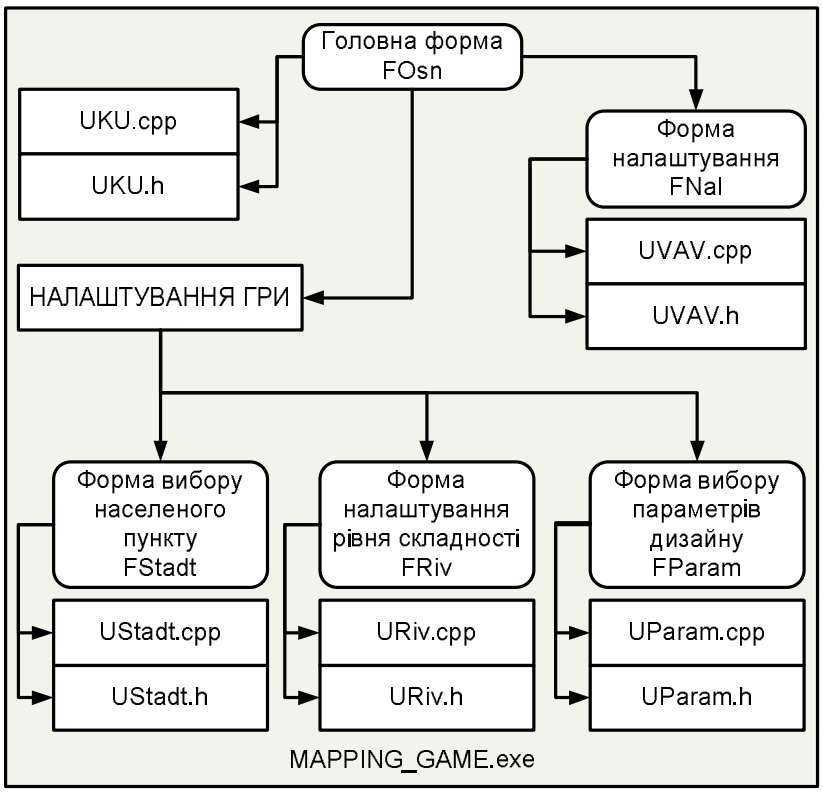


Рис. 1. Схема архітектури програми-конструктора

Програма-конструктор web-ігор різного рівня складності призначена для виконання наступних основних функцій:

- зміни розмірів вертикального та горизонтального зазорів;
- конструювання користувачем довільної схеми доріг;
- виправлення помилок (компіляції) при створенні файлу-результату;
- вибору населеного із уже запрограмованого переліку назви населеного пункту та номеру гри, пов'язаного з ним (останній вибір дає можливість для деякого населеного пункту створювати 999 варіантів ігор);
- налаштування різних параметрів гри, що дозволяє керувати рівнем складності;
- вибору параметрів, за допомогою яких можна змінювати дизайн отриманої web-сторінки тощо.

Для виконання вищевказаних функцій служать наступні основні алгоритми:

- алгоритм конструювання схеми доріг;
- алгоритм автоматичного збереження проміжного результату конструювання схеми в txt-файл в папці History, яка автоматично знищується після виходу із програми;
- алгоритм збереження користувачем результату конструювання в txt-файл;
- алгоритм зчитування з txt-файлу та формування відповідної схеми доріг;
- алгоритм вирівнювання;
- алгоритм пошуку помилок;
- алгоритм побудови web-файлу (даний алгоритм є досить громіздким і містить у собі велику кількість підалгоритмів, детально про які розповімо далі) тощо.

Перераховувати та описувати роботу всіх процедур та функцій не будемо, оскільки цей опис буде досить об'ємним. Достатньо сказати, що розроблений програмний продукт складається з 5-ти модулів (це очевидно з рис. 1) та з 92-х побудованих функцій та процедур. Покажемо скорочену схему алгоритму роботи програми (рис. 2).

© Коцюба А.Ю., Лавренчук С.В.

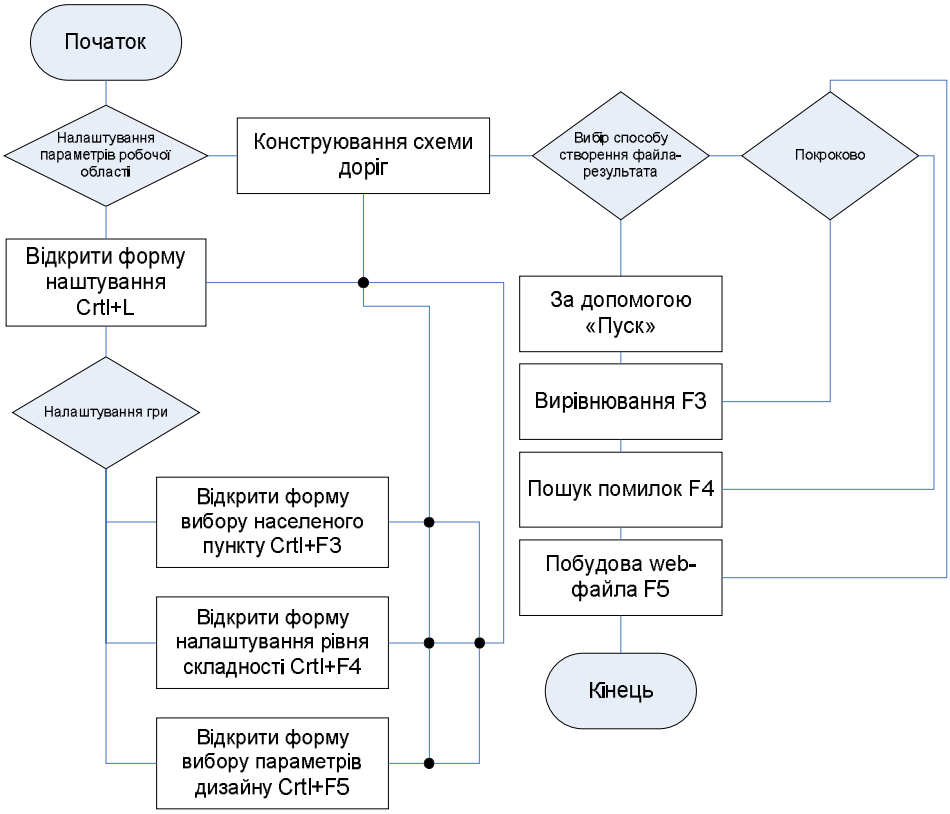


Рис. 2. Схема алгоритму роботи програми

Детальніше функціональні можливості та правила користування розробленою програмою-конструктором покажемо на прикладі побудови конкретної web-гри. Для цього спочатку побудуємо схему доріг, що зображена на рис. 3.

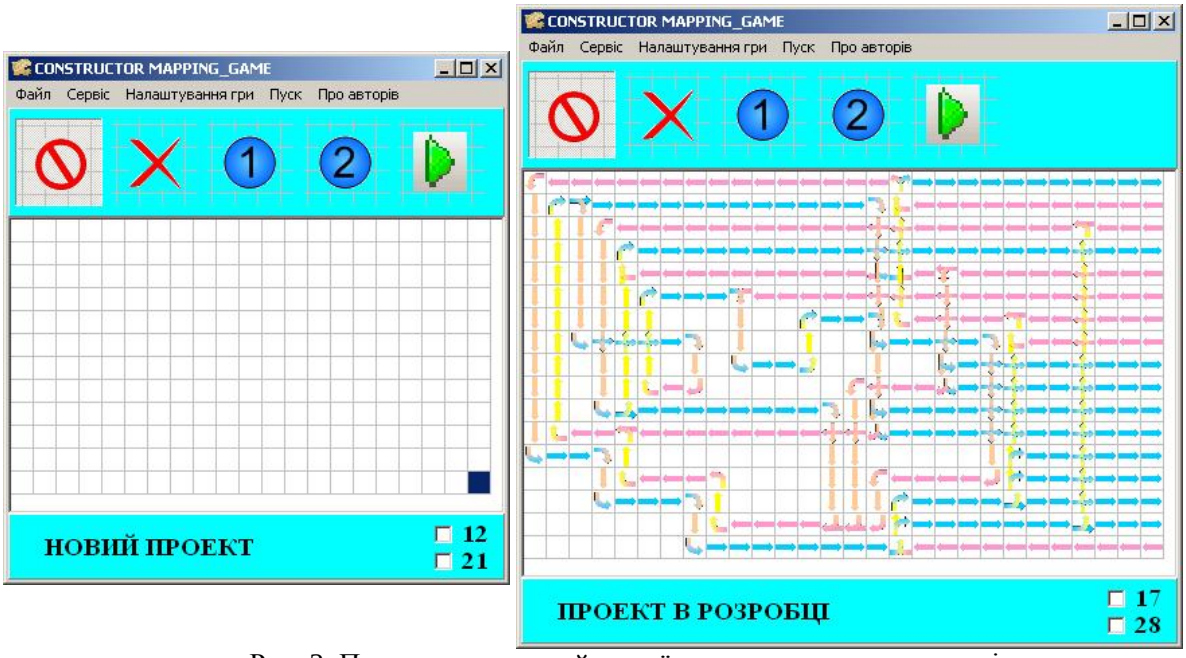


Рис. 3. Приклад, сконструйованої користувачем, схеми доріг

Зауважимо, що з даного рисунку видно, як у стрічці стану перший підпис "НОВИЙ ПРОЕКТ" замінився другим підписом "ПРОЕКТ В РОЗРОБЦІ". Надалі будемо слідкувати за цими підписами та нумерувати їх (це важливо).

Коли схема доріг сконструйована, то її можна зберегти у txt-файл. Крім цього, в процесі конструювання створюється папка History з проміжними txt-файлами. Це дає можливість рятувати

© Коцюба А.Ю., Лавренчук С.В.

втрачену роботу, оскільки, крім збереження, ми можемо робити за допомогою відкриття не обхідного файлу ще й завантаження схеми. Зауважимо лише, що папка History знищується автоматично після виходу з програми і, що ми завжди можемо розпочати роботу "з нуля". Всі ці можливості реалізовуються за допомогою головного меню "Файл" (рис. 4).

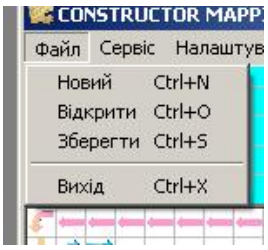


Рис. 4. Функціональні можливості головного меню "Файл"

Головне меню "Сервіс" та відповідне діалогове вікно "Налаштування" (рис. 5) дозволяє змінювати розміри вертикального та горизонтального зазорів. Це необхідно, щоб у різних версіях ОС Windows можна було забрати горизонтальну та вертикальну лінії прокрутки у робочому полі, тобто біля сітки, на якій відбувається конструювання схеми доріг.

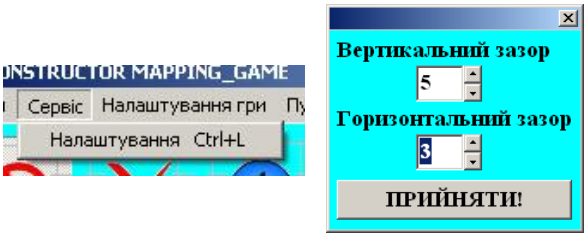


Рис. 5. Функціональні можливості головного меню "Сервіс" та вигляд діалогового вікна "Налаштування"

Як видно зі схеми алгоритму роботи програми (рис. 2), далі роботу можна виконувати двояко:

- по-перше, за допомогою функціональних можливостей головного меню "Налаштування гри" (рис. 6) змінювати ці налаштування і, тим самим, робити web-гру такою, якою захочемо;
- по-друге, можна відразу перейти до створення web-сторінки з налаштуваннями за замовчуванням.

Рис. 6. Функціональні можливості головного меню "Налаштування гри"

Очевидно, що для опису всіх етапів роботи з програмою необхідно, навчитися працювати зі всіма наведеними на цьому рисунку діалоговими вікнами. Зробимо це у вигляді порівняння налаштувань за замовчуванням зі зміненими налаштуваннями та роз'яснення всіх цих змін. Почнемо з діалогового вікна "Населений пункт" (рис. 7).

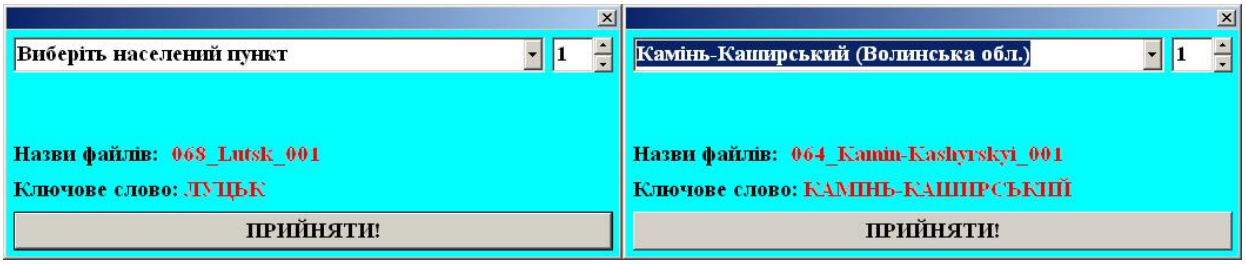


Рис. 7. Принцип роботи з діалоговим вікном "Населений пункт"

© Коцюба А.Ю., Лавренчук С.В.

До зображеного на цьому рисунку вибору населеного пункту слід добавити ще те, що можна змінювати і номер гри (після назви пункту). Як видно, кожен населений пункт індетифікується спеціальним номером (перед назвою пункту). Для чого це? Щоб уникнути проблем, які можуть виникнути з населеними пунктами, що мають однакову назву.

Далі покажемо, як працювати з діалоговим вікном "Рівень складності" (рис. 8).

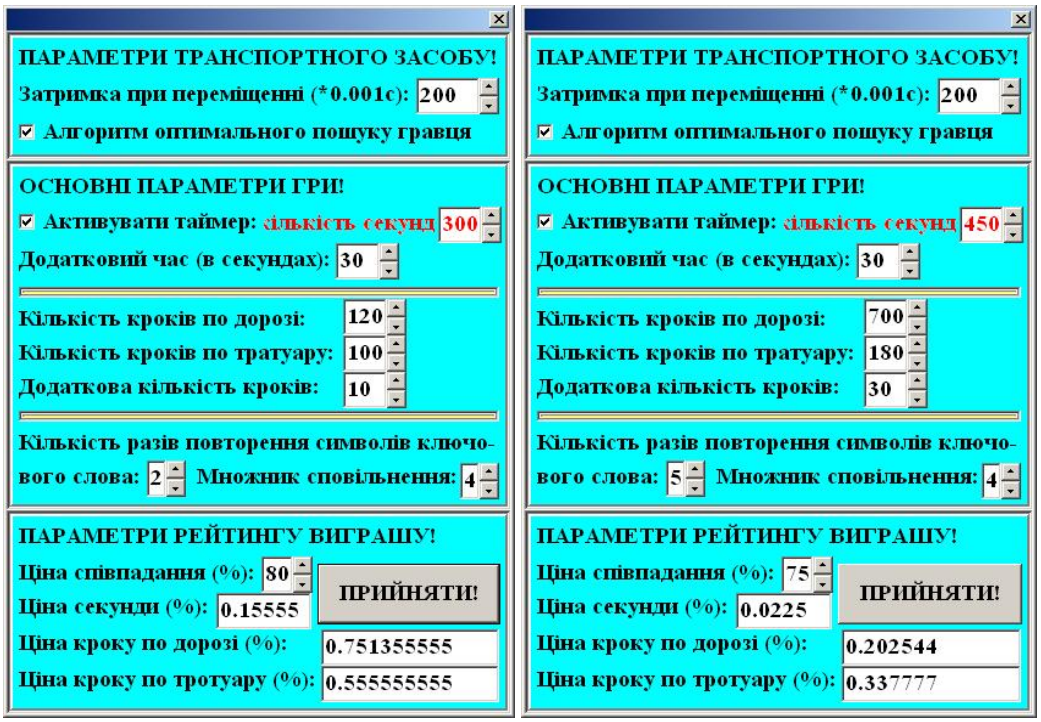


Рис. 8. Принцип роботи з діалоговим вікном "Рівень складності"

Отже, затримку при переміщенні транспортного засобу (ТЗ) не змінимо і залишимо її рівною *0.2* секунди. Щодо алгоритму пошуку найкоротшого маршруту від ТЗ до гравця, який взяв символ, то його також вимикати не будемо. У таймері встановимо *450* секунд. Якщо вимкнути активацію таймера, то автоматично зникає можливість встановлення кількості секунд. Додатковий час в секундах залишаємо також незмінним. Він впливає на додаткові можливості, пов'язані часом, а саме: добавляння додаткового часу, уповільнення ТЗ на додатковий час та зникнення ТЗ на додатковий час. Залежно від необхідності цю характеристику можна змінювати.

Зауважимо, що відміна активації, чи таймера, чи алгоритму оптимального пошуку гравця, допомагає значно скоротити html-файл-результат: (в коді автоматично зникають зайві функції та змінні).

Ще можна впливати на кількість кроків по дорозі та по тротуару. Як видно, з рис. 8, першу кількість було змінено на *700*, а другу – на *180*.

А зараз коротко пояснимо основні правила гри, які далі допоможуть при роз'ясненні параметрів у вищевказаному діалоговому вікні:

- гра полягає у тому, що гравець при збиранні усіх символів ключового слова (які можуть мати кратність, тобто зустрічатися певну кількість разів, не рахуючи кількості повторень у ключовому слові) повинен використати кількість кроків, не більше, ніж вказано, якщо не планує використовувати відповідні додаткові можливості;
- аналогічно з активованим таймером;
- якщо якась характеристика вичерпується, то гра автоматично завершується програшем та нульовим рейтингом;
- аналогічно відбувається, коли гравця збиває ТЗ;
- хоча гравець і може застосовувати додаткові можливості, у разі виграшу, додаткові секунди, та кроки на рейтинг не впливають, а в разі залишку вплив є, і ним можемо керувати;
- клавішею "1" можна вмикати паузу та підказку, якщо вона активована;
- крім цього, є ще одна допомога, яку ніхто не вимкне: як тільки гравець підібрав символ і бачить, що ТЗ наближається, то нехай залишається на місці і не активує підказку (чи паузу).

© Коцюба А.Ю., Лавренчук С.В.

Після вищеописаних правил очевидно, що кількість разів повторення символів ключового слова це кратність символів, про яку вже було сказано, змінюємо її з *2* на *5*. Множник сповільнення *4* означає, що при виборі додаткової можливості сповільнення ТЗ на додаткову кількість секунд, ТЗ на протязі 30 секунд буде рухатися із затримкою при переміщенні $0.2 \cdot 4 = 0.8$ секунд.

Щодо налаштування параметрів рейтингу виграшу, то тут важливо вміти так підбирати значення, щоб гравець не обманював. Роз'яснимо детальніше, що це означає. Нехай, необхідно сконструювати гру таку, щоб користувачу було вигідно збирати символи по-порядку, тоді необхідно встановити високу ціну співпадіння і низькі ціни на та кроки та секунди, що залишилися. І навпаки, якщо хочемо, щоб користувачу не вигідно було збирати символи по порядку. А тепер, найскладніше, як зробити, щоб ці вигоди були однакові – лише підбором і багаторазовим тестуванням гри. Внесені зміни на ціни дозволяють урівноважити ці вигоди. Оскільки символи на дорозі весь час перемішуються, а на тротуарі, дуже часто зливаються з фоном, залишається побажати гравцю удачі і уважності.

Далі покажемо, як працювати з діалоговим вікном "Параметри дизайну" (рис. 9).

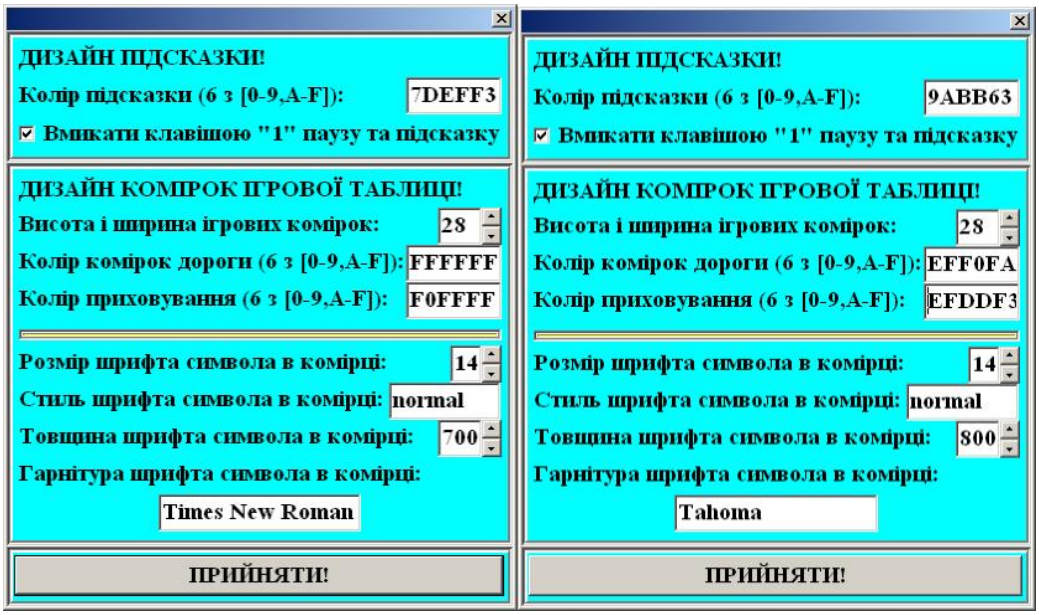


Рис. 9. Принцип роботи з діалоговим вікном "Параметри дизайну"

У лівій формі на цьому рисунку показані параметри за замовчуванням, у правій формі – внесені зміни. Зробимо деякі роз'яснення з приводу внесених змін.

При наведенні курсором на кнопки з додатковими можливостями та на комірки, у яких подаються кількості кроків та секунд, що залишилися, випливає вікно з підказкою. При відведенні курсору або при натисканні на кнопку ця підказка зникає. Є можливість змінювати колір її фону (тільки необхідно це робити так, щоб колір фону не зливався з чорним кольором підпису у цій підказці). Тут також можна вирішувати, дозволяти користувачу робити паузу та підказку за допомогою клавіші "1", чи ні. До вищесказаного необхідно ще добавити, якщо у рейтингу є відсотки, що нараховані за "співпадіння", то виклик підказки призводить до зменшення їх на *1%*. Це не завжди можна побачити, бо у разі, коли рейтинг перевищує *100%*, то у лівій частині стрічки стану, що у грі, все одно залишається підпис "100%" (*100%* – максимум рейтингу). Щодо висоти та ширини комірок ігрової комірки, то її необхідно узгоджувати параметрами шрифту символів (у наведених змінах все узгоджено) тому, що якщо комірці необхідно розтягуватися для того, щоб уміщати в собі символ ключового слова, то, у разі, коли у відповідному рядку і (або) стовпці зникають символи, комірка буде стягуватися до початкових розмірів, і у зв'язку з постійним перемішуванням символів на дорозі (коли ТЗ наїжджає на символ, то він там зникає і з'являється випадковим чином у іншому вільному від символу місці на дорозі) ці скачки зовсім не сприяють якості дизайну гри.

Будемо вважати, що у "Налаштування гри" необхідні зміни внесено. Тепер залишається лише натиснути кнопку . Як видно зі схеми роботи алгоритму це натиснення рівносильне покроковій реалізації опцій головного меню "Пуск" (рис. 10).

© Коцюба А.Ю., Лавренчук С.В.

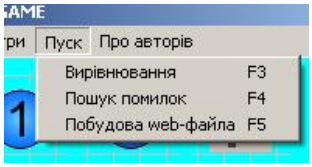


Рис. 10. Функціональні можливості головного меню "Пуск"

І хоча можна замість натискання на кнопку "Пуск" звернутися до опцій головного меню "Пуск" необхідно зважати на те, що у довільному порядку ці опції натискати не потрібно, оскільки вони повинні виконуватися по-порядку. З вищесказаного відомими є назви 2-х перших станів, або підписів у стрічці стану. Розглянемо наступні стани: 3-й стан має назву "ПРОЕКТ ВИРІВНЯНО", 4-й стан має назву "ПРОЕКТ КОМПІЛЮЄТЬСЯ", 5-й стан має назву "ПРОЕКТ ВІДКОМПІЛЬОВАНО", 6-й стан має назву "WEB-ФАЙЛ СТВОРЮЄТЬСЯ" і останній – 7-й стан має назву "WEB-ФАЙЛ СТВОРЕНО". І хоча вирівнювання можна і не робити, перед побудовою web-файлу, якщо проект не був відкомпільованим, то компіляція запускається автоматично.

Тепер детальніше зупинимося на вище описаних поняттях. Що таке компіляція у розумінні розробленого програмного продукту. Мета компілятора не допустити побудову web-сторінки, на якій через помилку конструктора ТЗ раптом перестане рухатися. По ідеї рух повинен бути безперервним до тих пір, доки користувач не зупинить ТЗ. І основна ідея пошуку помилок полягає у тому, щоб у суміжних клітинках, напрямки відповідних входу і виходу співпадали: наприклад, випадок призведе до появи повідомлення про помилку (рис. 11), при цьому ця помилка, буде автоматично виправлена на .

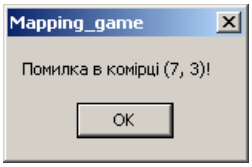


Рис. 11. Повідомлення про помилку

При цьому не завжди компілятор робить автоматичне виправлення помилок, і якщо робить то воно не завжди повністю правильне. У такому випадку необхідно натиснути кнопку і увімкнути режим "Правка". У цьому режимі за замовчуванням відбувається заміна вмісту комірок, по яких рухаємося, на порожність, тобто відбувається стирання. Якщо застосовувати контекстне меню, то можна вибирати на що будемо замінювати вміст у комірок, по яких рухаємося. Залишається лише додати те, що за допомогою натиснення на кнопки і та руху стрілками по комірках робочої області формуються дороги з одностороннім та правим двостороннім рухом.

Нехай "ПРОЕКТ ВІДКОМПІЛЬВАНО". Почнемо процес побудови web-файлу. Якщо схема доріг є замкненою, то перед створенням файлу, з'являється лише одне повідомлення (рис. 12).

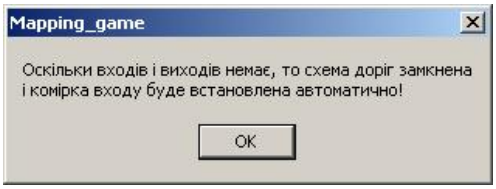


Рис. 12. Повідомлення про замкненість схеми доріг

Далі продовжимо роботу зі схемою доріг (рис. 3). Після включення опції "Побудова web-файлу" з'являться повідомлення використання входів як початкових (рис. 13). Використаємо всі входи.

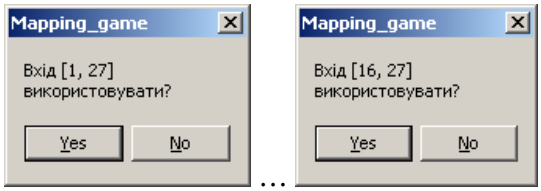


Рис. 13. Повідомлення про використання входів як початкових

© Коцюба А.Ю., Лавренчук С.В.

Зауважимо, якщо ми хотітимемо використовувати усі входи, то про останній вхід програма навіть не запитуватиме, оскільки необхідно, щоб був хоча б *1* початковий вхід.

Далі у програмі необхідно встановити усі зв'язки між виходами та входами (рис. 14). Аналогічно, і у попередньому випадку, в програмі передбачено, що кожному виходу повинен відповідати хоча б *1* вхід.

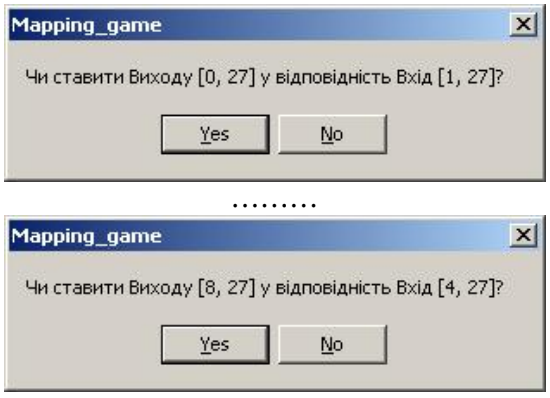


Рис. 14. Повідомлення про використання входів як початкових

Результатом одержаного розв'язку буде поява в папці, де знаходиться exe-файл даної програми, папки з назвою REZULTAT. При цьому, якщо, у папці уже була папка з назвою REZULTAT, то вона буде перейменована на REZULTAT_(-1). Аналогічно відбувається, якщо у папці з exe-файлом уже є і папка з назвою REZULTAT, і папка з назвою REZULTAT_(-1) (рис. 15).

Рис. 15. Створення папки REZULTAT

В цій папці автоматично будуть створені файли 0.jpg і 064_Kamin-Kashyrskyi_001.html. Якщо не закриваючи програму захочемо змінити гру з такою ж назвою, достатнього розпочати "НОВИЙ ПРОЕКТ" зробити необхідні зміни (при цьому не забути ще раз зробити аналогічні наштування в діалоговому вікні "Населений пункт") і натиснути на кнопку . У разі, коли у новому проекті змінюються налаштування в діалоговому вікні "Населений пункт", то у папці REZULTAT, з'явиться ще один файл. І для остаточного завершення роботи, залишається в одержаній папці створити папку PHOTO, і розмістити в ній файл для фону 064_Kamin-Kashyrskyi_001.jpg (рис. 16).

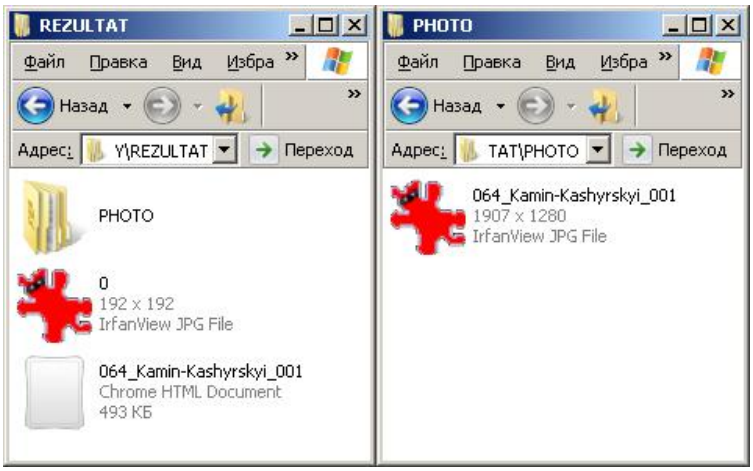


Рис. 16. Розташування отриманих та добавлених файлів, для ефективної роботи web-гри

© Коцюба А.Ю., Лавренчук С.В.

Покажемо, як виглядає кінцевий результат – web-гра в процесі (рис. 17).

Рис. 17. Вигляд кінцевого результату – web-гри в процесі

Повний код одержаного html-файлу складається з *7880* рядків, а його об'єм сягає *493* КБ.

Висновки. Аналізуючи вище викладене можна констатувати, що поєднання технологій автоматного програмування з явним виділенням станів та об'єктно-орієнтованого програмування повністю себе виправдовує як технологія створення динамічних web-сторінок. А це в свою чергу дає наступні переваги:

- по-перше, використання розробленої програми для конструювання вищеописаного класу web-ігор дозволяє значно зменшити об'єм роботи (а відповідно і затрачений на цю роботу час);
- по-друге, можна створювати такі програми не лише для конструювання ігор, а і для інших динамічних web-ресурсів, за допомогою яких можна досліджувати різні фізичні, хімічні та ін. процеси (наприклад, використовуючи подібну логіку можна моделювати різну топологію комп'ютерних мереж та досліджувати їх поведінку);
- по-третє, розробка подібних програм-конструкторів суттєво може допомогти у розробці та наповненні контенту якогось спеціалізованого web-сайту.

1. Капітонова Ю.В. Основи дискретної математики / Ю.В Капітонова, С.Л Кривий, О.А Летичевський та ін. – Київ : "Наукова думка", 2002. – 580 с.
2. Коцюба А.Ю. Застосування двовимірних клітинних автоматів в моделюванні правостороннього руху транспортного засобу по створеній користувачем схемі доріг // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – Луцьк, 2014. – Вип. 15. – С. 94-98.
3. Непейвода Н.Н. Стили и методы программирования / Н.Н. Непейвода. – М. : ИНТУИТ.РУ "Интернет-университет Информационных Технологий", 2005. – 320 с.
4. Поликарпова Н.И. Автоматное программирование / Н.И. Поликарпова, А.А. Шалыто. – СПб. : "Питер", 2009. – 420 с.
5. Nagel K. A cellular automaton model for freeway traffic / K. Nagel, M. Schreckenberg // J. Physique I France. – 1992, vol. 2 – P. 2221-2229.
6. http://is.ifmo.ru: сайт по автоматному программированию и мотивации к творчеству // Кафедра "Технологии программирования" Санкт-петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики.
7. Архангельский А.Я. Программирование в C++ Builder / А. Я. Архангельский. – М.: ООО "Бином-Пресс", 2010. – 896 с.
8. Архангельский А.Я. Язык C++ в C++ Builder. Справочное и методическое пособие / А. Я. Архангельский. – М: "Бином", 2007. – 1012 с.
9. Пахомов Б. Самоучитель C/C++ и C++ Builder 2007 / Б. Пахомов. – Санкт-Петербург: "БХВ Петербург", 2008. – 672 с.
10. Флэнаган Д. JavaScript. Подробное руководство / Д. Флэнаган. – СПб. : "Символ-Плюс", 2008. – 992 с.

© Коцюба А.Ю., Лавренчук С.В.

УДК 004.773
Лавренчук С.В., Кисельов Д.В.
Луцький національний технічний університет

СОЦІАЛЬНА МЕРЕЖА З МОЖЛИВІСТЮ ВІДСТЕЖЕННЯ КОРИСТУВАЧІВ ЗАСОБАМИ БІБЛІОТЕКИ GOOGLE MAPS API

Лавренчук С.В, Кисельов Д.В. Соціальна мережа з можливістю відстеження користувачів засобами бібліотеки Google Maps API. В роботі проаналізовано історію розвитку соціальних мереж. Розглядаються засоби для створення соціальної мережі з можливістю відображення користувачів на карті Google Maps. Використано сучасні технології для створення професійного сайту.
Ключові слова: соціальна мережа, Google Maps, сайт, веб-технології, PHP, JavaScript, JQuery.

Лавренчук С.В, Киселев Д.В. Социальная сеть с возможностью отслеживания пользователей средствами библиотеки Google Maps APE. В работе проанализирована история развития социальных сетей. Рассматриваются средства для создания социальной сети с возможностью отображения пользователей на карте Google Maps. Использованы современные технологии для создания профессионального сайта.
Ключевые слова: социальная сеть, Google Maps, сайт, веб-технологии, PHP, JavaScript, JQuery.

Lavrenchuk S.V., Kiselev D.V A social network with the ability to track users by means Google Maps library API. The history of social networking is analyzed at the paper. We consider the tools to create a social network users with the ability to display on the map Google Maps. Modern technologies to create a professional website are used.
Keywords: social network, Google Maps, website, web technologies, PHP, JavaScript, JQuery.

Постановка задачі та її актуальність. Соціальні мережі вже давно здобули велику популярність серед інтернет-користувачів. Люди проводять досить багато часу, спілкуючись один з одним, обмінюючись фото-, відео- та іншою інформацією з друзями, родичами та знайомими. Соціальні мережі дозволяють спілкуватися з людьми з різних куточків світу.

Соціальні мережі дають можливість майже миттєво з'єднатися з потрібною нам людиною, дізнатися про неї більше, виходячи з інформації, яку вона подає про себе. Ми можемо знаходити нових друзів ввівши спільні інтереси і вподобання в фільтр для пошуку, проте хотілось би ще й знати місцезнаходження співрозмовника, що дозволило б нам винести наше спілкування з віртуального простору в реальність. Саме тому питання позиціонування користувача соціальної мережі є досить актуальним.

Соціальна мережа з визначенням місцезнаходження користувачів дозволить знайти нових друзів у великому місті, об'єднуватися людям за інтересами, стати згуртованішими, проводити сумісні заняття спортом, бізнесом тощо.

Аналіз останніх досліджень. Передумовою створення соціальних мереж було створення теорії про соціальні мережі. Основоположниками цієї теорії стали в 1951 році Рей Соломонофф і Анатоль Рапопорт [1]. В 1959-1968 з'являються статті угорських математиків Поля Ердос (Paul Erdos) і Альфреда Рен`ї (Alfred Renyi). У статтях були викладені принципи формування соціальних мереж як таких. Сам же термін «соціальна мережа» був введений в 1954 році Джеймсом Барнсом, соціологом з «Манчестерскої школи», в роботі «Класи і збори в норвезькому острівному приході», яка увійшла до збірки «Людські відносини» [2].

Згідно з визначенням Дж. Барнса, соціальна мережа – це соціальна структура, що складається з групи вузлів, якими є соціальні об'єкти (люди або організації), і зв'язків між ними (соціальних взаємин). Тобто це група знайомих людей, де сама людина є центром, а її знайомі гілками.

В кінці 60-х Дункан Уоттс (Duncan J. Watts) і Стівен Строгача (Steven H. Strogatz) представили математичну теорію розвитку соціальних мереж, а також ввели поняття коефіцієнта кластеризації (clustering coefficient), тобто ступеня близькості між неоднорідними групами [3].

Таким чином, до 70-х років сформувався повний і остаточний комплекс соціологічних і математичних досліджень, який і став науковим фундаментом статистики та аналізу соціальних мереж.

Подальшу історію розвитку соціальних мереж наведено в таблиці 1.

© Лавренчук С.В., Кисельов Д.В.

Таблиця 1. Історія розвитку соціальних мереж

Рік	Подія	Примітка
1971	Технологія електронної пошти	Використовувалася військовими в мережі ARPA Net
1988	Технологія «IRC», тобто інтернет-чат	Розробник – 20-річний фінський студент Йаркко Ойкарінен
1991	Інтернет став публічним	Завдяки британському вченому Тіму Бернерс-Лі
1995	Сайт Classmates.com	Спочатку на сайті користувачі могли тільки бачити список навчальних закладів, і хто вчився в них
1996	Інтернет-пейджер ICQ	Створений командою старшокласників з Тель-Авіва: Арік Варді, Яір Голдфингер, Сефі Вігісер і Амнон Амір
1999	QQ	Сервіс миттєвих повідомлень
	Blackplanet	Онлайн-спільнота
	Cyworld	Форум
18 березня 1999	Livejournal (Живий Журнал або, просто, ЖЖ)	Розробник Бред Фіцпатрік; сервіс вперше надав можливість створювати спільноти і вести в них спілкування (у вигляді блогів)
2001	Ryze	Ресурс для пошуку ділових контактів
2002	Сайт знайомств Friendster	Автор – Джонатан Абрамс
2003	LinkedIn	Для пошуку ділових контактів
	MySpace	У 2006 році – найпопулярніша соціальна мережа в усьому світі
2004	aSmallWorld	Доступ тільки за запрошенням
	Piczo; Dogster; Facebook; Mixi; Multiply; Dodgeball	Один з найбільш знакових та врожайних років
2006	Вконтакте; Одноклассники	Одноклассники стали популярними за рахунок дуже активної реклами. «Вконтакте» розвивалась як студентська спільнота

Якщо такі проекти як Яндекс, Mail.ru, Rambler, були засновані в 90-ті роки, то Вконтакте і Одноклассники в 2006. Одноклассники швидко набрали популярність за рахунок дуже активної реклами. А популярність «Вконтакте» залишається для багатьох загадкою – вони майже не займалися рекламою свого ресурсу [5].

В даний час найпопулярнішою в світі є соціальна мережа фейсбук (рис. 1) [6], яка домінує в 127 країнах світу [9], що стосується України, то тут поки найпопулярнішою є мережа ВКонтакте, проте вона втрачає свою аудиторію: ще в липні 2013 р. 37 % сторінок, переглянутих українськими користувачами соцмереж, припадало на сервіс «ВКонтакте», а в 2014 році – 21,9 %. Менш активними стали і українські користувачі «Одноклассників». Влітку 2014 року на них припадало 10 % переглянутих сторінок в соцмережах, а зараз - 3,6 %[7]. Все більшої популярності в Україні набуває фейсбук.

В 2009 році Денніс Кроулі та Навін Сельвадурай запустили Foursquare (скорочено: 4sq) – соціальну мережу з функцією геопозиціонування, призначену для роботи з мобільних пристроїв.

Загальна кількість користувачів foursquare в Україні становить близько 60 000. Лідерами за кількістю користувачів є такі міста: Київ (30470), Одеса (5398), Дніпропетровськ (3918), Харків (3892), Донецьк (2091), Львів (1968).

© Лавренчук С.В., Кисельов Д.В.

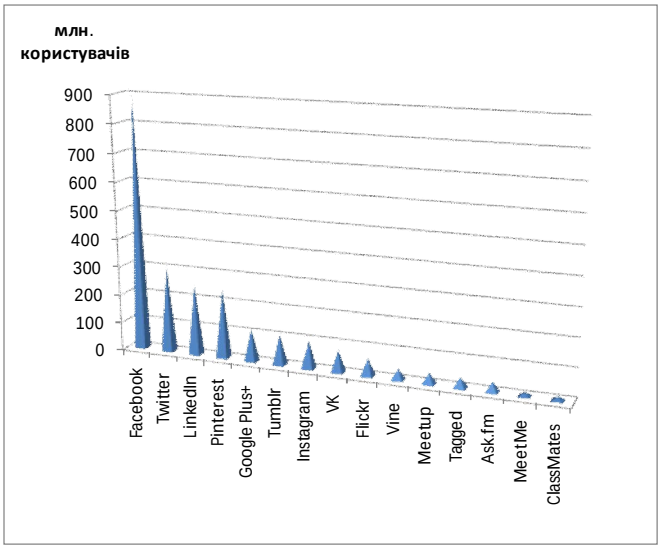


Рис.1. Рейтинг популярності соціальних мереж у світі станом на 1 квітня 2015 року

Метою роботи є створення власної соціальної мережі з можливістю визначення місцезнаходження користувачів.

Матеріали і методи. Мапи Google (англ. Google Maps) — набір додатків, побудованих на основі безкоштовного картографічного сервісу і технологій, які надає компанія Google. Сервіс являє собою карту та супутникові знімки всього світу. З сервісом інтегрований бізнес-довідник і карта автомобільних доріг, з пошуком маршрутів, яка охоплює США, Канаду, Японію, Гонконг, Китай, Великобританію, Ірландію (тільки центри міст) і деякі райони Європи [8].

За основу геолокації використовується бібліотека функцій Google Maps API. Вона дозволяє знаходити користувача Wi-Fi пристрою і визначати його місце положення.

Нижче наведено код програми для підключення карти на сайт:

```
function showMap(position){
//Виводимо на екран карту
var myLatLng = new google.maps.LatLng(position.coords.latitude,position.coords.longitude);
setUserCoords(myLatLng.lat(), myLatLng.lng());
defLatLng = myLatLng;
var mapOptions = {
zoom: 11,
center: myLatLng,
mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP
}
map = new google.maps.Map(document.getElementById("map"), mapOptions);
//Встановлення мітки
myLocationMarker = placeMarker(myLatLng, 'Ваше місцезнаходження!', image);
//Встановлення обробника мітки
addMarkerDescription(myLocationMarker,'На карті цією міткою зображене ваше місцезнаходження!');
//Встановлення мітки по кліку на карті
addMarkerByClick(myLocationMarker);
//Показ міток друзів на карті
showFriendsMarkers();
}
```

Для створення каркасу сторінки використовується мова розмітки HTML та каскадні таблиці стилів CSS, що дозволяє надати нашому сайту потрібного вигляду та форми.

Інтерактивність сайту досягнена використанням JavaScript – це динамічна, об'єктно-орієнтована мова програмування, яка дає можливість користувачу взаємодіяти з браузером,

© Лавренчук С.В., Кисельов Д.В.

асинхронно обмінюватися даними з сервером, а також змінювати структуру та вигляд веб-сторінки. Для розширення можливостей роботи JavaScript використовуються бібліотека JQuery, де реалізовано багато важливих складних функцій. Одна з них – це функція JQuery.ajax(), яка дозволяє асинхронно обмінюватися даними з сервером, не перезавантажуючи усю сторінку, за цією ж технологією проходить написання повідомлень, додавання та видалення з друзів та відображення друзів користувача на карті.

Усі запити із клієнтської частини сайту обробляються на сервері з використанням мови програмування PHP. Її задача – забезпечення зв'язку клієнта із базою даних, а також захист цього зв'язку від ворожих атак. Для зв'язку з базою даних PHP використовує мову запитів до бази даних SQL. В базі даних зберігається інформація про користувачів, їхні паролі, координати останнього місцезнаходження, яке відображається на карті та історія їх переписки.

Інтерфейс розробленої соціальної мережі. Розроблений програмний продукт має інтуїтивно зрозумілий і зручний інтерфейс, стандартні форми реєстрації (рис. 2) та авторизації (рис. 3), головна сторінка (рис. 4) містить карту та розміщених на ній користувачів.

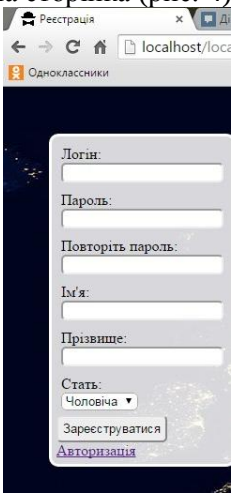


Рис. 2. Форма реєстрації нового користувача

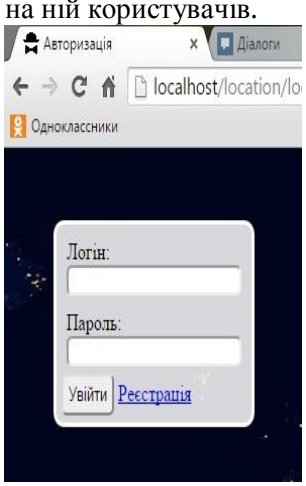


Рис. 3. Авторизація користувача

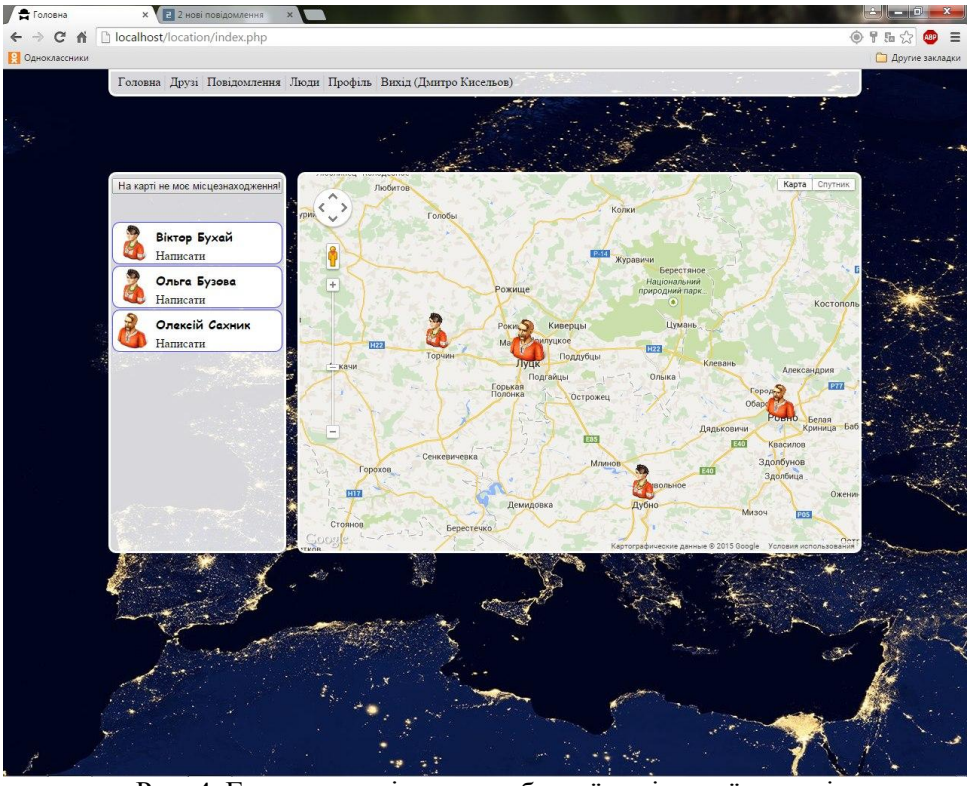


Рис. 4. Головна сторінка розробленої соціальної мережі

© Лавренчук С.В., Кисельов Д.В.

Спілкування в мережі відбувається через обмін повідомленнями, як і в більшості соціальних мереж , є можливість змінювати профіль (рис. 5). Користувач також має змогу самостійно вмикати та вимикати свою видимість на карті.

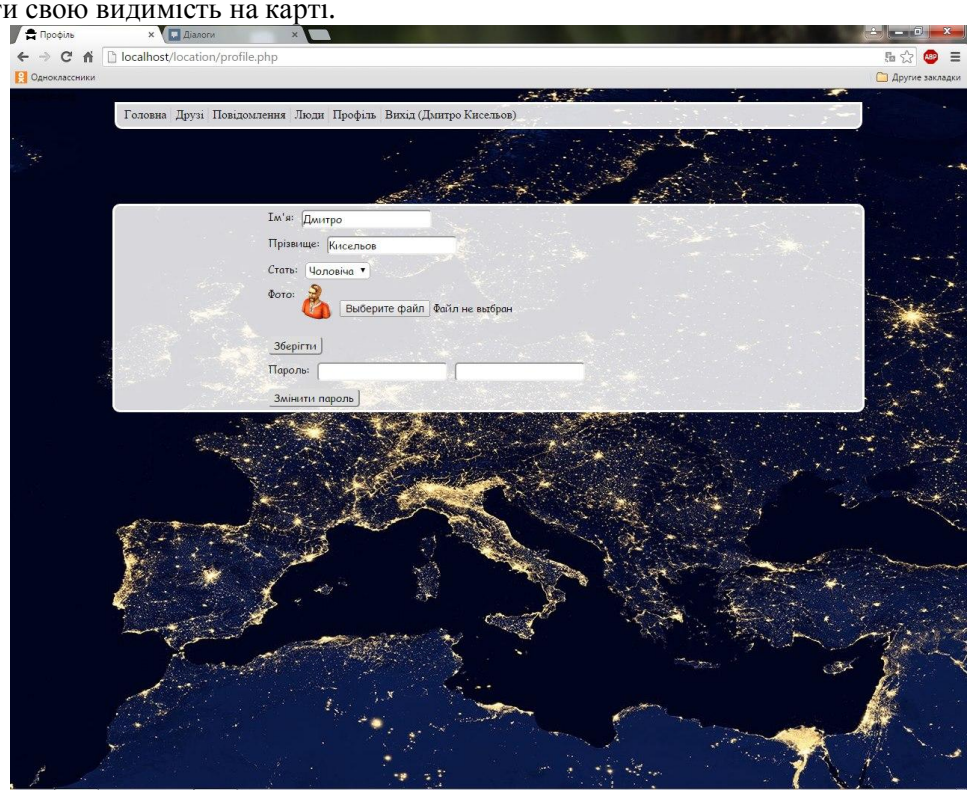


Рис. 5. Налаштування профілю користувача

Висновки. Таким чином для створення успішного сайту із геолокацією необхідно оволодіти таким обов'язковим мінімумом мов та технологій як: HTML, CSS, JavaScript, JQuery, JQuery.ajax(), PHP, SQL, Google Maps API.

Створений сайт можна з легкістю використовувати з комерційною метою, допомагати людям знаходити одне одного та знайомитися, бачити де зараз знаходяться друзі, він може слугувати як помічник для батьків, які можуть відстежувати своїх дітей через інтернет, тощо.

1. Історія терміну «соціальна мережа» [електронний ресурс]. – режим доступу: http://www.socialnetwork.com.ua/2012/07/istoriya-terminu-sotsialna-merezha/
2. Початок сучасної теорії соціальних мереж [електронний ресурс]. – режим доступу: http://lime-tele.com/history_theory1.html
3. История возникновения и развития социальных сетей [електронний ресурс]. – режим доступу: http://miolaweb.ru/biznes-uroki/istoriya-vozniknoveniya-i-razvitiya-socialnyx-setej/
4. Світ тісний [електронний ресурс]. – режим доступу: http://uk.wikipedia.org/wiki/ Світ_тісний
5. История социальной сети ВКонтакте [електронний ресурс]. – режим доступу: http://www.iliba.ru/history/index.htm
6. Top 15 Most Popular Social Networking Sites | April 2015 [електронний ресурс]. – режим доступу: http://www.ebizmba.com/articles/social-networking-websites
7. Російські соціальні мережі втрачають популярність в Україні [електронний ресурс]. – режим доступу: http://www.unian.ua/science/945549-rosiyski-sotsialni-mereji-vtrachayut-populyarnist-v-ukrajini.html
8. Google Maps [електронний ресурс]. – режим доступу: http://uk.wikipedia.org/wiki/ Google_Maps
9. Соціальні мережі як чинник розвитку громадянського суспільства: [монографія]/ [О.С. Онищенко, В.М. Горовий, В.І. Попик та ін.]; НАН України, Нац. б-ка України ім. В.І. Вернадського. – К., 2013. – 220 с.

© Лавренчук С.В., Кисельов Д.В.

УДК 004.254:004.052(045)
Мельник В.М. к.т.н., Мельник К.В. к.т.н., Жигаревич О.К. асистент, Шклярський Б.М.
Луцький національний технічний університет

ПІДТРИМКА ОГОЛОШЕНОЇ/ВСТАНОВЛЕНОЇ КОМУНІКАЦІЇ В МЕРЕЖІ ЧЕРЕЗ СТАНДАРТНІ СОКЕТИ API

Мельник В.М., Мельник К.В., Жигаревич О.К., Шклярський Б.М. Підтримка оголошеної/встановленої комунікації в мережі через стандартні сокети API. В той час як адресно-орієнтовані датаграми і надійний потік послуг, що підтримуються UDP- і TCP-протоколами є основою розподілених обчислень, інші форми комунікації все більше використовуються для побудови сучасних систем і додатків. Популярною альтернативою датаграм і потоків є зв'язок на основі парадигми оголошення/встановлення (О/В) або публікації/підписки, де пересилання повідомлень і їх прийом замість адресних звернень здійснюється на основі заголовку або змістового опису. Кілька проміжних систем були побудовані для підтримки подібної форми комунікації, на вершині API сокета. Беручи інший підхід, здійснюється обговорення, як О/В мережі можуть підтримуватися за допомогою сокетів API, так що це може служити в якості універсального інтерфейсу для підтримки різних комунікаційних форм. На кінецьв роботі вводиться нове сімейство адресації та розширюється семантика обраних сокетних примітивів для здійснення підтримки О/В функцій. Також описується підтвердження концепції реалізації пропонованих сокетних розширень, в якому подаються два протоколи для цього випадку і О/В-зв'язку на основі інфраструктури, відповідно.

Ключові слова: сокети, мереже вапідтримка програм, оголошений/встановлений зв'язок, інформаційно-централізовані мережі, узагальнене програмування інтерфейсів.

Мельник В.М., Мельник Е.В., Жигаревич О.К., Шклярский Б.М. Поддержка объявленной/установленной коммуникации в сети через стандартне сокеты API. В то время как адресно-ориентированные датаграммы и надежный поток услуг, поддерживаемых UDP- и TCP-протоколами является основой распределенных вычислений, другие формы коммуникации все больше используются для построения современных систем и приложений. Популярной альтернативой датаграмм и потоков есть связь на основании парадигмы объявления/установки (О/У) или публикации/подписки, где пересылки сообщений и их прием вместо адресных обращений осуществляются на основе заголовка или содержательного описания. Несколько промежуточных систем были построены для поддержки подобной формы коммуникации, на вершине API сокета. Принимая другой подход, осуществляется обсуждение, как О/У сети могут поддерживаться с помощью сокетов API, так что это может служить в качестве универсального интерфейса для поддержки различных коммуникационных форм. На конец в работе вводится новое семейство адресации и расширяется семантика избранных сокетных примитивов для осуществления поддержки О/У функций. Также описывается подтверждение концепции реализации предлагаемых сокетных расширений, в которых подаются два протокола для этого случая и О/У-связи на основе инфраструктуры, соответственно.

Ключевые слова: сокеты, сетевая поддержка программ, объявленная/установленная связь, информационно-централизованные сети, обобщенное программирование интерфейсов.

Melnyk V.M., , Melnik K.V., Zhyharevych O.K., Shklyarskyy B.M. Support of the declared/set communication is in a network through the standard sockets of API. While the address-oriented datagram and reliable stream services supported by the UDP and TCP protocols are the foundation of distributed computing, other forms of communication are increasingly being used to build contemporary systems and applications. A popular alternative to datagram- and stream-based communication is the Publish/Subscribe (P/S) paradigm, where message forwarding and reception is done based on a topic or content descriptions instead of an address. Several middleware systems have been built to support this form of communication, on top of the socket API. Taking a different approach, the discussion is how P/S networking can be supported through the socket API, so that this can serve as a universal interface for supporting different communication abstractions. To this end, there are introduction of a new address family and extend the semantics of selected socket primitives to support P/S functions. In addition, a proof-of-concept implementation of the proposed socket extension is described, which features two protocols for ad-hoc and infrastructure-based P/S communication, respectively

Keywords: sockets, network programming support, publish/subscribe communication, information-centric networking, middleware, generic programming interfaces.

Постановка наукової проблеми. Сокети API були розроблені кілька десятиліть тому назад для того, щоб служити в якості універсального мережевого інтерфейсу для передавачів даних різних технологій і комунікаційних протоколів, що викликається через один і той же набір примітивів.На сьогоднішній день сокети використовуються для створення різних додатків, які зазвичай використовують UDP і TCP протоколи для взаємодії через Інтернет. Фактично, сокет API є, ймовірно, одним з найбільш широко використовуваних програмних інтерфейсів для різних операційних систем і мов програмування.

Значна кількість систем і додатків в наш час зосереджена навколо інформації, яка виробляється та споживається на різних місцезнаходженнях мережевої інфраструктури. В

© Мельник В.М., Мельник К.В., Жигаревич О.К., Шклярський Б.М.

результаті, змістове спілкування поступово стає таким же важливим, як і спілкування на основі адрес. Цей факт був визнаний співтовариством програмістів давним-давно, направляючи на розвиток оголошених/встановлених(О/В) систем[1], де потік повідомлень між вузлами (оверлеями) мережі визначається їх заголовком, а не адресою кінцевих точок, які генерують і споживають ці повідомлення. Заодно, мережева спільнота нещодавно ініціювала кілька науково-дослідницьких напрямків в колі інформаційно-централізованих мереж (ІЦМ) [2], де повідомлення або навіть маршрутизація пакетів і кешування відбувається на основі не адреси комп'ютера, а заголовку [3]. Цікаво відзначити, що О/В також став популярним в області робототехніки [4], в першу чергу через досягнення між різними компонентами складних систем, описаних в даній роботі. Загалом О/В парадигма стає все більш актуальною в ландшафті сучасної обчислювальної техніки.

З точки зору програмної інженерії О/В-функціональність, як правило, забезпечується проміжною системою, яка реалізується на верхньому рівні сокетного інтерфейсу і робить її послуги доступними програмісту-розробнику через власний API. Відомо, кожен такий проміжок на рівні апаратного забезпечення надає (злегка) різні API, з якими прикладний програміст повинен бути ознайомленим. Беручи інший підхід, виникає зацікавленість у вивченні того, як і якою мірою базова О/В-функціональність може бути введена через добре відомий сокетний інтерфейс, повністю на парах з встановленими базовими адресними датаграмами і потоковими побудовами.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Концепція. Ідеї, які розкриваються в роботі показані на рис. 1. Замість О/В функцій, реалізованих поверх сокети, як проміжний компонентний рівень з власним API (рис. 1а), ставиться за мету повторне використання інтерфейсу сокетів в такій міри, поки це буде можливим, і підтримка О/В зв'язку може здійснюватися через нього (рис. 1б). Це узгоджується з призначенням сокета, щоб виконувати роль універсального інтерфейсу для різних мережевих механізмів і протоколів, які відкрито реалізовані в комунікації. Наша мета – розширити "діапазон" сокетної побудови за рахунок включення О/В-функціональності не змінюючи сокетний API.

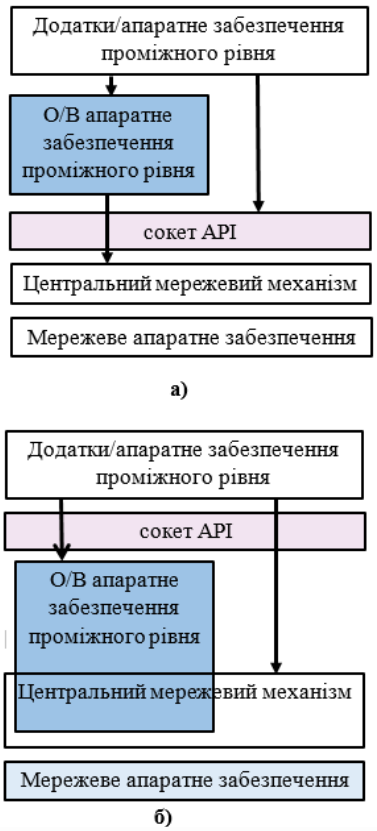


Рис. 1. Надання підтримки О/В мережі (а) на вершині сокета API (б) через/біля сокета API.

© Мельник В.М., Мельник К.В., Жигаревич О.К., Шклярський Б.М.

Є кілька причин, чому цей підхід може мати значення. По-перше, розробники програмного забезпечення можуть скористатися перевагами O/B через відомий сокетний API замість того, щоб вивчати інші можливості апаратного забезпечення, по можливості навіть і специфіку мови чи програмного інтерфейсу. Враховуючи, що більшість, якщо не всі програмісти знайомі з API сокетами, то накладні затрати на навчання написання програм з використанням O/B функцій найімовірніше будуть незначними. По-друге, O/B стає першокласним сервісом, який може бути використаний буквально в тісному поєднанні з послугами UDP і TCP на тому ж рівні побудови і через той же інтерфейс. По-третє, програмісту не потрібно знати, або керувати програмним забезпеченням, реалізованим з O/B функціями.

Звичайно, наявність універсального API для різних базових реалізацій є сьогодні ключовим для багатьох наукових досліджень. Та і програміст також повинен бути в курсі різних операційних семантик для того, щоб знати, як ті чи інші окремі примітиви повинні використовуватися у контексті конкретного базового механізму. Тим не менш, вважається, що сокетна побудова і інтерфейс досить багаті, щоб дозволити досить інтуїтивне відображення O/B функцій існуючих примітивів. Досвід роботи з UDP і TCP сокетами вказує на те, що такі поняття як поліморфізм побудови комунікацій і перевантаження відповідних примітивів є цілком керованими.

Слід відзначити, що рис. 1б являється концептуальним, який виявляє особливий підхід у реалізації O/B функцій через сокетну побудову. У плані реалізації, O/B компонент може бути невід'ємною частиною ядра ОС або модулем, який може бути динамічно завантажений в ОС. Він також може підходити як компонент на рівні користувача встановлений для додатків через IPC, а цей напрям міг би найбільш підходити для мікро-ядерної архітектури.

Сокетні розширення дляO/B

Для підтримки O/B через сонет API необхідно ввести нову схему адресації, яка може використовуватися у поєднанні з вже існуючими примітивами. Також слід розширити семантику цих примітивів відповідно таким чином, щоб охопити ключові O/B-функції, що базуються на основі обміну повідомленнями. У таблиці 1 наведено огляд запропонованого підходу. Надалі докладно будуть розглянуті відповідні сокетні примітиви.

socket()

Сокетний примітив традиційно використовується для створення кінцевої точки для конкретного комунікаційного механізму. Механізм задається через кортеж, що об'єднує бажане сімейство адрес, тип сокета і протокол. Програміст відповідає за комплектування допустимого поєднання, яке підтримується базовою платформою і мережевим стеком.

Щоб створити сокет для O/B-зв'язку, слід вказати адресу сім'ї– AF_PSand,а тип сокетів – SOCK_DGRAM. Також використовувалося спеціальне сімейство адрес, так як O/B працює на основі заголовка, а не машинної адреси. Враховуючи, що O/B зв'язок, як правило, на основі повідомлень і ненадійний, то слід повторно використовувати датаграму типу сокета.

Підтвердження концепції реалізації включає також в себе два протоколи, PS_ADHOC і PS_IFRSTR, виключно для цієї тільки реалізації і інфраструктури на основі O/B відповідно,про що буде описано в наступному розділі.

sockaddr_ps

Як вже згадувалося, O/B-зв'язок заснований на заголовках, які є замість кінцевої адреси вільно обраними програмними додатками. Важливо підкреслити, що заголовки не мають ніякого відношення до мережевої адреси локальної машини. Для підтримки цих різних форм "рішення" вводиться спеціальна структура sockaddr_ps для визначення цього заголовка, яку представлено нижче:

```
structsockaddr_ps
{
sa_family_tfamily; //AF_PS
inttopic_major;
inttopic_minor;
};
```

Дескриптор теми відображає два рівні ієрархічної структури, яка включає основний і другорядний ідентифікатор, що кодуються як цілі числа. Ті ж самі структури даних використовуються при публікації повідомлення за заданим заголовком, також використовуються

для повідомлень встановлення (підпису) та повідомлень отримання по цьому заголовку. Публікації повинні мати повний зміст зазначеної теми, тобто головна і підлегла частини повинні приймати позитивні значення. Для підписки (встановлення), є три варіанти: (1) повна тема (заголовок) уточняється з метою відповідності відповідним публікаціям в точності; (2) вказується лише у головна тема, в той час як підтеми залишаються рівними 0 при невідповідності всіх публікацій головної теми до цих підтем; (3) як головна так і підлеглі теми залишаються рівні 0, щоб порівняти всі видання, які будуть випущені.

Таблиця 1. Примітиви сокетів, що використовуються вО/В мережах

Примітив сокета	**Використання для О/В мереж**
intsocket(intdomain, inttype, intprotocol);	Створює сокет для О/В. Домен повинен бути AF_PS, тип SOCK_DGRAM, і протокол PS_ADHOC або PS_IFRSTR.
intbind(intsockfd, conststructsockaddr *addr, socklen t addrlen));	Додає/видаляє підписку або оголошення по заголовку (темі). Тема, зазначена в параметрі *add*з використанням структури *sockaddr_ps* та *addrlen*, встановлених відповідно.
intconnect(intsockfd, conststructsockaddr *addr, socklen t addrlen));	Асоціює з мережею для передачі повідомлень між видавцями та передплатниками. Мережа, зазначена в параметрі ADDR, використовуючи структуру sockaddr_intaaddrlen, встановлених відповідно.
intsendto(intsockfd, constvoid* buf, size_tlen, intflags, conststructsockaddr *addr, socklen_taddrlen));	Посилає/публікує повідомлення на тему (заголовок). Тема, зазначена в параметрі ADDR за допомогою структури sockaddr_pstaaddrlen, встановлених відповідно.
intrecvfrom(intsockfd, void* buf, size_tlen, intflags, structsockaddr *addr, socklen_taddrlen));	Отримує повідомлення за темою (заголовком). Тема копіюється в параметр ADDR за допомогою структури sockaddr_pstaaddrlen, встановлених відповідно.
intclose (intsockfd);	Знищує сокет, видаляючи всі його підписки/ повідомлення.

Зверніть увагу, що якщо ідентифікатори головної та другорядних тем розглядаються як ідентифікатор типу single (long), то стає можливим підтримувати дуже велику кількість тем (що приблизно дорівнює 64-бітовому цілому). Також, іменовані схеми більш високого рівня можуть бути представлені значеннями типу integer, використовуючи відповідні функції конвертування заголовків.

bind()

Примітив bind() традиційно використовується, щоб зв'язати кінцеву точку з адресою або ідентифікатором на локальній машині. Ця адреса може бути використана віддаленим об'єктом при зворотному зверненні до цієї кінцевої точки.

В О/В зв'язку bind() використовується з метою зв'язати сокет з підпискою на задану тему (чи додати підписку), так щоб можна отримувати повідомлення, опубліковані по цій темі. Тема передається як аргумент, використовуючи sockaddr_ps структуру. Як описано вище, основні/підлеглі деталі можуть бути залишені відкритими в залежності від конкретної підписки. Сокетом може бути пов'язано кілька підписок через мультивиклики bind().

Відокремити сокет від підписки (видалити підписки), можна в принципі знищивши сокет, створити новий сокет і згодом зв'язати його з рештою підписок. Це досить грубо і надзвичайно неефективно. Краще можна використовувати традиційний підхід, використовуючи відв'язки для сокета: для видалення підписки, таким же чином використовується примітив bind() з проходженням через тему в структурі sockaddr_ps, але зі значенням сімейства AF_UNSPEC.

Деякі О/В системи використовують концепцію оголошень [5]. У цьому випадку видавець попередньо оголошує теми для яких він має намір видавати дані,а представник підписки

© Мельник В.М., Мельник К.В., Жигаревич О.К., Шклярський Б.М.

попередньо оголошує теми для яких він бажає отримати дані. Додавання і видалення повідомлення може також підтримуватися через bind(), точно так само, як для підписок. Теми (заголовки) повідомлень повинні бути повністю вказані (як це має місце для публікацій).

connect()

Підключення примітивів традиційно використовується, щоб зв'язати сокет з віддаленою кінцевою віддаленою точкою. Семантика цього об'єднання залежить від типу сокета і базового протоколу, наприклад, у TCP сокетів, це встановлює з'єднання, а в UDP сокетів, установка за замовчуванням пункту призначення для подальшої передачі повідомлення.

У O/B зв'язку підключення використовується для того, щоб зв'язати сокет з мережевою інфраструктурою, яка буде використовуватися для передачі повідомлень між видавцями і передплатниками. Для обох протоколів нашої реалізації передачі повідомлень мережа задається через стандартну структуру sockaddr_in, тобто IP-адресу та номер порта. Тлумачення цієї адреси обговорюється в наступному розділі.

Зверніть увагу, що підключення слід викликати перш ніж надсилати або отримувати повідомлення через сокет. Це не обов'язково відноситься до наявності передплати та повідомлень, деякі реалізації можуть дозволити це зробити без підключення сокета до мережі. У будь-якому випадку наявність передплати та оголошень можна вільно додавати і видаляти після виклику connect().

sendto(), recvfrom(), close()

Примітив sendto() зазвичай використовується для відправки повідомлення іншій кінцевій точці. УО/В-зв'язкувін використовується для публікування повідомлення на певну тему. Тема передається (місце адреси кінцевої точки) за допомогою структури sockaddr_ps. В залежності від базового протоколу, можливо, доведеться об'являти тему перед відправкою повідомлення.

Примітив recvfrom(), зазвичай, використовується для отримання повідомлення від іншої кінцевої точки. У O/B-зв'язку він використовується для прийому повідомлення, опублікованого на одній з підписаних тем. Якщо програміст не зацікавлений в отриманні даної теми, відповідний аргумент може мати значення NULL.

Нарешті, close() умовно закриває сокет і звільняє відповідні ресурси, що використовувались базовим механізмом. УО/В-зв'язку, він використовується таким же чином. Однак найголовніше – закриття сокета буде також автоматично видалити всі підписки та оголошення.

Обговорення

Після цього коротко деякого описаного рішення, було прийнято деякі варіанти вибору щодо використання примітивів сокета, які варто обговорити більш докладно, вказуючи також на деякі альтернативи. Найважливіше рішення стосується вибору теми та підписки. Ми вибрали просту дворівневу класифікацію теми, яка базується на числових ідентифікаторах. Можна було б описувати теми, використовуючи зручні для читання імена і складнішу структуру. Також було б можливо підтримувати більш вигідні підписки у формі логічних виразів, що відносяться до окремих частин/полів тематичних дескрипторів. Ці альтернативи не змінять концепцію істотним чином. Насправді, відповідна підтримка може бути реалізована програмістом через один і той же набір примітивів в поєднанні з відповідними структурами "адрес" і мовної підтримки для заголовків підписки, вказавши вирази підписки. Тим не менш вважається, що запропонована схема видає хороший баланс між виразністю і простотою, і цілком достатня для багатьох додатків.

Ще однією проблемою є диференціація між передплатою та оголошенням. Для початку що використовується bind() для додавання/видалення підписки та оголошення – це хороший вибір у відповідності з роллю bind() в адресній комунікації. Також, з огляду на нашу тематичну схему опису/підписки, природно визначити підписки та оголошення з використанням тієї ж структури. Те, що явно менше інтуїтивно – це неявна типізація оголошень через значення підпорядкованої частини заголовка. Замість цього, можна було б ввести окреме поле в sockaddr_psдля задавання підписки і оголошення в явному вигляді. Цей варіант не прийнято, тому що код програми спростити не реально, програміст все ж повинен позначити оголошення (і підписки), а зверху необхідно внести відповідні символічні константи.

© Мельник В.М., Мельник К.В., Жигаревич О.К., Шклярський Б.М.

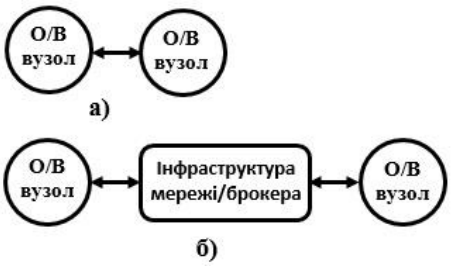


Рис.2. (а)О/В для власного випадку;(б)О/В на основі інфраструктури

Що інколи потребує деяку мотивацію – це асоціація О/В сокета з мережею передачі повідомлення через з'єднання. Можна стверджувати, що такаасоціація, при необхідності, повинна визначатися підпискою та інформацією оголошення відкритим способом. З теоретичної точки зору, це дійсно так. за таких умов можна припустити глобальну систему іменування, яка дозволяє уникнути колізій та/або випадкового перехресних перешкод між програмами, які не мають ніяких співвідношень між собою. На практиці, дозвіл контролювати додаткам цю асоціацію вводить додатковий ступінь поділу, що полегшує уникнення перешкод між програмами, які намагаються використовувати одні й ті ж заголовкові коди. Це також дає можливість ввести підтримку більш високого рівня іменування над механізмами протоколювання нижчого рівня. Примітив connect() підходить для цієї мети, так як його використання також стосується форми асоціації. Правда, немає прямої аналогії між кінцевою точкою UDP/TCP таО/В-повідомленнями мережі передавання, і те, що bind() може бути викликаний після connect()є проти звичайного використання цих примітивів.

Нарешті,замість використання bind(), підписки і оголошення можуть бути оброблені за допомогою примітиву setsockopt в міру того, як сокети UDP приєднують адреси розгалужень. Розглянемо запропоноване використання bind() з більшим узгодженням з тим фактом, що О/В обертається навколо тем, а не адрес кінцевих точок. Крім того, в нашому підході recvfrom() природним чином повертає тему повідомлення, а не адресу відправника. Якщо хтось стежить за звичайними мультиадресними UDP конвенціями, то тема прийнятого повідомлення, що в О/В є набагато важливішою інформацією для додатка порівняно з адресою видавця, що буде маловажним при отриманні.

Реалізація

Досліджуючи сокети API з запропонованим розширенням було реалізовано два різних протоколи, по одному для власної прямої комунікації (PS_ADHOC), і один на основі інфраструктури та комунікації через посередника (PS_IFRSTR). Наша реалізація відбувається як на рівні бібліотеки користувача, яка надає той же інтерфейс і на рівні стандартів сокетів API. Вона включає в себе обробку відповідного протоколу, діючи в якості оболонки для звичайних сокетів.

Протокол для власного випадку

Протокол для власного випадку (PS_ADHOC) підтримує прямі зв'язки між видавцями і передплатниками у припущенні плоскої мережевої моделі, як показано на рис. 2а. Для зручності поточна реалізація ґрунтується на розгалуженнях UDP, що дозволяє обмін одиничними власними повідомленнями в локальній мережі з можливістю трансляції. У цьому випадку connect() очікує розгалужену IP-адресу та номер порта.

Кожен вузол управляє підписками локальних кінцевих точок. Коли приходить повідомлення з мережі, ця інформація використовується для перевірки, чи має відповідна тема інших передплатників. Якщо це так, то повідомлення поміщається в буфер до тих пір, поки воно не буде отримане через всі підписані сокети, інакше воно буде видалено. Повідомлення також оновлюються по мірі необхідності, коли додаються або видаляються підписки. Протокол не підтримує оголошень.

Повідомлення передаються по мережі тільки один раз. Немає сигналізації для виявлення та/або повторної передачі втрачених повідомлень. На приймаючій стороні, якщо місце в буфері закінчується, старі повідомлення (які мають бути отриманими через один або кілька сокетів)

© Мельник В.М., Мельник К.В., Жигаревич О.К., Шклярський Б.М.

видаляються, щоб звільнити місце для нових. Як результат, деякі повідомлення можуть бути втрачені або не прийматися деякими абонентами.

Інфраструктура на базі протоколу

Інфраструктура на базі протоколу (PS_IFRSTR) підтримує непряму комунікаційну модель, в якій видавці і передплатники спілкуються через інфраструктуру, як показано на рис. 2b. Ця інфраструктура обслуговує як мультирозгалужену мережу з функцією маршрутизації і брокерським обслуговуванням, так що тільки відповідні повідомлення подорожують по мережі і прибувають в місця, де є очікуючі абоненти. В нашій реалізації інфраструктура складається з одного сервера. Зв'язок між вузлами видавця і передплатника (далі також-клієнти) і сервера здійснюється через TCP. Таким чином, підключення, повинно бути викликане за допомогою IP-адреси сервера і номера порта.

Клієнт відправляє підписку на місцеві сокети сервера: сервер буде переслати повідомлення до клієнта, тільки якщо він знає, що існують місцеві клієнти на цю тему. Клієнт також зберігає підписки локально щоб узгоджено діяти зі швидкозмінними умовами, які можуть виникнути в зв'язку з повільними або асинхронними оновленнями підписок. Оголошення локальних сокетів також відправляються на сервер, який перевіряє, чи є які-небудь відповідні підписки від інших клієнтів. Якщо ні, то сервер інформує клієнта для придушення передачі повідомлень на ці відіслані теми. Аналогічно, як тільки сервер отримує відповідну підписку від іншого клієнта, то він повідомляється щоб дозволити транзакцію передачі повідомлень за темою.

При запиті підключення клієнт відкриває TCP-з'єднання з сервером і реєструє необхідний унікальний ідентифікатор. З'єднання залишається відкритим для обміну повідомленнями та оновлення інформації підписки та оголошень. Якщо він залишається не задіяним протягом деякого часу,то він закривається і звільняються системні ресурси. Клієнт відкриває нове підключення, коли він хоче відправити повідомлення або оновити підпис кучи оголошення, або після мовчання, щоб опитувати сервер на наявність нових повідомлень і оновлень, або відновити раніше невдалі спроби з'єднання. Внутрішнє управління з'єднанням є прозорим для програми (за замовчуванням опитування/повторювання періодично можуть бути перевірені і змінені через примітиви getsockopt і setsockopt).

Коли сокет закривається, клієнт скасовує реєстрацію, отриману від сервера. Слід звернути увагу, що клієнт може не правильно скасувати реєстрацію. З цієї причини сервер в односторонньому порядку скасовує реєстрацію клієнта, якщо він не виявив жодних ознак активності (тобто не взаємодіє з сервером) довгий час (знову ж таки, це мовчання може бути також встановлене через setsockopt).

Буфери підписок/оголошень клієнта і сервера оновлюються і повідомлення додатків, які не можуть бути відправлені в інші місця по причині проблем зі зв'язком чи його наявністю. Це робить можливим прозоро діяти з (коротким) мережевими/серверними перебоями. Більше того, оскільки завжди клієнт ініціює взаємодію з сервером, реалізація може підтримувати мобільні обчислювальні сценарії через публічні точки доступу Wi-Fi та мережевий стільниковий зв'язок.

Сумісність

Наша реалізація функціонально еквівалентна стандартній (POSIX) реалізації для "застарілих" типів сокетів і мережевих операцій. Це досягається через захоплення O/B сокетних дескрипторів в переліку, який переглядається кожен раз, коли викликаються операції сокета. Якщо дескриптор сокета знайдений в списку, то відповідна O/B-функція виконується (помилка повертається у випадку, якщо операція незастосовна до O/B-сокетів). Інакше сокет являється спадковим сокетом і подається запит на відповідний POSIX-примітив.

Примітиви нашої бібліотеки іменуються префіксом (ps_), щоб відрізнити їх від примітивів API стандарту POSIX. Звичайно, наша реалізація не відкрита програмісту-розробнику, який знає, що він прямо не використовує підтримку сокетів на рівні системи. Повна прозорість може бути досягнута, якщо O/B функціональність була вкладена в операційну систему, але це і не дає пріоритету і не є практичним для наших прототипних цілей.

Приклади коду

Написано кілька простих додатків для налагодження нашої реалізації, а також оцінено використання O/Bсокета. Нижче також наведено фрагменти коду, що ілюструють використання O/Bпримітивів .Для стислості викладу включення, перевірки на наявність помилок та ін. –

© Мельник В.М., Мельник К.В., Жигаревич О.К., Шклярський Б.М.

опускаються. Створення О/В сокета для PS_IFRSTR протоколу і його асоціації з певною мережевою службою проводиться наступним чином:

```
s=ps_socket(AF_PS,SOCK_DGRAM,PS_IFRSTR);
bzero(&saddr,sizeof(saddr));
saddr.sin_family = AF_INET;
saddr_aton(srvIPaddr, &saddr.sin_addr);
saddr.sin_port=htons(srvPort);
ps_connect(s,(structsockaddr *)&saddr,sizeof(saddr));
```

Оголошення і публікація повідомлень (в даному екземплярі, прості ASCII-кодові рядки) на тему робляться наступним чином:

```
topic.sa_family=AF_PS;
topic.topic_major=-majorTopicID;
topic.topic_minor=minorTopicID;
ps_bind(s,(structsockaddr *)&topic,sizeof(topic));
topic.topic_major=majorTopicID;
ps_sendto(s,strbuf,strlen(strbuf)+1,0,(structsockaddr *)&topic,sizeof(topic));
```

Нарешті, підписки і отримання повідомлень за темою робиться наступним чином:

```
topic.sa_family=AF_PS;
topic.topic_major=majorTopicID;
topic.topic_minor=minorTopicID;
ps_bind(s,(structsockaddr *)&topic,sizeof(topic));
topiclen=sizeof(topic);
ps_recvfrom(s,strbuf,sizeof(strbuf),0,(structsockaddr *)&topic,&topiclen);
```

Як видно з вищенаведених прикладів коду, код, який повинен бути написаний програмістом для використання О/В мережі,являється дійсно простим. Також вважається, що програмування з використанням О/В-сокета повинно бути інтуїтивно зрозумілим і простим для тих, хто має базовий досвід роботи з сокетом API.

Роботи подібного характеру

Сучасні операційні системи та мережі розроблені з рекомендацією використання універсальних інтерфейсів з прозорим доступом до їх основних механізмів і послуг. Найбільш широко використовуються файли і сокети разом з їх примітивами. Файли використовуються для доступу до пристроїв і послуг, як локально на персональному комп'ютері, так і віддалено по мережі [6]. Сокети використовуються для виклику різних механізмів мережевої взаємодії та реалізації протоколу на локальній платформі [7]. Дана робота стосується сокетів API і пропонує повторне використання/перезавантаження його відомих універсальних примітивів в цілях підтримки О/В-зв'язку.

Через універсальну сокетну побудову сокет API є сильним кандидатом для інтерфейсу майбутнього Інтернету. Однак, протокольна незалежність, яка, здається, ключовою вимогою мережі наступного покоління не легко досягається за допомогою традиційних API, в основному, через їх сильну схожість з домінуючими UDP- і TCP-протоколами. Щоб розрізнити сокет API від специфіки основних вживаних протоколів науково-дослідні роботи [8] та [9] пропонують API-розширення для більш універсальних адресних структур і нових функцій, при намаганні зберегти якомога більше оригінальної семантики API і примітивів. Хоча деякі з цих розширень знадобилися б О/В мережі, однак краще звести до мінімуму API зміни і встановити/розширити семантику примітивів, які здаються найбільш підходящими для експонування функціональних можливостей О/В для програміста.

Цікаве дослідження в цьому напрямку, яке розширює сокет API для підтримки мульти комунікації стеків зв'язку представлене в роботі [10]. Ідея полягає в тому, щоб дозволити

© Мельник В.М., Мельник К.В., Жигаревич О.К., Шклярський Б.М.

програмістам здійснювати вибір між різними TCP- і UDP-реалізаціями з тим же підписаним стеком в умовах мережевого домена, типу сокета і протоколу. Це досягається шляхом зміни поведінки стандартних сокетних примітивів, схожих на ті, що демонструються в цій роботі. Зокрема, того ж підходу слід дотримуватися, щоб дозволити програмістам вибирати між різними доступними мережевими стеками для організації О/В комунікації.

Багато систем були розроблені для підтримки різних варіацій О/В [11], пропонуючи багатогранність API на рівні проміжного апаратного забезпечення. Однак, досі немає широкого консенсусу на інтерфейс, який може служити в якості інтернет-стандарту. Спроба визначити API такого типу наведена в [12], де пропонується три так званих рівні відповідності. Рівень L1 відображає основну функціональність О/В і складається з: (1) основних операцій для подій публікування, підписки та відмови від підписки на/від події отримування повідомлень, коли відбуваються події, що стосуються інтересів, а також (2) необов'язковість операцій декларування/відгуку наміру видавця для випуску специфічних подій (додавання/видалення оголошення), продовження часу підписки та оголошень, вибираючи кращі варіанти доставки. Деякі популярні системи О/В побудовані у відповідності до рівня L1, наприклад Siena [13] izeroMQ [14].Сокет API, запропонований у даній роботі, також відповідає рівню L1, як це безпосередньо відповідає всім основним і навіть деяким додатковим операціям. Слід звернути увагу, що цілком можливо вказати варіанти доставки повідомлень за допомогою таких стандартних сокетів API через примітив setsockopt з урахуванням можливостей протоколу використання (наприклад, базовий протокол нашої інфраструктури може бути розширений для підтримки надійного обміну повідомленнями).

Мережеве співтовариство приділяє велику увагу на інформаційно-центричну природу сучасних додатків. О/В парадигма відіграє ключову роль у розробці майбутнього Інтернету і ведуться спроби для того, щоб наполягти на тому, щоб хоч якусь частину функціональності О/В впровадити до частини мережевої структури із залученням маршрутизаторів для виконання брокерської роботи та завдання переадресації повідомлень на більш високому рівні [2] [3] [15]. Наша робота узгоджена з цією тенденцією, так як вона піднімає О/В для побудови першого класу мережі та обслуговування нарівні з датаграмами і надійним потоком комунікації. Вона також дозволяє застосування основних протоколів, вертикально інтегрованих з низьким рівнем підтримки ICN, яка, ймовірно, стане частиною майбутнього стека Інтернету. Використання простого кодування для підписок тем є ще більш важливим у цьому відношенні, тому що спрощує пошук між підписками та публікаціями/ оголошеннями, які повинні бути виконані основними елементами мережі (замість його ребер). Дійсно, подібний до нашого підхід був також прийнятий в прототипі Блекедера [16], який був нещодавно розроблений з метою великомасштабних розширення, де фільтрація пакетів і маршрутизація здійснюється на основі чисельних меж масштабу і ідентифікаторів співмірних послуг.

Нарешті, підхід майже "подвійний" до нашої пропозиції, представлений в [17], де UDP- і TCP-сокети є земульовані на вершині технології О/В. У цьому випадку передбачається, що О/В є основною мережевою технологією, на вершині якої розроблено підтримку загальновживаних датаграми і надійних послуг потокової взаємодії. В даній роботі не дається порада будь-якого ієрархічного/домінованого співвідношення між О/В і однаковими датаграми та надійними потоками. Вважається, що це по суті різні форми спілкування, і, отже, повинні бути підтримані пліч-о-пліч на тому ж рівні побудови як послуги системного рівня. Відомий API сокетів, здається, цілком доречним для відтворення всіх трьох форм спілкування з програмістом.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. О/В та ІЦМ стають все більш важливими в сучасних розподілених обчислювальних системах. В роботі пропонується представлення О/В функціональності через стандартний API сокет, так що він може бути використаний пліч-о-пліч з традиційними датаграмами та надійним потоковим обслуговуванням через споріднену сокетну побудову та інтерфейс. Дана робота містить реалізацію та підтвердження здійснення концепції і може бути використана для отримання перших перспектив в застосуванні цього підходу, що дозволяє написання програм, які використовують О/В сокети, зберігаючи при цьому сумісність з іншими типами сокетів.

На майбутнє можна здійснити включення функціональності О/В на рівні системної служби, які можуть також забезпечити можливість провести деякі корисні дослідження продуктивності.

© Мельник В.М., Мельник К.В., Жигаревич О.К., Шклярський Б.М.

Можна б також реалізувати версію поданої інфраструктури на основі механізмів ІЦМ мережевого рівня, таких як наведені в роботі [16].

1. Jacobson V., Smetters D.K., Thornton J.D., Plass M.F., Briggs N., Braynard R. Networking named content. *Proc. ACMCoNEXT*, pages 1-12, December 2009.
2. Ahlgren B., Dannewitz C., Imbrenda C., Kutscher D., Ohlman B. A survey of information-centric networking. *IEEE Communications Magazine*, 50(7), pages 26-36, July 2012.
3. Carzaniga A., Papalini M., Wolf A.L. Content-based publish/subscribe networking and information-centric networking. *Proc. ACM SIGCOMM Workshop in Information- Centric Networking*, pages 56-61, August 2011.
4. Kramer J.,Scheutz M. Development environments for autonomous mobile robots: a survey. *Autonomous Robots*, 22(2), pages 101-132, February 2007.
5. Avvenuti M., Vecchio A., Turi G. A cross-layer approach for publish/subscribe in mobile ad hoc networks. *Proc. 2nd International Workshop on Mobility Aware Technologies and Applications*, pages 203-214, LNCS 3744, October 2005.
6. Pike R., Presotto D., Thompson K., Trickey H. Plan 9 from Bell Labs. *Proc. UKUUG Summer Conference*, pages 1-9, July 1990.
7. Stevens W. R., Fenner B., Rudoff A.M. *UNIX Network Programming: The sockets networking API*. Addison-Wesley, 2004.
8. Metz C. Protocol independence using the sockets API. *Proc. USENIXAnnual Technical Conference*, pages 37-47, June 2000.
9. Siddiqui A.A., Mueller P. A requirement-based socket API for a transition to Future Internet Architectures. *Proc. 6th International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing*, pages340-345, July 2012.
10. DavoliR., M. Goldweber. msocket: multiple stack support for the Berkeley socket API. *Proc. 27th Annual ACM Symposium on Applied Computing*, pages 588-593, March 2012.
11. EugsterP.Th., Felber P.A., Guerraoui R., Kermarrec A.-M. The many faces of publish/subscribe. *ACM Computing Surveys*, 35(2), page 114-131, June 2003.
12. Pietzuch P., Eyers D., KounevS.,Shand B. Towards a common API for publish/subscribe. *Proc. Distributed Event-Based Systems*, pages 152- 157, Canada, June 2007.
13. Carzaniga A., Rosenblum D.S., Wolf A.L. Design and evaluation of a wide-area event notification service. *ACM Transactions on Computer Systems*, 19(3), pages 332-383, August 2001.
14. Sustrik M. *Design of PUB/SUB subsystem in 0MQ*. White paper, June 2011, http://250bpm.com/pubsub
15. Fotiou N., Polyzos G.C., Trossen D. Illustrating a pub- lish-subscribe Internet architecture. *Telecommunication Systems*, 54(4), pages 233-245, Springer, December 2012.
16. PURSUIT FP7 project, Blackadder prototype,http ://www. fp7-pursuit.eu/PursuitWeb/?page id=338
17. XylomenosG.,Cici B. Design and Evaluation of a Socket Emulator for Publish/Subscribe Networks. *Proc. 3rd Future Internet Symposium*, pages 11-19, LNCS 6369, Springer, September 2010.

© Мельник В.М., Мельник К.В., Жигаревич О.К., Шклярський Б.М.

УДК 61:004.651(075.8)
Наконечний О.Г.[1)], Марценюк В.П.[2)], Андрущак І.Є.[3)]
[1)]Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
[2)]Тернопільський державний медичний університет імені І.Я.Горбачевського,
[3)]Луцький національний технічний університет

АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ ІНДУКЦІЇ ДЕРЕВА РІШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОКАЗНИКА ПРИРОСТУ ІНФОРМАЦІЇ

Наконечний О.Г., Марценюк В.П., Андрущак І.Є. Алгоритм побудови індукції дерева рішень з використанням показників приросту інформації. У роботі розглядаються питання програмної реалізації методу індукції дерева рішень на основі показника відношення приростів інформації. Даний підхід порівнюється з традиційним показником приросту інформації при розробці систему підтримки клінічних рішень. Проект реалізовано в середовищі Netbeans на основі Java-класів.
Ключові слова: прийняття рішень, дерево рішень, Java, SQL.

Наконечный А.Г., Марценюк В.П., Андрущак И.Е. Алгоритм построения индукции дерева решений с использованием показателей прироста информации. В работе рассматриваются вопросы программной реализации метода индукции дерева решений на основе показателя отношения приростов информации. Данный подход сравнивается с традиционным показателем прироста информации при разработке системы поддержки клинических решений. Проект реализован в среде Netbeans на основе Java-классов.
Ключевые слова: принятие решений, дерево решений, Java, SQL.

Nakonechnyy O., Martsenyuk V., Andruschak I. Induction algorith for constructing decision trees using growty rates information. The paper deals with the software implementation of the method of decision tree induction is based on the ratio of growth media. This approach is compared with the traditional indicator of growth in developing information system to support clinical decisions. The project was implemented in an environment based on Netbeans Java-classes.
Keywords: decision making, decision tree, Java, SQL.

Вступ. Одним з підходів, що відображає природній процес мислення при прийнятті рішень є метод індукції дерева рішень, який знайшов реальні практичні застосування, зокрема в диференціальній діагностиці в медицині. Алгоритм грунтується на виборі визначальних атрибутів, за допомогою яких будуються класифікаційні правила в задачах класифікації або прогнозування [Quinlan, 1986], [Breiman, 1984].

Традиційний метод індукції дерева рішень грунтується на обчисленні показника приросту інформації. Як вже було попередньо зазначено [Han, 2001], показник приросту інформації $Gain(A_i)$ має ухил в сторону тестів з багатьма виходами. Тобто він надає перевагу атрибутам, які мають дуже велике число значень.

Тому метою даної роботи є реалізація алгоритму індукції дерева рішень, який би був позбавлений такого недоліку через використання показника відношення приростів інформації.

Метод на основі відношення приростів інформації. Для прикладу розглянемо як атрибут ідентифікатор id з таблиці навчальних даних categorised_data. Поділ набору навчальних даних по даному атрибуту призведе до великої кількості розбиттів (дорівнює кількості пацієнтів), кожне з яких включатиме лише один запис. Оскільки кожне розбиття не потребує подальшого поділу, то інформація, яка необхідна для класифікації даних в D_j на основі цього розбиття становить $Info_{id}(D_j) = 0$ (це можна показати і з формул для обчислення $Info_{A_i}(D_j)$ та $Info(D_j)$ також). Отже, приріст інформації внаслідок розбиття по цьому атрибуту є максимальним. З іншої сторони, таке розбиття є безглуздим з точки зору класифікації.

З метою подолання такого недоліку в методі C4.5 [Han, 2001] використовується удосконалений показник на основі приросту інформації, який називається відношення приростів (gain ratio). Він застосовує до приросту інформації свого роду нормалізацію, використовуючи значення «розділяючої інформації», яке визначається за аналогією до $Info(D)$:

$$SplitInfo_{A_i}(D_j) = -\sum_{l=1}^{K_i} \frac{\#(D_j^l)}{\#(D_j)} \log_2 \left(\frac{\#(D_j^l)}{\#(D_j)} \right). \quad (1)$$

© Наконечний О.Г., Марценюк В.П., Андрущак І.Є.

Таке значення представляє потенційну інформацію, яка генерується при поділі набору навчальних даних D_j на K_i розбиттів, що відповідають K_i виходам тесту щодо атрибуту A_i. Зауважимо, що для кожного виходу розглядається кількість записів, що відповідають умові даного виходу відносно загального числа записів в D_j. Це відрізняє його від показника приросту інформації, в якому вимірюється інформація щодо класифікації, яка отримується на основі того ж розбиття. Згідно означення відношення приростів становить:

$$GainRatio(A_i) = \frac{Gain(A_i)}{SplitInfo(A_i)}. \quad (2)$$

Атрибут з максимальним значенням відношення приростів обирається як атрибут поділу. Хоча, як зазначають в [Han, 2001] у випадку, коли інформація поділу наближається до нуля, то значення відношення приростів стає нестійким. Тому слід накладати відповідні обмеження на значення інформації поділу.

В цілому отримуємо таку рекурсивну процедуру.

Генерація дерева рішень

Вхідні дані: D – множина навчальних наборів даних $(A_1^i, A_2^i, ..., A_p^i, C^i)$.

Вихідні дані: дерево рішень

Метод:

1. Створити вузол N.

2. Якщо усі набори в D належать до спільного класу C, тоді повернути вузол N як листок із назвою класу C.

3. Якщо список атрибутів (а отже і D) є порожнім, тоді повернути вузол N як листок із назвою найпоширенішого класу в D.

4. Застосувати *Алгоритм відбору атрибуту* із списку атрибутів і для множини D (на основі показника відношення приростів інформації) з метою відшукання «найкращого» атрибуту поділу.

5. Вилучити атрибут поділу із списку атрибутів.

6. Для кожної умови поділу j для атрибуту поділу розглянемо D_j – множину наборів з D, що задовольняють умову поділу j.

7. Якщо D_j – порожня, тоді приєднати до вузла N листок під заголовком наявних в D_j класів з вказуванням їх розподілів, інакше – приєднати до N вузол, що повертається рекурсивним викликом методу *Генерація дерева рішень* з вхідними даними D_j та список атрибутів.

8. Кінець циклу кроку 6.

9. Повернути вузол N.

SQL-реалізація розрахунку інформаційних показників

При реалізації методу Attribute_selection_method слід розрахувати інформаційні показники $Info(D_j)$, $Info_{A_i}(D_j)$ та $SplitInfo_{A_i}(D_j)$ на j-му кроці рекурсії для атрибута A_i.

Зауважимо, що множина наборів D_j тут описується хеш-таблицею htAttribute_list, з якої отримуємо перелік включених атрибутів sAttribute_list та умов поділу sConditions.

Використавши вкладені запити, псевдоніми та агрегативні функції можна розрахувати показник інформації поділу $SplitInfo_{A_i}(D_j)$ в результаті виконання такого запиту:

```
sql = "select -SUM((Alias1.Dj/Alias2.D)*(LOG(Alias1.Dj/Alias2.D)/LOG(2))) from (select SUM(1) as
Dj from (select * from categorised_data " + (sConditions.matches(""")?"": " where " + sConditions) +
")Alias3 group by Alias3." +
((Attribute_for_list)htAttribute_list.get(A)).attribute.getAttributeFieldName() + ")Alias1, (select SUM(1)
```

© Наконечний О.Г., Марценюк В.П., Андрущак І.Є.

as D from (select " + sAttribute_list + " from categorised_data " + (sConditions.matches(""))?"": " where " + sConditions) + ")Alias4)Alias2".

Зауважимо, що тут дещо змінено крок 7 методу генерації дерева рішень [Han, 2001], а саме, якщо D_j – порожня, тоді пропонується приєднати до вузла N листок під заголовком наявних в D_j класів з вказуванням їх розподілів. З цією метою в класі AttributeListPeer розроблено метод:

public String Classes_ratio_in_D (DataManager dataManager, Hashtable htAttribute_list).

В результаті виконання запиту:

String sql = "select Alias1.class_name, (Alias1.count_class / Alias2.count_tuples)*100 from (select DISTINCT(class) as class_name,SUM(1) as count_class from (select * from categorised_data " + (sConditions.matches(""))?"": " where " + sConditions) + ")Alias3 group by class) Alias1, (select SUM(1) as count_tuples from (select * from categorised_data " + (sConditions.matches(""))?"": " where " + sConditions) + ")Alias4) Alias2";

метод повертає перелік наявних в D_j класів з вказуванням їх розподілів.

Приклад. Метою є побудувати дерево рішень щодо діагностування серцевої недостатності на основі даних 63-х пацієнтів навчально-практичного центру первинної медико-санітарної допомоги Тернопільського державного медичного університету імені І.Я.Горбачевського. Використано таку таблицю атрибутів:

INSERT INTO mysql.attribute (id, attribute_name, attribute_field_name) VALUES (1, 'What is age?', 'A1'), (2, 'What is sex?', 'A2'), (3, 'What is pulse?', 'A3'), (4, 'What is SAP?', 'A4'), (5, 'What is DAP?', 'A5');

Набори включають лише категоріальні дані (попередньо оброблені), наприклад:

INSERT INTO mysql.categorised_data (id, A1, A2, A3, A4, A5, class) VALUES (1,'senior','female','normal','high','high','healthy').

На рис.2 представлене побудоване дерево рішень. Час, затрачений на індукування дерева – 1233 мілісекунд, що більше порівняно з показником приросту інформації. Це пов'язано з тим, що здійснюється розрахунок ще одного показника, а саме – розділяючої інформації $SplitInfo_{A_i}(D_j)$.

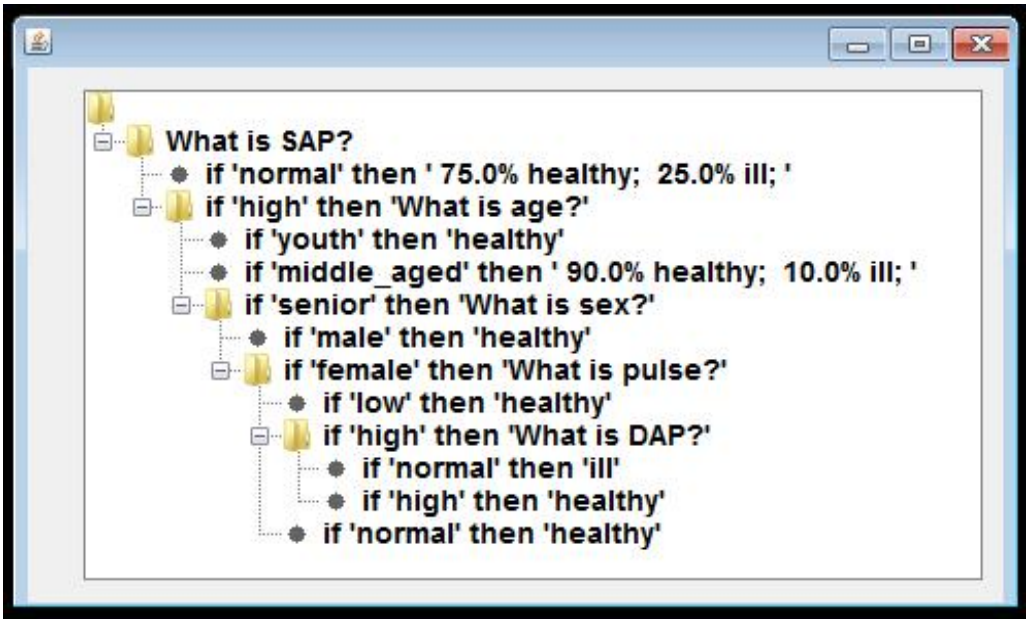


Рис.2. Дерево рішень для діагностування серцевої недостатності на основі показника відношення приростів інформації

© Наконечний О.Г., Марценюк В.П., Андрущак І.Є.

Висновки. У роботі розглянуто питання програмної реалізації методу індукції дерева рішень на основі показника відношення приростів інформації.

Аналізуючи отримані дерева рішень на основі показника відношення приростів інформації, бачимо, що змінився порядок ієрархічності атрибутів. Так вдалося позбавитися ухилу в сторону атрибутів з більшим числом категоріальних значень, що спостерігається при використанні показника інформаційного приросту.

У перспективі бачиться необхідним вивчення питання обчислювальної складності запропонованого методу.

1. J.Han and M.Kamber, Data Mining: Concepts and Techniques, Morgan Kaufmann, San Francisco, 1st edition, 2001.
2. T.Hastie, R.Tibshirani and J.H.Friedman, The Elements of Statistical Learning, Springer, New York, 1st edition, 2001.
3. C.Ordonez, Comparing association rules and decision trees for disease prediction, In Proc. ACM HIKM Workshop, 2006, pp. 17-24.
4. C.Ordonez, Integrating K-means clustering with a relational DBMS using SQL, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering (TKDE) 18(2) (2006), 188-201.
5. J.R.Quinlan. Induction of decision trees. Machine Learning, 1: 81-106, 1986.
6. J.R.Quinlan. C4.5: Programs for Machine Learning. Morgan Kaufmann, 1993.
7. L.Breiman, J.Friedman, R.Olshen, and C.Stone. Classification and Regression Trees. Wadsworth International Group, 1984.
8. Марценюк В.П., Кравец Н.О. О программной среде проектирования интеллектуальных баз данных // Клиническая информатика и телемедицина – 2004. – №1. – с.47-53.
9. Марценюк В.П. Математичні моделі в системі підтримки прийняття рішень страхового забезпечення лікування онкологічних захворювань: підхід на основі динаміки Гомперца / В.П. Марценюк, І.Є. Андрущак, І.С. Гвоздецька, Н.Я. Климук // Доповіді Національної академії наук України. –2012. – №10. – С. 34-39.
10. 1 Марценюк В.П. Підхід на основі актуарних математичних моделей до задач страхової медицини / В. П. Марценюк, І.Є. Андрущак, Н.Я Климук // Медична інформатика та інженерія. Науково-практичний журнал. – 2010. – №4. – С. 85-87.
11. Марценюк В.П. О модели онкологического заболевания со временем пребывания на стадии в соответствии с распределением Гомперца / В.П. Марценюк, Н.Я. Климук // Проблемы управления и информатики. Международный научно-технический журнал . – 2012. – № 6. – С. 137-143.
12. Марценюк В.П., Семенець А.В. Медична інформатика. Інструментальні та експертні системи. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2004. – 222 с.

© Наконечний О.Г., Марценюк В.П., Андрущак І.Є.

УДК 004.716
Орлова М.М. к.т.н. доцент, Гудименко В.С. магістрант
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

СПОСІБ ЗАХИСТУ ДАНИХ В МЕРЕЖАХ LTE

Орлова М.М., Гудименко В.С. Спосіб захисту даних в мережах LTE. У статті розкрито проблему підвищення завадостійкості в сучасних безпроводових мережах LTE. Запропоновано спосіб підвищення завадостійкості інформаційного каналу, при незмінній надлишковості інформації в каналі.
Ключові слова: безпроводові мережі, LTE, завадостійкість, надлишковість, інформаційний канал

Орлова М.Н., Гудыменко В.С. Способ защиты данных в сетях LTE. В статье раскрыто проблему повышения помехоустойчивости в современных беспроводных сетях LTE. Предложен способ повышения помехоустойчивости информационного канала, при неизменной избыточности информации в канале.
Ключевые слова: беспроводные сети, LTE, помехоустойчивость, избыточность, информационный канал

Orlova M.M., Gudimenko V.S. The method of protecting data in the LTE networks. The article reveals the problem of increasing noise immunity in modern wireless networks LTE. The method for improving noise immunity of the information channel with the same information redundancy in the channel is provided..
Keywords: wireless networks, LTE, noise immunity, redundancy, information channel

Постановка наукової проблеми. Науковий прогрес надає більші можливості для розвитку та вдосконалення, але створює проблеми для вже впроваджених технологій. Це питання особливо актуальне для новітніх швидкісних безпроводових мереж, таких, як LTE.

В сучасних безпроводових швидкісних мережах важливою складовою передачі інформації є її захист при передачі від пристрою до пристрою, оскільки похибки, що виникають в таких мережах, призводять до значно більшого спотворення інформації, ніж в проводових мережах. При цьому, при збільшенні швидкості передачі інформації в мережах зростає часовий інтервал впливу похибок на інформаційний потік, що призводить вже не до одиничних, а до групових помилок. Корекція таких помилок призводить до необхідності збільшення надлишковості завадостійких коригувальних кодів, що у свою чергу збільшує надлишковість інформаційного потоку та навантаження на канал передачі. Таким чином, виникає потреба у розробці способу підвищення завадостійкості, при збереженні, по можливості, розміру інформаційного потоку.

Аналіз досліджень.

Питанню підвищення завадостійкості у безпроводових мережах приділяється чимала увага, зокрема, розробкою способів та методів для вирішення цього питання займаються провідні компанії, що розробляють мережеве обладнання, такі як Еріксон, Самсунг, Йота, ZTE та інші.

Мета даної статті - запропонувати спосіб підвищення завадостійкості інформації, що передається в безпроводових мережах LTE, при незмінній надлишковості та завантаженості каналу.

Виклад основного матеріалу. *Зменшення надлишковості*. В сучасних каналах безпроводових мереж LTE використовуються тільки процедури завадостійкого кодування. Як відомо, завадостійкі коди базуються на збільшенні інформаційного потоку, оскільки вносять надлишкову інформацію, за допомогою якої потім можливо буде перевірити та\або відновити спотворену інформацію [2]. Отже, використовуючи лише завадостійке кодування неможливо уникнути надлишковості інформації. Проте, як вже було відмічено раніше, виникає необхідність у модифікації існуючих методів таким чином, щоб завадостійкіть була підвищена, а розмір інформаційного потоку, по можливості, залишився незмінним.

Для того, щоб зменшити надлишковість, необхідно зменшити розмір низхідного інформаційного потоку шляхом його ущільнення, а звільнений після ущільнення інформаційний простір, в такому разі, може бути використаний для відповідного завадостійкого кодування. Таким чином, збільшується завадостійкість інформаційного потоку, залишаючи однакову завантаженість каналу передачі даних. Це покладає додаткове навантаження на кодер\декодер інформації, що, призводить до зменшення швидкості обробки, але, з огляду на швидкість обробки інформації в сучасних мобільних пристроях зв'язку (яка, в середньому, вже досягла швидкостей обробки інформації настольного ПК 2004 року [9]), це більш прийнятно, ніж збільшення навантаження на канал передачі.

Ущільнення. Для ущільнення інформації використовується один з алгоритмів ущільнення без втрат, оскільки такі алгоритми дозволяють повністю відновити дані, які були до ущільнення [7].

© Орлова М.М., Гудименко В.С.

Також необхідно врахувати розмір словника, який потрібно передавати разом з ущільненою інформацією, оскільки він також вносить надлишковість і може буде спотворений. Отже, необхідно обрати якомога менший розмір словника, який буде передаватися.

Одними з найбільш оптимальних алгоритмів ущільнення, що підпадають під задані критерії, є алгоритми сімейства Лемпеля-Зива LZ, зокрема LZW (Lempel-Ziv-Welch), який наразі використовується як базовий для багатьох сучасних методів ущільнення [3, 4]. Згідно цього універсального алгоритму, процес стиснення виглядає наступним чином. Спочатку таблиця перетворення заповнюється всіма можливими односимвольними фразами, потім послідовно зчитуються символи вхідного потоку і відбувається перевірка, чи існує в таблиці перетворення такий рядок. Якщо такий рядок існує, зчитується наступний символ, а якщо ні, - в потік заноситься код для попередньо знайденого рядку, неіснуючий рядок заноситься в таблицю і пошук починається знову.

Наприклад, якщо стискають текст (байтові дані), то початкових рядків у таблиці виявиться 256 (від «0» до «255»). Тоді при використанні 10-бітного коду, підкоди для рядків приймають значення в діапазоні від 256 до 1023. Нові рядки формують таблицю послідовно, тобто можна вважати індекс рядка його кодом. При декодуванні потрібно знати тільки початкові рядки та закодований текст, оскільки можливо відтворити відповідну таблицю перетворення безпосередньо по закодованому тексту. Алгоритм генерує кожний наступний код за рахунок того, що коли генерується новий код, новий рядок додається в таблицю. LZW постійно перевіряє, чи рядок вже відомий, і, якщо так, виводить існуючий код без генерації нового. Таким чином, кожен рядок буде зберігатися в єдиному екземплярі і мати свій унікальний номер. Отже, під час декодування, при отриманні нового коду генерується новий рядок, а при отриманні вже відомого, використовується рядок зі словника [5]. Графічно алгоритм зображеній на рис.1. Основні фази алгоритму наступні.

1. Ініціалізація словника всіма можливими односимвольними фразами. Ініціалізація вхідної фрази ω (K) першим символом повідомлення.
2. Зчитати черговий символ K з кодованого повідомлення.
3. Якщо кінець повідомлення, то видати код для ω, інакше перейти до п. 4.
4. Якщо фраза ω (K) вже є в словнику, присвоїти вхідний фразі значення ω (K) і повернутися до п. 2, інакше видати код ω, додати ω (K) в словник, присвоїти вхідний фразі значення K і повернутися п. 2.
5. Кінець

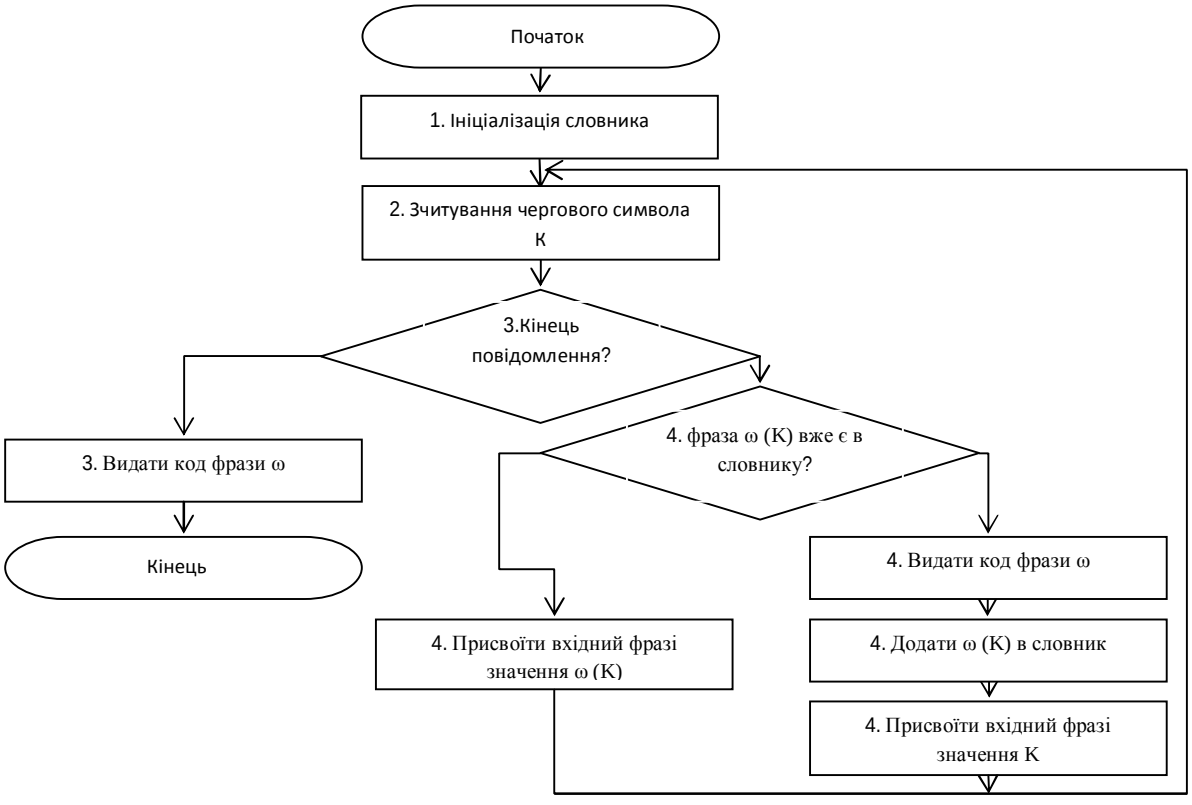


Рис.1. Алгоритм LZW (Розроблено за [5])

© Орлова М.М., Гудименко В.С.

Оскільки необхідно буде ущільнювати слова, що складаються з двійкових символів, то словник, який потрібно буде передавати разом з ущільненою інформацією, буде містити лише кількість двійкових розрядів, для яких декодер сам побудує таблицю початкових слів. Це зменшить надлишковість та, завдяки розмірам, ймовірність спотворення інформації необхідної для декодування ущільнення.

Обробка та кодування інформаційного потоку в низхідному каналі стандарту LTE. Для сучасних систем цифрової передачі інформації, формування сигналу в низхідному каналі мереж LTE є досить стандартним (рис. 2) і включає процедури канального кодування, скремблювання, формування символів модуляції, їх розподілу по антенним портам і ресурсним елементам (процедура попереднього кодування) і синтезу OFDM символів [1, 8].

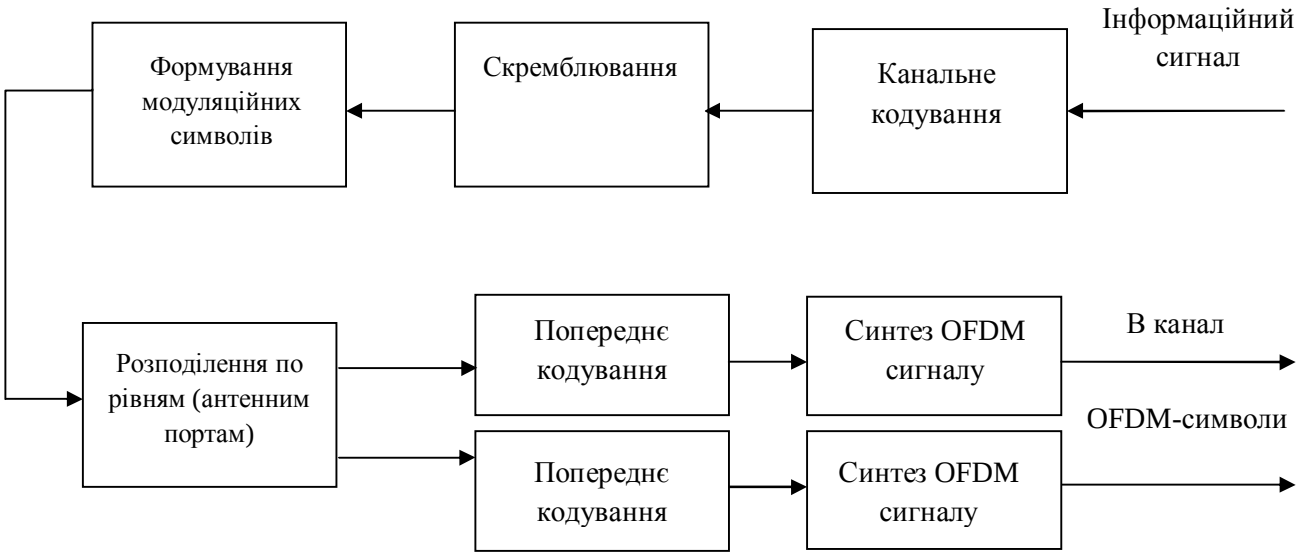


Рис. 2. Схема обробки інформаційного потоку в низхідному каналі стандарту LTE
(Розроблено за [1])

При обробці інформаційного потоку в процесі канального кодування для безпроводових мереж LTE використовується процес сегментації низхідного інформаційного потоку. Ця процедура має місце, якщо розмір транспортного блоку перевищує максимально допустимий розмір кодового блоку. Тоді транспортний блок розбивається на кодові блоки, і до кожного кодового блоку додається поле контрольної суми довжиною 24 біта, при цьому максимальний розмір кодового блоку складає 6144 біта [7].

Блоки з приєднаними контрольними сумами обробляються за допомогою турбо-кодера (рис.3) зі швидкістю кодування 1/3 [1]. Турбо-кодер реалізує завадостійке кодування яке називається «згорткове кодування».

В телекомунікаціях згорткове кодування — вид коригуючого кодування, сутність якого полягає у введенні надмірності в повідомлення, що буде передаватися, тобто у перетворенні m-бітної вхідної послідовності в n-бітну вихідну ($n \geq m$).

При цьому кодуванні кожні n символів містять m інформаційних і k перевірочних. Згорткові коди можуть мати різну надлишковість, але найбільш просто вони реалізуються при $m = k$, тобто коли $n = 2m = 2k$, а надмірність $Rk = m/n = 0,5$. Тоді відносну швидкість передачі R можна записати у вигляді:

$$R = 1 - Rk = m/n = m/2m = 0,5 \quad (1)$$

Значення кожного біта вихідної послідовності залежить від декількох значень вхідних бітів. Для того, щоб значення вихідного біта залежало від декількох вхідних у згортковому кодері застосовуються комірки пам'яті та логічні елементи XOR.

Безперечною перевагою згорткових кодів є можливість виявляти та виправляти групові спотворення, а певним недоліком — звуження області застосування лише потоковими кодами, що при передачі, наприклад, коротких повідомлень в умовах зашумленого каналу створює певні

© Орлова М.М., Гудименко В.С.

труднощі. Ці труднощі полягають у неможливості формування відомими методами контрольних та перевірочних символів для символів, які записані на початку та в кінці інформаційних блоків [6].

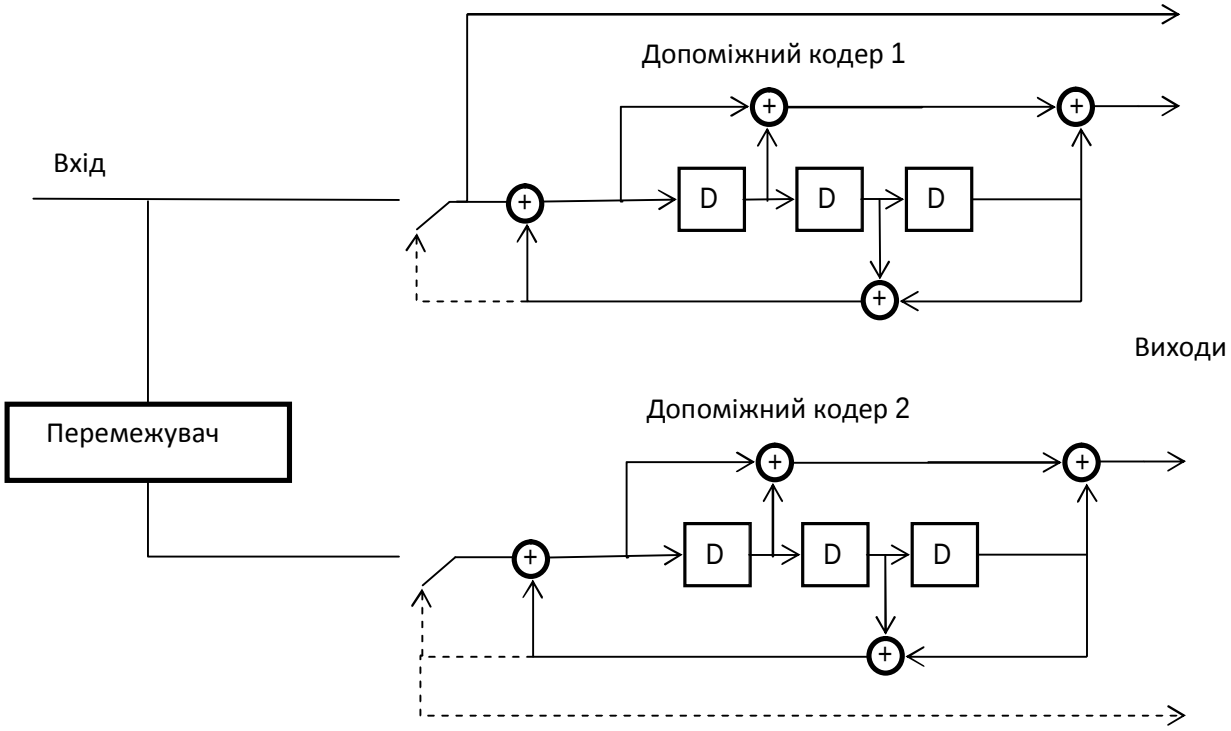


Рис.3 Турбо-кодер
(Розроблено за [1])

Модифікований спосіб обробки інформаційного потоку в низхідному каналі стандарту LTE. Для підвищення завадостікойсті при збереженні, по можливості, завантаженості каналу, пропонується застосувати модифікований спосіб обробки обробки інформаційного потоку в низхідному каналі стандарту LTE, який полягає в тому, що інформаційний потік попередньо ущільнюється, а звільнений після ущільнення інформаційний простір, використовується для відповідного завадостійкого кодування.

Таким чином, для застосування даного способу обробки інформаційного потоку до наведеної вище схеми обробки інформаційного потоку в низхідному каналі стандарту LTE (рис. 2), додається блок, який містить модулі ущільнення та кодування (рис. 4).

Додаткове завадостійке кодування буде залежати від успішності ущільнення. Як алгоритм додаткового кодування доцільно використати згорткове кодування, оскільки для цього вже є фізична реалізація турбо-кодера. Надлишковість, яку додасть кодування повинна дорівнювати звільненим після ущільнення бітам, не змінюючи таким чином загальної довжини інформаційного потоку.

Оскільки заповнення низхідного інформаційного потоку не визначене, то неможливо обрати єдину правильну довжину слова, яка забезпечить найкраще ущільнення.

Отже, необхідно інформаційний потік розбити на кодові слова (сегменти), які будуть початковими словами таблиці ущільнення, а потім ущільнити інформацію для усіх варіантів слів, довжиною 1-9 біт і порівняти отримані результати, обравши найкращий.

Необхідно врахувати, що ущільнення базується на повторенні послідовностей біт, при цьому, для довжини кодового блоку (6144 біт), ми матимемо гарантовані повторення для слів довжиною від 1 (2 різні слова) до 9 біт (512 різних слів). Для слів довжиною 10 і більше біт не гарантується повторень, оскільки слово довжиною 10 біт вже матиме 1024 різних комбінацій слів в початковому словнику. Для отримання гарантованих повторень необхідне виконання умови:

© Орлова М.М., Гудименко В.С.

$$2^n < L,$$
(2)

де: n – довжина слова у бітах, а L – кількість слів довжиною n, на які можна розбити кодовий блок.

Разом з цим, кожне збільшення довжини слова до n+1 біт призводить до збільшення кількості різних комбінацій слів початкового словнику (від 2^n до 2^{n+1}), відповідаючи експоненціальному зростанню кількості початкових слів, що призводить до додаткових часових втрат навіть на сучасних потужних пристроях. Отже, створювати варіанти ущільнення доцільно лише для довжин слів, при яких гарантовані повторення. Відповідно, будувати варіанти ущільнення для довжини слова 10 та більше біт надлишково.

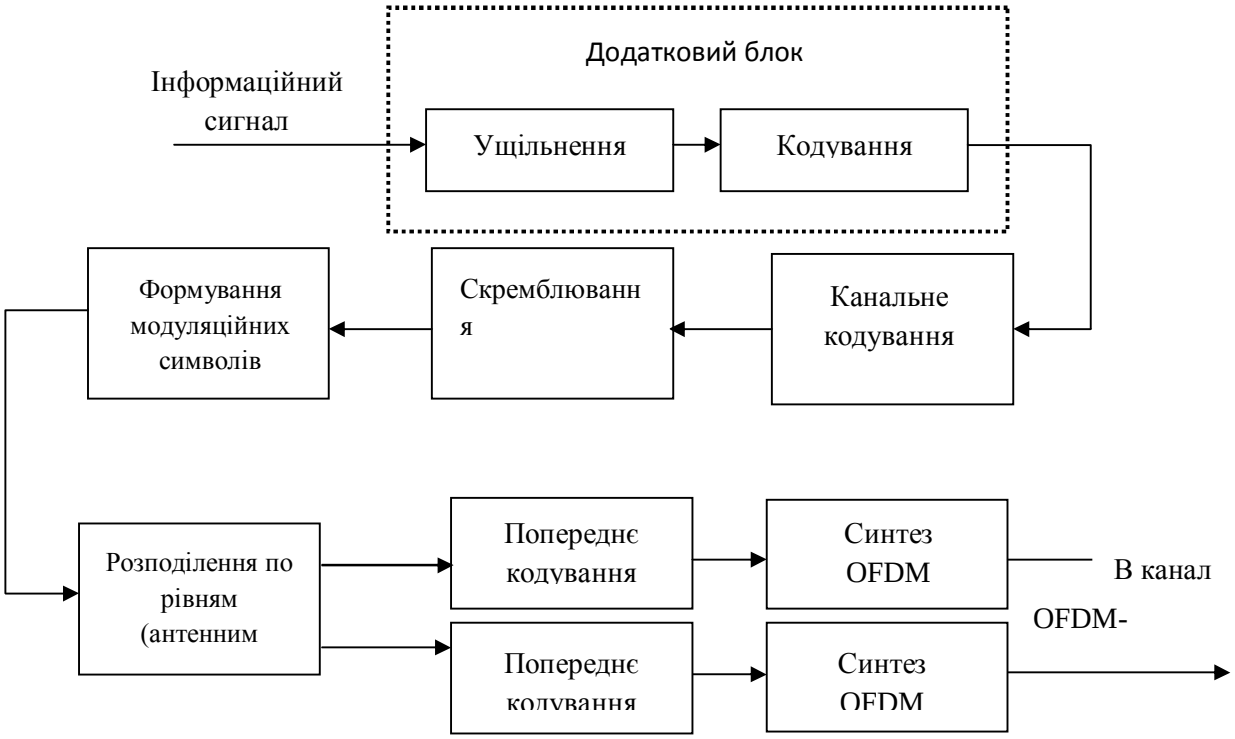


Рис. 4. Модифікована схема обробки інформаційного потоку в низхідному каналі стандарту LTE (Авторська розробка)

Проте якщо відокремити всі слова довжиною 10 біт з кодового блоку і кожне слово буде починатися з одного чи більше нулів, то такий кодовий блок можна ущільнити, оскільки в такому разі для його ущільнення буде достатньо лише половини комбінацій слів довжиною 10 біт, а кількість звільнених біт буде дорівнювати кількості слів, помноженому на кількість нулів, з яких починається кожне слово. Те ж саме справедливо для довжини слова 11 і більше біт, що надає додаткові можливості по швидкій оцінці ефективності ущільнення для довжини слова 10 та більше біт.

Висновки. Таким чином, використовуючи наведений вище спосіб обробки інформаційного потоку в низхідному каналі стандарту LTE, що об'єднує ущільнення та кодування можна досягти підвищення завадостійкості повідомлення для певних варіантів інформаційного потоку в безпроводових мережах LTE, збільшивши навантаження на кодер\декодер, але не збільшуючи навантаження на канал передачі даних. Наприклад, для слова довжиною 6 біт можна отримати мінімально 960, а максимально 1023 повторень на один кодовий сегмент, що надасть можливість ущільнити вхідну інформацію в найкращому випадку з 6144 біт до 1024 біт, а звільнені 5120 біт використати для завадостійкого кодування.

1. Система связи стандарта LTE / Центр Микроэлектронного Проектирования и Обучения [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://cmpo.vlsu.ru/edu/2013/A7.pdf

© Орлова М.М., Гудименко В.С.

2. Электронные средства сбора, обработки и отображения информациитронные средства сбора, обработки и отображения информаци / Кафедра промышленной электроники ТУСУР [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.ie.tusur.ru/books/COI/page_08.htm
3. Какие алгоритмы сжатия данных использует RAR? / RARLAB WinRAR [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.win-rar.ru/support/knowledge/detail.php?ID=952
4. LZMA / Википедия [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/LZMA
5. JagaJaga. Алгоритмы LZW, LZ77 и LZ78 / Хабрахабр [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://habrahabr.ru/post/132683/
6. Згорткове кодування / Вікіпедія [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F
7. Сжатие без потерь / Википедия [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B6%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B5_%D0%B1%D0%B5%D0%B7_%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%8C
8. 3GPP TS 36.211 V8.7.0 Technical Specification 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation(Release 8)
9. Nate Swanner. Old PC Graphics compared to modern SoC's / Android Authority [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.androidauthority.com/old-pc-graphics-compared-to-modern-tech-185038/

© Орлова М.М., Гудименко В.С.

УДК 621.391.7
Плахотний М.В. к.т.н. доцент, Коцар О.В. к.т.н. доцент, Коцар І.О. аспірант
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ТА БЕЗПЕКИ ПЕРВИННИХ ДАНИХ ОБЛІКУ В АСКОЕ

Плахотний М.В., Коцар О.В., Коцар І.О. Забезпечення захисту та безпеки первинних даних обліку в АСКОЕ. В роботі розглянуто аспекти захисту та безпеки даних комерційного обліку на рівні вимірювальних комплексів розподіленої автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії енергоринку України. Досліджено ризики щодо можливості видалення, коригування або спотворення даних обліку на всьому їхньому життєвому циклі, починаючи від первинних даних обліку, які формуються в приладах комерційного обліку електроенергії, і завершуючи даними обліку, які надходять на рівень об'єктів обліку. Визначено методи забезпечення захисту та безпеки первинних даних обліку на рівні вимірювальних комплексів. Запропонована модель забезпечення достовірності первинних даних обліку на всьому їхньому життєвому циклі.
Ключові слова: безпека, вимірювальний комплекс, дані комерційного обліку, достовірність, об'єкт обліку, первинні дані обліку.

Плахотный М.В., Коцар О.В., Коцар И.А. Обеспечение защиты и безопасности первичных данных учета в АСКУЭ. В работе рассмотрены аспекты защиты и безопасности данных коммерческого учета на уровне измерительных комплексов распределенной автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии энергорынка Украины. Исследованы риски возможности удаления, корректировки или искажения данных учета на всем их жизненном цикле, начиная от первичных данных учета, которые формируются в приборах коммерческого учета электроэнергии, и заканчивая данными учета, поступающих на уровень объектов учета. Определены методы обеспечения защиты и безопасности первичных данных учета на уровне измерительных комплексов. Предложена модель обеспечения достоверности первичных данных учета на всем их жизненном цикле.
Ключевые слова: безопасность, измерительный комплекс, данные коммерческого учета, достоверность, объект учета, первичные данные учета.

Plakhotny M.V., Kotsar O.V., Kotsar I.O. Providing of protection and safety of basic metering data in ACCMM. Some aspects of protection and safety of commercial metering data are in-process considered on the measurings coplexes level of distributed automated system for electrical energy commercial metering in electricity market of Ukraine. Investigated risks in relation to possibility of delete, correction or distortion of metering data on everything their life cycle, beginning from basic metering data, which are forms in electrical meters, and completing of metering data, which act on the metering objects level. Certainly methods of providing of protection and safety of basic metering data on the measurings complexes level. The model of authenticity of basic metering data providing is offered on everything their life cycle..
Keywords: safety, measuring complex, commercial metering data, authenticity, object of metering, basic metering data.

Постановка проблеми. В умовах запровадження в Україні ринку двохсторонніх договорів та балансуючого ринку (РДДБР) [1] надзвичайно важливого значення набувають вимоги до автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) в частині забезпечення захисту та безпеки даних комерційного обліку. Спотворення даних обліку призведе до недостовірності розрахунків за електричну енергію та зниження ефективності функціонування балансуючого механізму РДДБР, що врешті решт негативно відіб'ється на ефективності використання електричної енергії кінцевими споживачами. Слід зазначити, що в загальному випадку дані комерційного обліку електричної енергії не є таємною інформацією і згідно вимог чинних нормативних документів не вимагають спеціального захисту. Проте, в умовах РДДБР, коли вартість електричної енергії визначатиметься реальному часі і протягом доби може коливатися в широких межах, такий підхід щодо безпеки та захисту даних комерційного обліку варто переглянути.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізуючи фактори, які впливають на достовірність та актуальність даних комерційного обліку [2-6], можна сформулювати наступні умови ефективного застосування повномасштабної багатофункціональної АСКОЕ в РДДБР України:

- наявність єдиної нормативної бази, яка містить цілісний комплекс вимог щодо побудови, впровадження та застосування АСКОЕ;
- визначення та затвердження єдиних правил застосування в АСКОЕ приладів комерційного обліку електроенергії;
- запровадження уніфікованих технічних рішень на всіх рівнях розподіленої АСКОЕ енергоринку України;

© Плахотний М.В., Коцар О.В., Коцар І.О.

- визначення та затвердження цілісного комплексу правил формування, узгодження, передавання та використання даних обліку електричної енергії в розподіленій АСКОЕ енергоринку України;
- визначення метрологічного забезпечення комерційного обліку електричної енергії в енергоринку України;
- визначення процедур верифікації та валідації даних комерційного обліку електричної енергії в розподіленій АСКОЕ енергоринку України;
- забезпечення узгодженого функціонування АСКОЕ суб'єктів РДДБР в єдиній розподіленій АСКОЕ енергоринку України;
- забезпечення захисту та безпеки даних обліку електричної енергії на всіх рівнях розподіленої АСКОЕ енергоринку України.

Опираючись на результати багаторічних досліджень, зокрема на підставі аналізу світового досвіду побудови автоматизованих систем управління в сфері електроенергетики, виконаних в Інституті енергозбереження та енергоменеджменту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» (НТУУ «КПІ»), можна стверджувати, що виконання вищенаведених вимог дозволить створити передумови для якісної побудови, впровадження, узгодженого функціонування й ефективного застосування АСКОЕ суб'єктів РДДБР в єдиній розподіленій АСКОЕ енергоринку України та забезпечить достовірність й актуальність даних комерційного обліку за будь-якої моделі енергоринку [2].

Слід однак підкреслити, що очікуваний ефект може бути досягнутий лише за умови виконання цілісного комплексу умов. Виконання лише окремих вимог до АСКОЕ без вирішення всього комплексу завдань не призведе до очікуваного ефекту. При цьому завдання забезпечення захисту та безпеки даних комерційного обліку електричної енергії на всьому їхньому життєвому циклі є одним з першочергових [7].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Дані комерційного обліку є інформаційною основою для здійснення розрахунків за електричну енергію в ОРЕ України. Проте, починаючи від моменту зчитування первинних даних обліку з лічильника електроенергії, ці дані втрачають «механічний» захист і в подальшому стають уразливими для ймовірних зовнішніх впливів, ненавмисних чи навмисних, які загрожують, зокрема, їхнім видаленням (знищенням), модифікуванням або спотворенням. Саме тому питання безпеки та захисту даних комерційного обліку, як і первинних даних обліку, на всьому життєвому циклі, зокрема під час їхнього формування, передавання, оброблення, документування, відображення тощо стає надважливішим завданням, вирішенню якого необхідно приділити особливу увагу під час побудови АСКОЕ РДДБР.

В [8] було запропоновано концептуальну модель забезпечення комплексного захисту та безпеки даних обліку на всьому їхньому життєвому циклі, згідно якої первинні дані обліку, які зберігаються в первинній базі даних багатофункціональних електронних лічильників електроенергії, де вони захищені від зовнішніх впливів, є базою даних комерційного обліку, що використовуються в розрахунках за електричну енергію. Визначено потенційні загрози цілісності та достовірності даних обліку на етапах їхнього формування, передавання, оброблення, зберігання та відображення. Зазначено, що на кожному рівні розподіленої АСКОЕ енергоринку України мають бути додатково досліджені та реалізовані ефективні методи та засоби захисту даних обліку.

Формулювання мети досліджень. Метою цієї роботи є дослідження методів і засобів забезпечення захисту та безпеки даних обліку на рівні вимірювальних комплексів розподіленої АСКОЕ енергоринку України задля формування єдиної політики інформаційної безпеки даних обліку електроенергії на оптовому і роздрібному ринках електричної енергії.

Викладення основного матеріалу досліджень. Електрична енергія вимірюється лічильниками електроенергії – вимірювальними приладами, які обчислюють добутки миттєвих значень напруги й струму та інтегрують обчислені значення електричної потужності в часі [9]. З метою забезпечення комерційного погодинного обліку в ОРЕ України Правилами ринку [10] та Інструкцією про порядок комерційного обліку електроенергії (ІКО) [11] вимагається застосування засобів диференційованого обліку електроенергії – інтервальних лічильників, які вимірюють та фіксують значення вимірюваної величини за встановлений часовий інтервал або на початок та кінець установленого часового інтервалу [12]. Значення кількості електроенергії, виміряної за кожну годину доби, прив'язується до відповідної цій годині часової позначки, яка супроводжуватиме це виміряне значення протягом всього його подальшого існування, зокрема під

© Плахотний М.В., Коцар О.В., Коцар І.О.

час оброблення, зберігання та використання в розрахунках за електричну енергію в ОРЕ України. Крім того, до кожного значення кількості електроенергії «прив'язуються» ознаки його якості – формалізований цифровий код, який містить певні відомості щодо достовірності цього значення [13, 14].

Значення кількості електроенергії разом із позначками часу, яким вони відповідають, та кодами якості (достовірності) цих значень утворюють нероздільні групи. Спотворення або втрата будь-якої з трьох компонент робить негідним це значення, зумовлюючи неможливість його подальшого використання, зокрема в розрахунках за електричну енергію в ОРЕ України.

В якості інтервальних лічильників в Україні застосовуються багатофункціональні електронні лічильники електроенергії, які отримали назву «Розумні лічильники» або SMART-лічильники (Self Monitoring, Analysis and Reporting Technology – що означає «самоконтролююча, аналізуючи та звітуючи технологія») [15]. Зазвичай, такі лічильники формують добові графіки (профілі) навантаження/електроспоживання – масиви даних, які містять певну кількість значень усередненої за обраний часовий інтервал електричної потужності або кількості електроенергії, виміряної за цей інтервал. В окремих випадках інтервальний лічильник фіксує покази на границях кожного часового інтервалу. Зазвичай кожне значення в масиві маркується часовою позначкою, якій відповідає це значення, а сам масив – датою, якій відповідає весь масив. В окремих типах інтервальних лічильників кожне значення профілю навантаження зберігається незалежно від інших значень того ж самого профілю і маркується датою і часом, яким це значення відповідає.

Окрім профілів навантаження багатофункціональні електронні лічильники електроенергії визначають параметри обліку електроенергії, зокрема кількість електроенергії та максимальне значення потужності за тарифними зонами тощо, генерують первинні коди якості даних, вимірюють інші фізичні величини, зокрема час, частоту, напругу, струм тощо, а також формують журнал подій – формалізований звіт про результати функціонування лічильника. В сукупності ця інформація називається первинними даними обліку [11], які зберігаються в ПБД багатофункціонального електронного лічильника електроенергії, де вони захищені від видалення, модифікації або спотворення, зокрема метрологічними пломбами.

В подальшому первинні дані обліку зчитуються технічними засобами АСКОЕ [16] і піддаються обробленню на різних рівнях АСКОЕ [17], під час якого на їхній основі формуються дані комерційного обліку електроенергії, а до первинних кодів якості первинних даних обліку долучаються додаткові ознаки, утворюючи тим самим результуючі коди якості (достовірності) даних комерційного обліку електроенергії [13, 14].

Первинні дані обліку зберігаються в ПБД багатофункціонального електронного лічильника електроенергії, де в загальному випадку унеможливлене їхнє видалення (спотворення) без порушення цілісності метрологічних пломб, якими захищений вимірювальний пристрій лічильника. Доступ до ПБД здійснюється комунікаційними портами лічильника за допомогою оригінального комунікаційного протоколу лічильника. Первинні дані обліку зазвичай передаються з ПБД лічильника за запитом у «відкритому» вигляді, як правило разом із локальним ідентифікатором у вигляді логічного номера лічильника в АСКОЕ об'єкту обліку. В окремих випадках може використовуватися глобальний ідентифікатор у вигляді заводського номеру лічильника.

Під час зчитування цих даних АСКОЕ об'єктів обліку [17] дані надходять до пристрою збирання та передавання даних (ПЗПД) або іншого базового пристрою АСКОЕ об'єкту обліку (зокрема, до локального сервера), який може зберігати їх в базі даних (БД) з метою подальшого оброблення та застосування. Первинні дані обліку можуть зчитуватися устаткуванням вищих рівней розподіленої АСКОЕ ОРЕ України [17] (наприклад, локальним або регіональним), оминаючи рівень об'єктів обліку, та зберігатися безпосередньо в БД АСКОЕ відповідного рівня. Також можливі застосування на рівні об'єктів обліку мультиплексорів без функції зберігання даних, які забезпечують «прямий» транзит первинних даних обліку, зокрема між ПБД лічильника та безпосередньо БД вищих рівней АСКОЕ.

В будь-якому випадку первинні дані обліку, під час зчитування з ПБД, надходять до відповідного рівня розподіленої АСКОЕ ОРЕ України [17], де згідно чинних нормативних вимог ОРЕ України [18] повинні зберігатися в базі необроблених даних обліку. На етапі завантаження до БД необробленим даним обліку має бути привласнена позначка часу, що відповідає часу їхнього завантаження до БД, та модифікований код якості цих даних, зокрема з метою додаткового фіксування способу надходження необроблених даних обліку до БД [14].

© Плахотний М.В., Коцар О.В., Коцар І.О.

В подальшому необроблені дані обліку піддаються поетапному обробленню на різних рівнях розподіленої АСКОЕ ОРЕ України, в результаті чого визначають дані комерційного обліку – приведені до межі балансової належності електричних мереж суміжних суб'єктів ОРЕ, зокрема агреговані, дані обліку, які в подальшому застосовуються під час розрахунків за електричну енергію в ОРЕ України – розрахункові дані. На кожному етапі оброблення даним комерційного обліку привласнюється модифікований код якості цих даних, зокрема з метою додаткового фіксування ступеню оброблення цих даних, ступеню їхнього агрегування, способу надходження до БД відповідного рівня тощо. Якщо під час оброблення даних обліку виникає необхідність використання даних ручного завантаження, цей факт також має бути відбитий в модифікованому коді якості даних комерційного обліку [14].

Слід зазначити, що відповідно до чинних нормативних вимог ОРЕ України, результуючі дані комерційного обліку, зокрема агреговані, повинні зберігатися у БД АСКОЕ суб'єкта ОРЕ окремо від необроблених даних обліку. При цьому всі дані обліку повинні зберігатися в БД АСКОЕ не менше терміну позовної давності [19]. Слід також зауважити, що ця вимога має сенс лише в разі, якщо буде здійснюватися багатоступеневий контроль достовірності даних обліку під час виконання кожної операції над ними, а власне дані обліку, що зберігаються в БД на різних рівнях розподіленої АСКОЕ ОРЕ України, будуть надійно захищені від модифікування та видалення, зокрема засобами систем управління базами даних (СУБД).

Таким чином забезпечення достовірності первинних даних обліку є чи не найголовнішим завданням комплексного забезпечення захисту та безпеки даних комерційного обліку електроенергії, розв'язання якого слід починати з найнижчого рівня розподіленої АСКОЕ енергоринку України – рівня вимірювальних комплексів. Відповідно до [11] під вимірювальним комплексом розуміють засоби вимірювальної техніки (ЗВТ) – трансформатори напруги (ТН), трансформатори струму (ТС), лічильники електроенергії з інтегрованими первинними вимірювальними перетворювачами (ПВП) кількості активної та реактивної енергії, виміряної опорним лічильником, в число імпульсний та/або цифровий код, а також їхні вторинні кола, що з'єднані між собою за встановленою схемою для вимірювання та обліку електричної енергії в точці електричної мережі. Відповідно до [8] на рівні вимірювальних комплексів вирішуються такі завдання щодо обліку електричної енергії:

- вимірювання електричної енергії;
- визначення первинних даних обліку;
- відображення результатів вимірювання та обліку електричної енергії на відліковому пристрою або інформаційному табло;
- формування ПБД;
- забезпечення доступу до ПБД через цифрові комунікаційні інтерфейси приладів обліку електроенергії.

З метою забезпечення функціонування АСКОЕ на рівні вимірювальних комплексів виконуються такі дії:

- параметрування приладів обліку електроенергії, зокрема багатофункціональних електронних лічильників електроенергії, перед встановленням в точці вимірювання та в експлуатації;
- регулярне коригування часу з метою прив'язки шкал часу (ШЧ) інтегрованих годинників приладів обліку електроенергії до національної шкали координованого часу (НШКЧ);
- періодичне зчитування параметрів обліку, що формуються приладами обліку електроенергії, з метою визначення результуючих даних комерційного обліку, контролю поточних параметрів виробітку/споживання електричної енергії та/або контролю вірності приєднання лічильника до електричної мережі.

Крім того, ЗВТ, що входять до складу вимірювальних комплексів, мають бути метрологічно забезпечені. Метрологічне забезпечення вимірювальних комплексів передбачає:

- державні приймальні та періодичні контрольні випробування ЗВТ, що входять до складу вимірювальних комплексів, з метою внесення їх до Державного реєстру ЗВТ, допущених до застосування в Україні;
- первинну повірку ЗВТ, що входять до складу вимірювальних комплексів, під час випуску з виробництва;
- періодичну (позачергову, експертну) повірку ЗВТ, що входять до складу вимірювальних комплексів, в експлуатації.

© Плахотний М.В., Коцар О.В., Коцар І.О.

З метою запобігання несанкціонованого втручання в результати функціонування вимірювальних комплексів, вимірювальні пристрої (механізми) ЗВТ підлягають опломбуванню. Опломбуванню також підлягають їхні вторинні кола та інші з'єднання на об'єкті експлуатації. Таким чином, нормативне забезпечення комерційного обліку електричної енергії в Україні містить ряд вимог щодо забезпечення захисту та безпеки первинних даних обліку.

Проте, чинні нормативні вимоги не є досконалими і з розвитком інформаційних технологій виникає все більше ризиків потенційного неконтрольованого впливу на первинні дані обліку, в першу чергу під час їхнього зчитування з ПБД приладів обліку електроенергії і передавання на верхні рівні розподіленої АСКОЕ енергоринку України. Можна сформулювати такі умови забезпечення достовірності даних комерційного обліку електроенергії:

- для комерційного обліку електричної енергії застосовуються прилади обліку, яким довіряють суб'єкти енергоринку;
- прилади, що встановлені в точках комерційного обліку електроенергії, працюють вірно;
- вимірювання електричної енергії у всіх точках комерційного обліку ОРЕ синхронізовані і прив'язані до НШКЧ [4];
- дані комерційного обліку електроенергії, на підставі яких здійснюються розрахунки в енергоринку України, базуються виключно на первинних даних обліку, що формуються приладами комерційного обліку електроенергії;
- процедура формування даних комерційного обліку цілком автоматизована і є повністю формалізованою, абсолютно прозорою і зрозумілою всім суб'єктам енергоринку.

Для створення умов забезпечення достовірності даних комерційного обліку електроенергії повинні бути встановлені загальні технічні вимоги до приладів обліку електроенергії, лише за умови виконання яких прилад може бути допущений і прийнятий до обліку електроенергії в ОРЕ України [3]. Серед базових вимог можна сформулювати такі:

прилад обліку не повинен допускати видалення (обнулення) виміряних (накопичених) даних без механічного пошкодження пломби, що захищає вимірювальний пристрій, зокрема ПБД приладу;

- прилад обліку не повинен допускати замінення (модифікування) виміряних (накопичених) даних, зокрема ПБД приладу;
- прилад обліку не повинен допускати його дистанційне перепрограмування (параметрування) без застосування спеціального паролю, окремого від паролю на зчитування даних (якщо такий існує). Рекомендується застосовувати прилади обліку з багатоступеневою системою паролів доступу для його перепрограмування (параметрування);
- прилад обліку повинен забезпечувати можливість дистанційного коригування часу з абсолютною похибкою не більшою за ±1 с на умовах гарантованого збереження ПБД під час виконання процедури коригування часу;
- прилад обліку повинен фіксувати та зберігати в ПБД протягом визначеного терміну покази лічильника, поточні час та дату на кожний момент його вимкнення/ввімкнення. Термін зберігання зафіксованих значень повинен бути встановлений, виходячи з чинних регламентів контролю даних комерційного обліку електроенергії в ОРЕ;
- прилад обліку повинен фіксувати та зберігати в ПБД протягом визначеного терміну факт настання та опис будь-якої події, яка будь-яким чином може впливати на результати вимірювання (обліку) електричної енергії та/або формування первинних даних обліку. Перелік подій та термін їхнього зберігання в ПБД повинен бути встановлений Головним оператором виходячи з чинних регламентів контролю даних комерційного обліку електроенергії в ОРЕ;
- прилад обліку повинен зберігати вміст ПБД (в т.ч. за відсутності зовнішнього живлення) протягом встановленого терміну. Термін зберігання повинен бути встановлений, виходячи з чинних регламентів контролю даних комерційного обліку електроенергії в ОРЕ;
- прилад обліку, що призначений для встановлення в точці обліку, в якій технологічно можливе вимкнення вимірювальних кіл напруги, повинен бути забезпечений пристроєм резервного живлення;
- прилад обліку повинен бути забезпечений комплектом технічної документації, зокрема з його експлуатації, програмування (параметрування), коригування часу, формування ПБД, забезпечення дистанційного доступу до ПБД тощо, достатньої для надійної реалізації цих дій;
- інші вимоги, які буде визначено, як обов'язкові.

© Плахотний М.В., Коцар О.В., Коцар І.О.

Лише за умови відповідності встановленим вимогам прилад обліку може бути допущений та прийнятий до комерційного обліку електроенергії в енергоринку України на підставі відповідного запису, який повинен робитися в описі типу приладу обліку.

Під час побудови АСКОЕ необхідно враховувати такі вимоги щодо забезпечення захисту та безпеки первинних даних обліку:

- слід уникати технічних рішень, які дозволяють доступ до приладу обліку загальнодоступними мережами, зокрема Internet, GSM тощо. Перевагу слід віддавати корпоративним мережам, доступ до яких є обмеженим;
- слід уникати технічних рішень, які не дозволяють контролювати характер доступу до приладу обліку, зокрема зчитування та запис. Перевагу слід надавати технічним рішенням, які в нормальному режимі дозволяють лише зчитувати ПБД приладу обліку. Для здійснення операції запису в прилад обліку, зокрема під час його параметрування, в цьому випадку необхідно втручання оператора АСКОЕ;
- необхідно забезпечувати контроль за трафіком під час обміну даними з приладом обліку і застосовувати технічні рішення, що запобігають «захоплення» приладу обліку одним клієнтом на тривалий час;
- повинна передбачатися процедура авторизації та автентифікації клієнта як під час запису даних до приладу обліку, так і під час зчитування даних обліку. Авторизація та автентифікація повинна забезпечуватися як відповідними ідентифікаторами і паролями, так і застосування фіксованих мережевих адрес клієнтів кожного приладу обліку;
- слід застосовувати технології захисту даних під час їхнього передавання відкритими мережами, зокрема шляхом шифрування даних. За можливості слід застосовувати технології цифрових сертифікатів з метою ідентифікації джерела даних.

Висновки. Результатом послідовного вдосконалення і впровадження ефективних методів та засобів забезпечення захисту та безпеки даних обліку в АСКОЕ на базі передових інформаційних технологій має стати гарантоване забезпечення повноти, достовірності та актуальності даних комерційного обліку електроенергії, що сприятиме підвищенню прозорості розрахунків в енергоринку України. При цьому найбільшу увагу слід приділяти захисту та безпеці саме первинних даних обліку, що формуються приладами комерційного обліку електроенергії і становлять основу для визначення розрахункових даних комерційного обліку. Саме достовірність первинних даних обліку забезпечує якісні розрахунки за електричну енергію в енергоринку України.

З метою забезпечення надійного захисту та безпеки первинних даних обліку має бути запроваджений комплексний підхід, що базується на реалізації низки організаційних і технічних методів захисту інформації, які передбачають вдосконалення метрологічного забезпечення АСКОЕ, обмеження і структурування доступу до приладів комерційного обліку та інформаційної мережі АСКОЕ, авторизацію та автентифікацію клієнтів, захист даних та інших повідомлень, що передаються відкритими комунікаціями, формування кодів якості (достовірності) даних обліку, а також верифікацію та валідацію необроблених даних обліку та даних комерційного обліку на кожній ділянці розподіленої АСКОЕ енергоринку України.

1. Про засади функціонування ринку електричної енергії України [Електронний ресурс] // Закон України №663-VII від 24.10.2013 – Режим доступу до ресурсу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/663-vii

2. Коцар О.В. Комплексне забезпечення достовірності та актуальності даних комерційного обліку в умовах запровадження в Україні ринку двохсторонніх договорів і балансуючого ринку // Енерг. та електрифікація, 2011. – №3 – С.27 – 39.

3. Коцар О.В. Формування даних комерційного обліку в умовах енергоринку // Енерг. та електрифікація, 2012. – №12 – С.42 – 46.

4. Коцар О.В. Керування часом в АСКОЕ / Метрологічне забезпечення обліку електричної енергії в Україні // VIII Науково-практична конференція – Матеріали, Київ, 2011. – С.51 – 63.

5. Коцар О.В. Забезпечення повноти, достовірності та актуальності даних комерційного обліку в ОРЕ України / Електричні мережі: сучасні проблеми моніторингу та керування-2012 // Перша науково-практична конференція. – Матеріали, с. Жденієве, Закарпатська обл., Україна, 2012. – С.78 – 87.

6. Коцар О.В. Особливості побудови та застосування АСКОЕ в РДДБР // Міжнародна науково-технічна конференція «Термографія і термометрія. Метрологічне забезпечення вимірювань та випробувань (СИСТЕМИ-2013)» – Національний університет «Львівська політехніка», Україна, 23-27 вересня 2013 р. – Тези доповідей, Львів, 2013 р. – С.185 – 186.

7. Плахотний М.В., Коцар О.В., Коцар І.О. Деякі аспекти захисту даних комерційного обліку електроенергії в енергоринку України // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки, 2014. – №3 – С.61 – 66.

© Плахотний М.В., Коцар О.В., Коцар І.О.

8. Плахотний М.В., Коцар О.В., Коцар І.О. Забезпечення комплексного захисту і безпеки даних комерційного обліку електроенергії в енергоринку України // Енерг. та електрифікація, 2014. – №5 – С.34 – 40.

9. Головкин П.И. Энергосистемы и потребители электрической энергии. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 359 с., ил.

10. Правила Оптового ринку електроенергії України (Правила ринку). Додаток 2 до Договору між членами Оптового ринку електроенергії / Затв. Радою Оптового ринку електроенергії України 02.10.1997р.

11. Інструкція про порядок комерційного обліку електроенергії. Додаток 10 до Договору між членами Оптового ринку електроенергії / Затв. Радою Оптового ринку електроенергії України, протокол від 09.06.1998р. №8.

12. Проект Кодексу комерційного обліку електроенергії / Версія 1.1 від 30.11.2011р.

13. Плахотный Н.В., Коцарь О.В., Мазан В.В., Коцарь И.О. О достоверности данных коммерческого учета электрической энергии в распределенных АСКУЭ // Міжнародна науково-технічна конференція «Комп'ютерні системи та мережні технології» – Збірник наук. праць «Проблеми інформатизації та управління», Київ, 2008. – С. 169 – 172.

14. Інструкція про порядок формування кодів якості даних комерційного обліку електроенергії [Електронний ресурс] / Розроб.: О.В.Коцар керівн.розроб., Ю.А.Расько // ГО ОРЕ, Київ, 2013 – 32с. – Режим доступу до ресурсу: http://www.er.gov.ua/doc.php?c=13.

15. Праховник А.В., Денисюк С.П., Коцар О.В. Принципи організації взаємодії компонент Smart Grid // Енерг. та електрифікація, 2012. – №8 – С.68 – 75.

16. Коцар О.В. Класифікація АСОЕ // Енерг. та електрифікація, 2010. – №10 – С.41 – 50.

17. Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку України [Електронний ресурс] // Затв. спільним наказом Мінпаливенерго, НКРЕ, Держкоменергозбереження, Держстандарту, Держбуду та Держкомпромполітики України від 17.04.2000р. №32/28/28/276/75/54.

18. Вимоги до порядку збору, обробки та обміну даними комерційного обліку електроенергії в ОРЕ України / Розроб.: О.В.Коцар – керівн. розроб., Ю.О.Расько // Затв. ІЕЕ НТУУ «КПІ» 10.01.2013р. – 75с.

19. Концепція Інформаційно-обчислювального комплексу Головного оператора Системи комерційного обліку Оптового ринку електроенергії України / Розроб.: А.В.Праховник (керівн.розроб.), О.В.Коцар, Ю.А.Расько // Затв. ДП «Енергоринок» 10.11.2011р., Київ, 2011 – 68с.

© Плахотний М.В., Коцар О.В., Коцар І.О.

УДК 004.45
Поморова О.В. д.т.н., проф., Фурман Ю.І. магістр
Хмельницький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОДІЇ АВТОМАТИЧНОЇ ПОБУДОВИ DOM-СТРУКТУР ДЛЯ WEB РЕСУРСІВ

Поморова О.В., Фурман Ю.І. Дослідження швидкодії автоматичної побудови DOM-структур для WEB ресурсів. В статті представлено результати дослідження особливостей автоматичної побудови DOM-структур web-браузерами та швидкодії браузерів. Розглядаються методи створення та результати побудови DOM-структур різними web-браузерами. Дослідження швидкодії проводиться шляхом визначення швидкості побудови DOM для різних типів web-сторінок. Аналізуються основні проблеми, що виникають при створенні DOM-структур.
Ключові слова: Структура web-документа, DOM-структура, об'єктна модель документа, оцінка швидкодії.

Поморова О.В., Фурман Ю.И. Исследование быстродействия автоматического построения DOM-структур для WEB ресурсов. В статье представлены результаты исследования особенностей автоматического построения DOM-структур web-браузерами и быстродействия браузеров. Рассматриваются методы создания и результаты построения DOM-структур разными web-браузерами. Исследование быстродействия проводится путем определения скорости построения DOM для различных типов web-страниц. Анализируются основные проблемы, возникающие при создании DOM-структур.
Ключевые слова: Структура web-документа, DOM-структура, объектная модель документа, оценка быстродействия.

Pomorova O.V., Furman Y.I. Research of speed for automatic construction of DOM-structures for WEB resources. The article presents the results of studies of the DOM-structures automatic construction by web-browsers and browser's performance. The methods of creating and the results of constructing DOM-structures of various web-browsers are considered. Research carried out by determining the speed of the DOM constructing for different types of web-pages. The main problems encountered when creating a DOM-structures are analyzed.
Keywords: Structure of web-document, DOM-structure, document object model, evaluation of performance.

Вступ. На сьогодні web-серфінг є невід'ємною частиною життя користувачів глобальних мереж. Доступ до сервісів електронної пошти, соціальних мереж та до інших web-сайтів користувачі отримують за допомогою спеціалізованих програм – web-браузерів. Основними їх функціями є: побудова DOM-структур, завантаження скриптів, стилів, рендеринг web-сторінок, і т.і. Користувачі надають перевагу тим браузерам, які швидко видають повний перелік web-ресурсів. Задачею браузера у цьому випадку є побудова структури сайту та автоматичне виявлення шаблонів розмітки, тому для розробників пошукових машин актуальним є пошук найбільш оптимальних алгоритмів, котрі швидко і ефективно будують DOM-структури сайтів [1].

DOM (Document object model) – об'єктна модель документа, котра є представленням документа у вигляді ієрархії структурних частин –вузлів. DOM розпізнає вміст web-сторінок і структурує їх в зручній для використання іншими засобами формі [2]. Також DOM надає можливість доступу до динамічної модифікації структури, змісту та оформлення документу. Вірно побудована DOM-структура надає пошуковій машині вичерпну інформацію про вміст web-ресурсу та суттєво зменшує час пошуку. DOM-структури різних ресурсів значно відрізняються між собою, тому актуальною задачею є приведення їх до одного шаблону та пошук однакових рис. Вирішення цієї задачі дозволить більш ефективно проводити аналіз web–ресурсів та зменшити час їх опрацювання.

Постановка задачі. Метою дослідження є виявлення особливостей автоматичної побудови DOM-структур різними web-браузерами та оцінка їх швидкодії.

Для досягнення цієї мети потрібно:

- дослідити відомі методи побудови DOM-структур;
- провести експериментальні дослідження із визначення швидкості побудови DOM-структур різними web-браузерами.

Методи побудови DOM-структур. DOM-структури дозволяють представляти web–ресурси у зручній для їх опрацювання формі, також вони надають можливість доступу до динамічної модифікації структури, змісту та оформлення web–документів. Кожен вузол DOM-структури розглядається як об'єкт із властивостями, методами і подіями, які підкоряються відношенню наслідування і об'єднуються в масиви чи колекції.

DOM – це програмний інтерфейс, що визначає:

© Поморова О.В., Фурман Ю.І.

- інтерфейси і об'єкти, що використовуються для представлення і маніпуляції web-документами;
- семантику всіх інтерфейсів і об'єктів, включаючи їх атрибути і реакцію на події;
- взаємозв'язки між цими інтерфейсами і об'єктами.

Варто зазначити, що web-браузери не зобов'язані використовувати DOM для виконання html-документу, але для реалізації динамічної зміни вигляду сторінки вона є обов'язковою, адже саме DOM є інструментом, який дозволяє скриптовим мовам програмування бачити вміст html-сторінок і стан web-браузера [1,3].

Є чотири рівні DOM, які стандартизував Консорціум W3C, кожен з них є доповненням іншого:

- рівень 0 – використовувався у web-браузерах Netscape і Internet Explorer. Містить деякі примітивні методи і властивості. Частково увійшов до стандарту HTML 4;
- рівень 1 – описує програмні інтерфейси для роботи з XML і HTML;
- рівень 2 – розширює опис інтерфейсів для XML, HTML, добавляє підтримку XHTML, описує події W3C, описує роботу з CSS. На сучасному етапі є основним рівнем;
- рівень 3 – розширює існуючі специфікації доповненнями, що призначені для спрощення представлення DOM і покращують взаємодію з сучасними web-технологіями.

Коректна побудова DOM є важливою у контексті швидкості і надійності доступу до web-контенту. Не дивлячись на її стандартизацію, різні web-браузери мають свої, специфічні особливості побудови DOM, які застосовуються для покращення функціонування, зручності використання та відображення web–документів. На сьогодні використовують два методи створення подібних структур:

- із використанням розпізнавання тегів;
- із використанням розпізнавання тегів і їх візуального представлення.

Метод, що використовує лише теги є досить простим. Більшість html тегів працюють в парі. Кожна пара складається з відкриваючого і закриваючого тегів (позначаються < > і < /> відповідно). В межах кожної тег–пари може знаходитись різна кількість інших тег-пар, але всі вони відповідають визначеній html-документом структурі. Html-сторінка будується за певними правилами, тому створити на основі її коду DOM-структуру у вигляді дерева досить просто. В дереві кожна пара тегів представлена у вигляді вузла, а вкладені в них теги – нащадками даного вузла.

Перед побудовою дерева з html-кодом потрібно провести певні дії:

- «очищення» html-коду. Деякі теги не потребують закриваючих тегів (наприклад <li>,<hr>,<p>), хоча вони і мають їх. Для використання даного методу побудови DOM-структури кількість закриваючих і відкриваючих тегів повинна бути збалансована. Погано форматовані теги теж повинні бути виправлені. Тут виникає проблема з вкладеністю, адже знайти помилку (відсутність тегу) у багаторівневій структурі досить складно. Для цього часто застосовують стороннє програмне забезпечення.
- Побудова дерева. DOM-структура у вигляді дерева будується наступним чином: в першу чергу відбувається витяг токенів (значимих частин, що відповідають певній структурі), починаючи з початку документу. Для цього створюється порожній стек *S*, котрий містить усю інформацію про предків елемента DOM-структури, що обробляється. Після зчитування стартового тегу <*e*>, для даного елемента створюється вузол d_e . Будь-які атрибути чи значення, пов'язані з даною парою тегів аналізуються і зберігаються, створюючи таким чином вузол у DOM-структурі. Якщо стек *S* не пустий, це означає що вузол d_e вже створений. Він стає крайнім правим дочірнім вузлом створеного раніше батьківського вузла. Створена пара (d_e, *e*) заноситься в стек. Якщо *e* – заключний текст, для нього створюється окремий вузол в DOM-структурі і прив'язується як «текстовий» дочірній до вузла d_e. Аналіз продовжується поки не буде зчитаний закриваючий тег </*e*>. Далі здійснюється перевірка на відповідність відкриваючого тегу, що знаходиться на вершині стека і закриваючого тегу.
- У випадку неспівпадання імен подальший аналіз документу припиняється, і він вважається некоректно сформованим. В іншому випадку вершина стеку очищається і аналіз продовжується. Після обробки останнього символу документу, якщо стек *S* – порожній, то DOM-

© Поморова О.В., Фурман Ю.І.

структура сформовано коректно, інакше вхідний документ потребує додаткового «очищення» і виправлення помилок [4].

Цей метод застосовується до більшості web-сторінок. Однак, деякі погано форматовані теги важко виявити, що призводить до некоректної побудови DOM-структури і створює труднощі при подальшому витягу інформації.

Метод, що використовує теги і їх візуальне представлення використовує візуальне представлення тегів (положення на екрані), для більш коректного розпізнавання зв'язків між ними. Через те, що браузери при рендеренгу web-сторінки більш толерантно відносяться до помилок, цей метод допомагає надійніше і точніше сформувати DOM-структуру. DOM-структура завжди буде коректно будуватись, якщо web-браузер правильно створюватиме візуальне представлення web-сторінки. У web-браузері кожен html-елемент відображається у вигляді прямокутника. Тобто, DOM-структура може формуватись на основі вкладених прямокутників у візуальному представлені web-сторінки. Для цього потрібно виконати наступні дії [2]:

- визначити крайні точки прямокутника кожного html-елемента, що будується браузером;
- дотримуючись послідовності відкриваючих тегів, провести перевірку вкладеності, тобто перевірити чи входить прямокутник, що досліджується, у площу розташування іншого прямокутника.

Даний метод є більш надійним і застосовується більшістю web-браузерів. Однак виникають ситуації коли і за допомогою нього неможливо побудувати DOM- структуру, у такому випадку проводиться більш ретельна перевірка web-документа на коректність і виправляються помилки.

Особливості побудови DOM-структур сучасними web-браузерами. Розглянемо особливості створення DOM-структур найбільш популярними на сьогодні web-браузерами, такими як: Internet Explorer 8, Google Chrome, Firefox 36 і Opera 12. Дані web-браузери використовують метод побудови DOM-структур з використанням візуального представлення і розпізнавання тегів, але кожен з них має свої особливості, які досить суттєво впливають на швидкість створення дерева і ефективність його подальшого використання. Основною такою особливістю є парсинг – метод розпізнавання пробілів, переходів на новий рядок, і в цілому тексту.

Розглянемо метод парсингу для кожного браузера окремо. Для цього побудуємо і використаємо Шаблон 1.

Шаблон 1. Тестова Html-сторінка

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">
        <html>
   <head>
              <title>Документ</title>
     <script>window.onload = function() { alert(document.body.childNodes.length) }</script>
           </head>
           <body>
              <div id="id ">Дані</div>
              <ul>
                 <li style="background-color:blue">Рядок 1</li>
                 <li class="string2">Рядок 2</li>
              </ul>
              <div id="testr">Тест;</div>
           </body>
        </html>
```

Після відкриття Шаблону 1 в різних браузерах були отримані результати, відображені на рисунку 1.

© Поморова О.В., Фурман Ю.І.

Отже, результати побудови DOM-структур в браузерах відрізняються, хоча і не досить суттєво. Основною відмінністю є саме розпізнавання переходу на новий рядок. Internet Explorer, будуючи DOM-структуру, забирає непотрібні знаки переходу на новий рядок, в той час як Google Chrome і Firefox навпаки, чітко акцентують на них увагу і представляють їх у вигляді дочірніх вузлів. Браузер Opera використовує специфічний алгоритм, за яким він може додати пустий елемент для своїх внутрішньо програмних цілей.

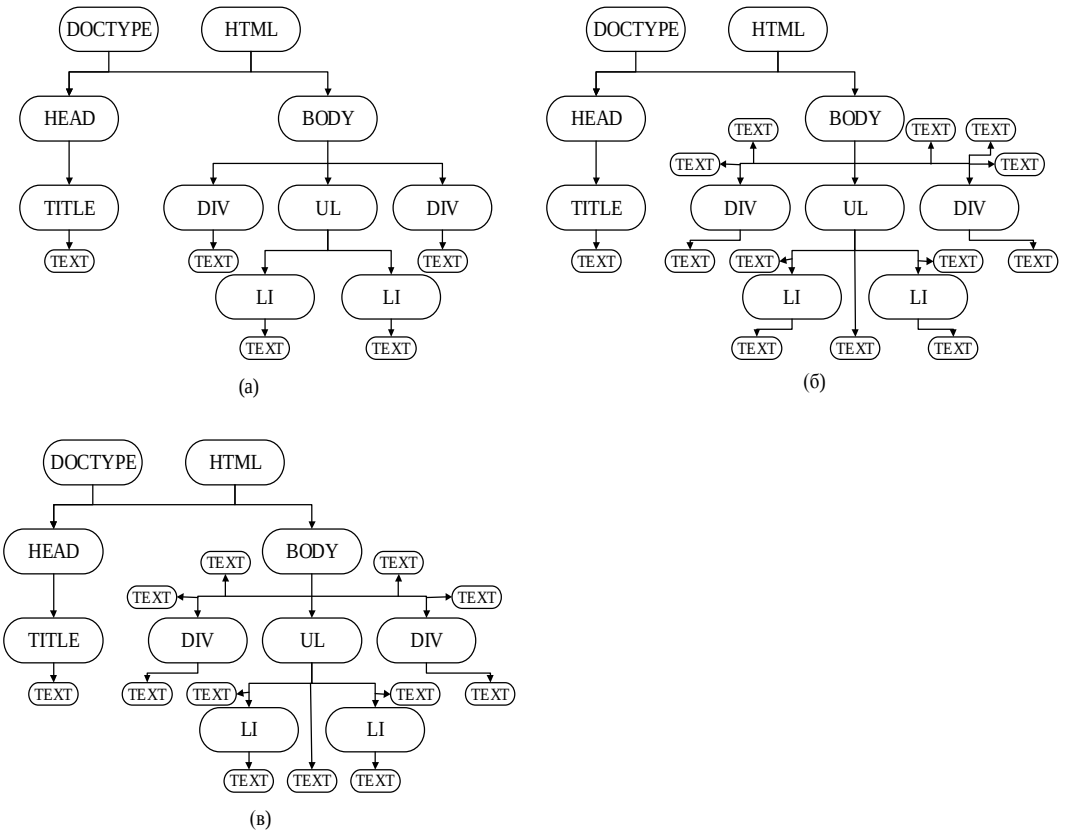


Рис. 1 DOM-структури побудовані за Шаблоном 1:
(а) – в IE, (б) – в Opera, (в) – в Google Chrome і Firefox

Дослідження швидкодії автоматичної побудови DOM-структур для web-ресурсів. Швидкість побудови DOM-структури є досить важливим показником для web-браузерів, адже чим швидше побудується DOM, тим швидше запрацюють скрипти і відобразяться всі елементи web-сторінки. Оцінити швидкість автоматичної побудови DOM-структур досить важко, адже не дивлячись на їх стандартизацію, вони є унікальними для кожного web-браузера. Дослідимо швидкість побудови DOM-структури в залежності від вмісту html-документа і його об'єму.

Тестування проведемо наступним чином: використаємо два html-документи: перший файл представляє собою лінійну структуру, тобто в тегові <body> створимо теги один за одним, у другому файлі тег представимо в деревовидній структурі з нарощуванням вкладеності. Нарощування проводитимемо поки кількість елементів не досягне певних точок: 50, 100, 500, 1000 і 5000 елементів відповідно. При досягнені цих величин проведемо побудову DOM-структури і визначимо час, за який вона буде побудована.

Отримані результати представлені на рисунку 2. На осі x вказано кількість елементів DOM-структури, на осі y – час в мілісекундах.

Отримані результати суттєво відрізняються. І хоча часові затримки здаються досить малими, але зі збільшенням кількості елементів у html-документі час побудови DOM-дерева збільшується і після 1000 елементів падіння швидкості відбувається за лінійною залежністю.

© Поморова О.В., Фурман Ю.І.

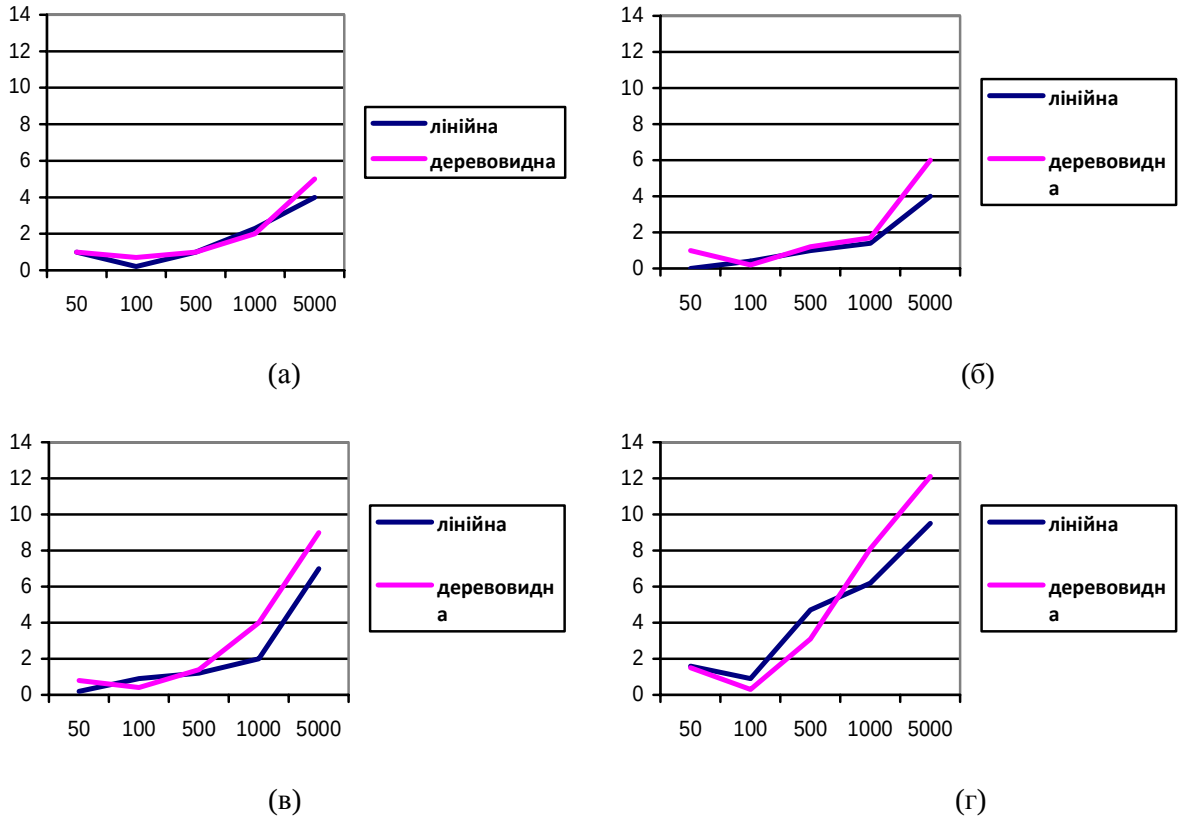


Рис. 2 Швидкість створення DOM-структур:
(а) – в Opera 12, (б) – в Firefox 36, (в) – в Google Chrome, (г) – в IE 8

Висновок. Сучасні web-браузери використовують методи, які дійсно швидко створюють DOM-структури для web-сторінок довільної складності. Результати дослідження особливостей побудови DOM-структур різними web-браузерами та швидкодії браузерів показали, що найбільш нормалізована DOM-структура була створена браузером Internet Explorer 8, але за швидкістю виконання цього процесу цей web-браузер помітно програє своїм конкурентам. Google Chrome і Firefox орієнтовані на прискорення побудови DOM-структури і збільшення її в об'ємі, що допомагає цим web-браузерам досягти більш швидкого завантаження web-сторінок.

Однак, при великій кількості елементів в html-документі, усі web-браузери починають витрачати час (спочатку лише декілька мілісекунд) на створення дерева, і цей час зростає при збільшенні кількості елементів web-сторінки.

Отже, при великій кількості елементів web-сторінок, створення DOM-структури займає десятки секунд, що є досить критичним чинником на сьогодні.

Автори вважають перспективними підходами до підвищення швидкодії web-браузерів при відображенні web-ресурсів застосування більш ефективних алгоритмів для побудови DOM-структур із використанням розпаралелювання, кращого парсингу, більшої толерантності до помилок і вимогою зменшення кількості рівнів лінійної та деревовидної структур.

1. Document Object Model (DOM) [Електронний ресурс] : / Philippe Le Hégaret, Ray Whitmer. – 2005. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.w3.org/DOM
2. C-H. Chang and S. Lui. IEPAD. Information Extraction Based on Pattern Discovery.In Proc. of the Tenth Intl. World Wide Web Conf. (WWW'01), 2001.– 720 c.
3. S. Chakrabarti. Mining the Web. Discovering Knowledge from Hypertext Data. – Morgan Kaufmann, 2003.–345c.
4. W. Chen. New Algorithm for Ordered Tree-to-Tree Correction Problem. [J. Algo-rithms], 2001.–280c.

© Поморова О.В., Фурман Ю.І.

УДК 004.491.2
Савенко О.С. к.т.н, Лисенко С.М. к.т.н., Бобровнікова К.Ю. аспірант
Хмельницький національний університет

МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ БОТ-МЕРЕЖ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ ТЕХНОЛОГІЇ УХИЛЕННЯ НА ОСНОВІ DNS

Савенко О.С., Лисенко С.М., Бобровнікова К.Ю. Метод виявлення бот-мереж, що використовують технології ухилення на основі DNS. Запропоновано новий метод виявлення бот-мереж, що використовують технології ухилення на основі DNS. Метод базується на кластерному аналізі векторів ознак, отриманих шляхом дослідження корисного навантаження DNS-повідомлень. Метод використовує нечітку кластеризацію с-середніх з частковим навчанням. Застосування методу надає можливість виявляти бот-мережі, які використовують технології ухилення на основі DNS.
Ключові слова: бот-мережа, виявлення бот-мереж, технологія ухилення бот-мереж, DNS-тунелювання, «швидкозмінні» мережі, «потік доменів».

Савенко О.С., Лысенко С.Н., Бобровникова К.Ю. Метод обнаружения бот-сетей, использующих технологии уклонения на основе DNS. Предложен новый метод обнаружения бот-сетей, использующих технологии уклонения на основе DNS. Метод базируется на кластерном анализе векторов признаков, полученных путем исследования полезной нагрузки DNS-сообщений. Метод использует нечеткую кластеризацию с-средних с частичным обучением. Применение метода дает возможность обнаруживать бот-сети, которые используют технологии уклонения на основе DNS.
Ключевые слова: бот-сеть, обнаружение бот-сетей, технология уклонения бот-сетей, DNS-туннелирование, «быстросменные» сети, «поток доменов».

Savenko O.S., Lysenko S.M., Bobrovnikova K.Y. The method for botnets detection that exploit DNS-based anti-evasion technique. A new DNS-based anti-evasion method for botnets detection is proposed. It is based on a cluster analysis of the feature vectors obtained from the payload of DNS-messages. The method uses a semi-supervised fuzzy c-means clustering. Use of the developed method makes it possible to detect botnets that exploit the DNS-based evasion techniques.
Keywords: botnet, botnet detection, botnet`s evasion technique, DNS-tunneling, fast-flux service network, domain flux.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день бот-мережі є однією з найбільш небезпечних кіберзагроз [5], а також одним з основних джерел нелегального заробітку в мережі Інтернет. Найчастіше бот-мережі використовуються для атак DDoS (розподілені атаки типу «відмова в обслуговуванні»), збору конфіденційної інформації, розсилання спаму, застосування засобів нав'язування реклами, фішингу, накрутки клік-лічильників (клікфрод), створення пошукового спаму, використання інфікованих комп'ютерів для зберігання нелегального матеріалу (піратське ПЗ тощо) та в якості проксі-серверів для анонімізації доступу в мережі Інтернет. Щороку по всьому світу бот-мережами інфікується близько 500 млн персональних комп'ютерів, кожну секунду – близько 18 ПК. За останній рік бот-мережі нанесли збитків світовій економіці в $110 млрд [5].

Однією з труднощів виявлення бот-мереж є використання ними технологій ухилення. Ряд технологій ухилення від виявлення бот-мереж базуються на використанні системи доменних імен (DNS) – DNS-тунелювання (DNS-tunneling), «швидкозмінні» мережі (fast-flux service network), технологія «потік доменів» (domain flux) та періодична зміна IP-відображення для шкідливого домена (cycling of IP mapping) [4, 7, 12, 14, 15].

Одним з способів ухилення від виявленння командно-контрольних серверів бот-мереж (C&C-серверів) є використання для зв'язку з серверами DNS-тунелювання [6, 7]. Застосування DNS-тунелювання дозволяє зловмиснику передавати довільний трафік в межах специфікації протоколу зверху DNS-протоколу, всередині полів DNS-повідомлення, використовуючи протокол DNS в якості носія для трафіку командування та контролю бот-мережею.

Високі відмовостійкість, доступність та можливість ухилятись від методу занесення до «чорних списків» DNS (DNSBL, DNS blacklist або DNS blocklist) забезпечує бот-мережам поєднання використання коротких TTL-періодів та циклічного методу round-robin DNS. Round-robin DNS є методом розподілення навантаження та забезпечення відмовостійкості за рахунок збитковості кількості серверів, коли для відповіді на запити використовується список IP-адрес серверів, що надають ідентичний сервіс, причому послідовність IP-адрес з кожною DNS-відповіддю змінюється. Прикладом таких систем є «швидкозмінні» мережі (fast-flux service network) [14].

© Савенко О.С., Лисенко С.М., Бобровнікова К.Ю.

Виокремлюють два типи таких мереж – однопоточні (single-flux) та двопоточні (double-flux). Однопоточні мережі дозволяють використовувати для повного доменного імені велику кількість пов'язаних з ним IP-адрес, які швидко змінюються, що надає змогу пов'язувати доменне ім'я з новою множиною IP-адрес у визначеному інтервалі часу. Додатково з метою підвищення рівня безпеки скомпрометовані хости використовуються для перенаправлення запитів та даних від та до C&C-серверів в якості «сліпого проксі» ("blind" proxy), коли множина циклічних IP-адрес не є кінцевим призначенням для запиту. Перенаправлення запобігає спробам відстеження вузлів такої мережі.

Двопоточні мережі забезпечують додатковий рівень захисту за рахунок збитковості: для шкідливого домена змінюються циклічно за алгоритмом round-robin множина DNS A-записів (A-record) та NS-записи (NS-records).

Більш простим методом ухилення від занесення до «чорних списків» та блокування є технології, які поєднують короткі TTL-періоди та часті зміни доменного імені C&C-сервера – «потік доменів» [4] або періодична зміна IP-відображення для доменного імені C&C-сервера [4, 15]. При технології «потік доменів» автоматична генерація доменного імені може здійснюватись алгоритмічно – комбінація буквено-цифрових символів обирається випадковим чином згідно з алгоритмом генерації доменних імен, вбудованим в тіло бота (domain generation algorithm, DGA), або за допомогою комбінацій слів з словника.

Аналіз досліджень. На сьогоднішній день існує багато підходів виявлення використання технологій ухилення бот-мереж [4, 7]. В [2] запропоновано систему виявлення шкідливих доменів на основі пасивного DNS-аналізу, що здійснює класифікацію доменних імен за 4 групами ознак, які можуть бути вилучені з DNS-трафіка: (1) часові ознаки; (2) ознаки, що базуються на DNS-відповідях; (3) ознаки, що базуються на значеннях TTL; (4) ознаки, що базуються на доменному імені.

В [12] запропоновано підхід, який дозволяє виявляти доменні імена бот-мереж, які використовують метод «швидкозмінних» мереж. Висновок щодо шкідливості доменного імені здійснюється за рядом ознак, отриманих на основі аналізу даних, вилучених з A-, NS-, SOA- та BGP-запитів щодо доменного імені: значення часу життя A-записів (TTL-періоду), IP-адрес в A- та NS-записах, а також значення таймера "retry" (визначає, як довго вторинний сервер імен повинен чекати перед тим, як зробити повторну спробу запиту первинного сервера щодо зміни серійноого номера зони, якщо попередня спроба була невдалою).

В [3] проведено аналіз можливостей використання DNS-запитів для встановлення прихованих комунікацій. Надано оцінку статистичних методів виявлення аномалій у вмісті DNS-пакетів шляхом порівняння ймовірнісних розподілів нормального та тунельованого DNS-трафіка. З метою висвітлення потенційної загрози розглянуто можливість здійснення контрзаходів з боку зловмисника.

В [8, 9] проведено аналіз великої кількості реальних DNS-запитів та обчислено порогові значення довжини запитаного імені хоста та кількості унікальних символів в ньому, що дозволяють відрізнити легітимгний DNS-трафік від тунельованого.

Описані методи мають наступні недоліки: необхідність залучення інформації, отриманої від інших сервісів (WHOIS тощо); необхідність активного DNS-зондування, тому неможливіть реалізації на основі пасивного аналізу DNS-трафіка; зосередження на виявленні вузького кола шкідливого ПЗ.

Попереднє дослідження. В [1] запропоновано метод виявлення ботів в корпоративних мережах, який ґрунтується на властивості групової активності ботів в DNS-трафіку, що проявляється в невеликому проміжку часу в одночасних або зосереджених DNS-запитах груп хостів під час спроб доступу до C&C-серверів, їх міграціях, виконанні команд або скачуванні оновлень шкідливого програмного забезпечення. Метод враховує нетипові для звичайних користувачів особливості поведінки, властиві багатьом видам бот-мереж: ігнорування TTL-періоду, здійснення DNS-запитів поза локальними DNS-серверами та підвищену кількість порожніх DNS-відповідей з кодом помилки RCODE=3 (NXDOMAIN, доменне ім'я не існує). Метод дозволяє виявляти ще невідомі боти, а також здійснювати раннє виявлення – на початковій стадії поширення інфекції в мережі.

Недоліком методу є нездатність виявляти бот-мережі, які використовують DNS-тунелювання для передачі трафіка командування та контролю, оскільки в такій бот-мережі DNS-

© Савенко О.С., Лисенко С.М., Бобровнікова К.Ю.

запити та інші дії ботів можуть не бути синхронними в часі. Також метод не здатний виявляти інфіковані групи хостів, менші за 4.

Таким чином постає задача розробки нового методу виявлення ботів, які використовують технології ухилення на основі DNS.

Метод виявлення бот-мереж, що використовують технології ухилення на основі DNS. Для виявлення бот-мереж, що використовують технології ухилення на основі DNS, запропоновано новий метод, який базується на кластерному аналізі ознак, отриманих шляхом дослідження корисного навантаження DNS-повідомлень. Метод використовує нечітку кластеризацію с-середніх з частковим навчанням. Застосування нечіткої кластеризації дозволяє отримувати високу точність та змістовність результату кластеризації [11, 13].

Об'єктами кластеризації є вектори ознак використання ботами технологій ухилення від виявлення на основі DNS, які отримано з корисного навантаження вхідних DNS-повідомлень щодо певного доменного імені.

Метод складається з наступних кроків (рис.1): (1) збір вхідного DNS-трафіка мережі; (2) аналіз полів TTL вхідних DNS-повідомлень щодо певного доменного імені; (3) вилучення ознак з вхідних DNS-повідомлень щодо певного доменного імені та побудова вектора ознак; (4) побудова матриці даних на основі векторів ознак; (5) здійснення нечіткої кластеризації з частковим навчанням з метою виявлення запитів, які можуть свідчити про функціонування ботів, що належать до бот-мереж, які використовують технології ухилення від виявлення на основі DNS; (6) локалізація хостів, інфікованих ботами, що належать до бот-мереж, які використовують технології ухилення від виявлення на основі DNS, та блокування дій ботів.

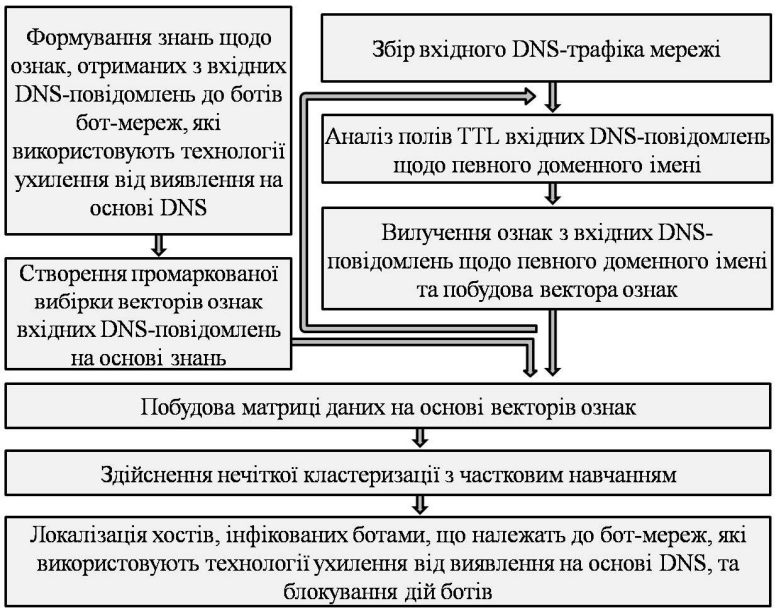


Рис. 1. Принцип функціонування методу

Формування знань щодо ознак, отриманих з вхідних DNS-повідомлень до ботів бот-мереж, які використовують технології ухилення від виявлення на основі DNS. З метою виявлення DNS-тунелювання використано ознаки, отримані шляхом аналізу корисного навантаження DNS-повідомлень: (1) довжина запитаного доменного імені [8]; (2) кількість унікальних символів в доменному імені [8]; (3) ентропія доменного імені [7]; (4) використання рідковживаних типів записів DNS (KEY, NULL тощо), або таких, які зазвичай не використовуються клієнтами (наприклад, TXT, які найбільш часто використовуються для тунелювання) [7]; (5) ентропія записів DNS, які містяться в DNS-повідомленнях (CNAME, TXT, NS, MX, KEY, NULL тощо) [6, 7]; (6) довжина DNS-повідомлення [10].

З метою виявлення використання таких методів ухилення, як «потік доменів», «швидкозмінні» мережі та періодична зміна IP-відображення для домена використано такі ознаки: (1) кількість IP-адрес, пов'язаних з доменним ім'ям; (2) середня дистанція між IP-адресами, пов'язаними з доменним ім'ям; (3) кількість A-записів, що відповідають доменному імені, у вхідному DNS-повідомленні [12]; (4) середня дистанція між IP-адресами в A-записах, що

© Савенко О.С., Лисенко С.М., Бобровнікова К.Ю.

відповідають доменному імені, у вхідному DNS-повідомленні [12]; (5) кількість унікальних IP-адрес в множинах A-записів, що відповідають доменному імені [12]; (6) середня дистанція між унікальними IP-адресами в множинах A-записів, що відповідають доменному імені [12]; (7) кількість доменних імен, які спільно використовують IP-адресу, що відповідає доменному імені [2, 4, 16]; (8) значення TTL-періоду [2, 12]; (9) ознака успішності DNS-запиту [16].

Подамо вектор ознак, отриманих з вхідних DNS-повідомлень щодо певного доменного імені *d*, наступним чином:

$$\overline{W_d} = \left(L_N, N_U, E_N, T_{\mathrm{mod}}, T_{med}, T_{aver}, N_A, N_{IP}, S_{IP}, S_A, N_{UA}, S_{UA}, N_D, F_{UR}, E_R, L_P, F_S\right), \quad (1)$$

де L_N – довжина доменного імені;

N_U – кількість унікальних символів в доменному імені;

E_N – ентропія доменного імені;

T_{mod} – TTL-період, мода (значення у множині спостережень, яке зустрічається найбільш часто; застосуємо мінімальне значення у випадку, якщо множина є мультимодальною);

T_{med} – TTL-період, медіана (значення ознаки, яке розділяє ранжовану сукупність на дві рівні частини, де 50% нижніх одиниць ряду даних мають значення ознаки, не більше, ніж медіана, а 50% верхніх – не менше, ніж медіана);

T_{aver} – TTL-період, середнє арифметичне значення;

N_A – кількість A-записів, що відповідають доменному імені, у вхідному DNS-повідомленні (ознака використовується, якщо $N_A>1$);

N_{IP} – кількість IP-адрес, пов'язаних з доменним ім'ям (ознака використовується, якщо $N_A=1$);

S_{IP} – середня дистанція між IP-адресами, пов'язаними з доменним ім'ям (ознака використовується, якщо $N_A=1$);

S_A – середня дистанція між IP-адресами в множині A-записів для доменного імені у вхідному DNS-повідомленні (ознака використовується, якщо $N_A>1$);

N_{UA} – кількість унікальних IP-адрес в множинах A-записів, що відповідають доменному імені, у вхідних DNS-повідомленнях (ознака використовується, якщо $N_A>1$);

S_{UA} – середня дистанція між унікальними IP-адресами в множинах A-записів, що відповідають доменному імені, у вхідних DNS-повідомленнях (ознака використовується, якщо $N_A>1$);

N_D – кількість доменних імен, які спільно використовують IP-адресу;

F_{UR} – бінарна ознака використання рідковживаних типів записів DNS, або таких, які зазвичай не використовуються клієнтами;

E_R – максимальне значення ентропії записів DNS, які містяться в DNS-повідомленнях;

L_P – максимальний розмір DNS-повідомлень щодо доменного імені;

F_S – бінарна ознака успішності DNS-запиту ($F_S = 0$, якщо DNS-запит невдалий, $F_S = 1$, якщо DNS-запит успішний).

Також метод використовує функцію залежності f_{E_B} ентропії поля DNS-повідомлення від його довжини [6].

Знання формуються на основі ознак, властивих вхідним DNS-повідомленням до ботів, з метою визначення технології ухилення від виявлення на основі DNS. Знання можуть бути представлені у вигляді наступних правил:

$$if\ \left(TTL_{\mathrm{mod}} \in [0{,}900]\ and\ \ TTL_{med} \in [0{,}900]\ and\ TTL_{aver} \in [0{,}900]\right)\ and$$

$$and\ \left(\left(N_A \in (5,\infty)\ and\ \ S_A \in (65535,\infty)\right) or \left(N_{UA} \in (8,\infty)\ and\ \ S_{UA} \in (65535,\infty)\right)\right) \Rightarrow fast_flux$$

© Савенко О.С., Лисенко С.М., Бобровнікова К.Ю.

$$if\ TTL_{\mathrm{mod}} \in [0{,}900]\ and\ \ TTL_{med} \in [0{,}900]\ and\ TTL_{aver} \in [0{,}900]\ and$$
$$and\ F_S = 0\ and\ N_D \in [8;\infty] \Rightarrow domain_flux$$
$$if\ TTL_{\mathrm{mod}} \in [0{,}900]\ and\ \ TTL_{med} \in [0{,}900]\ and\ TTL_{aver} \in [0{,}900]\ and$$
$$and\ N_{IP} \in (5,\infty)\ and\ S_{IP} \in (65535,\infty) \Rightarrow cycling\ \ of\ IP\ mappings$$
$$if\ \left(L_N \in [75{,}255]\ and\ \ N_U \in (27{,}37]\right) or\ E_N \geq f_{E_{B32}}\ or$$
$$or\ \ \left(E_R \geq f_{E_{B64}}\ or\ \ E_R \geq f_{E_{B256}}\right) or\ \ F_{UR} = 1\ or\ L_P > 300 \Rightarrow DNS_tunneling \qquad (2)$$

Створення промаркованої вибірки векторів ознак вхідних DNS-повідомлень на основі знань. Промаркована вибірка формується на основі знань щодо ознак вхідних DNS-повідомлень до ботів, які застосовують технології ухилення від виявлення на основі DNS. На основі утвореної вибірки здійснюється часткове навчання кластеризатора.

Позначимо промарковану вибірку даних як $X = \{x_i\}_{i=1}^{N_x}$, а немарковану вибірку як $Y = \{y_i\}_{i=1+N_x}^{N_z}$, де N_x – кількість об'єктів в промаркованій вибірці даних, N_z – загальна кількість різних доменних імен.

Нехай $H = \{h_i\}_{i=1}^{N_h}$ – множина наперед визначених кластерів об'єктів, де N_h – кількість кластерів; належність вектора ознак кластеру h_1 свідчить про технологію ухилення «cycling of IP mapping», h_2 – «domain flux», h_3 – «fast flux», h_4 – «DNS-tunneling», h_5 – кластер, який містить нормальні запити.

Кожен вектор ознак з промаркованої вибірки даних належить одному з множини наперед визначених кластерів.

Збір вхідного DNS-трафіка мережі. Вхідний DNS-трафік збирається за допомогою мережних давачів, підключених до дзеркалюючих портів комутаторів.

Аналіз полів TTL вхідних DNS-повідомлень щодо певного доменного імені. Для багатьох видів бот-мереж характерною особливістю поведінки є ігнорування TTL-періоду. Це означає, що здійснюється очищення локального кеша DNS та виконуються повторні запити щодо доменного імені до завершення TTL-періоду. Це дозволяє підвищити мобільність бот-мережі. Тому на основі значень полів TTL опрацьовуються такі вхідні DNS-повідомлення:

1) кожне перше зафіксоване DNS-повідомлення щодо певного доменного імені в межах TTL-періоду;

2) кожне DNS-повідомлення, отримане хостом повторно в межах TTL-періоду, якщо джерелом повідомлення є нелокальний DNS-сервер, і TTL-період, зазначений в цьому повідомленні, відрізняється від залишка TTL-періоду, в межах якого було отримане це повідомлення.

Решта вхідних DNS-повідомлень відкидаються.

Якщо політика корпоративної мережі дозволяє здійснювати запити поза локальними DNS-серверами, і хости здійснюватимуть запити щодо одного й того ж доменного імені до різних DNS-серверів, то в DNS-відгуках можуть міститись різні значення TTL-періодів. Проте така особливість функціонування DNS не впливатиме на рівень виявлення, оскільки вона не береться до уваги для ботів однієї бот-мережі.

Вилучення ознак з вхідних DNS-повідомлень щодо певного доменного імені та побудова вектора ознак. Відповідні ознаки вхідних DNS-повідомлень щодо певного доменного імені вилучаються та формуються протягом визначеного періоду моніторингу на основі всіх вхідних DNS-повідомлень, які не було відкинуто на попередньому етапі.

На основі ознак вхідних DNS-повідомлень щодо певного доменного імені будується вектор ознак $\overline{W}_d$.

Побудова матриці даних на основі векторів ознак. З векторів ознак вхідних DNS-повідомлень формується матриця даних V, кожен рядок якої є вектором ознак вхідних DNS-

© Савенко О.С., Лисенко С.М., Бобровнікова К.Ю.

повідомлень $\overline{W_d}$ щодо певного доменного імені, $V = \left(v_{ij}\right)_{i=1,\,j=1}^{N_z,N_q}$, $V(i,) = \overline{W_d}$, де N_q – загальна кількість ознак вхідних DNS-повідомлень, які вказують на використання технологій ухилення від виявлення на основі DNS.

Здійснення нечіткої кластеризації з частковим навчанням з метою виявлення запитів, які можуть свідчити про функціонування ботів, що належать до бот-мереж, які використовують технології ухилення від виявлення на основі DNS. На даному етапі здійснюється нечітка кластеризація векторів ознак вхідних DNS-повідомлень щодо доменних імен з частковим навчанням на основі промаркованої навчальної вибірки. Задача кластеризації з частковим навчанням може бути описана функцією $f_{cluster} : \overline{V} \to H$.

Об'єктами кластеризації є вектори ознак, які отримано з корисного навантаження вхідних DNS-повідомлень щодо певного доменного імені.

Результатом кластеризації є ступені приналежності векторів ознак до п'яти кластерів, де належність вектора ознак $\overline{W_d}$ кластеру h_i, $i = \overline{1,4}$ свідчить про виконання запитів з використанням технологій ухилення. Належність вектора ознак до п'ятого кластера свідчить про виконання запитів до легітимних ресурсів.

В якості відстані між об'єктом кластеризації та центром кластера застосовано норму Махаланобіса, оскільки вона дає кращі результати, ніж Евклідова норма [11], яка використовується в базовому алгоритмі c-means.

Локалізація хостів, інфікованих ботами, що належать до бот-мереж, які використовують технології ухилення від виявлення на основі DNS, та блокування дій ботів. На основі приналежності векторів вхідних DNS-повідомлень до кластерів здійснюється визначення доменних імен, до яких зверталися боти бот-мереж. З метою блокування дій ботів, які здійснювали шкідливі запити, локалізація хостів мережі здійснюється за допомогою ведення журналювання MAC-адрес хостів, що здійснювали DNS-запити, та запитаних ними доменних імен.

Проведення експериментів. Для визначення ефективності роботи запропонованого методу було проведено ряд експериментів. З цією метою було згенеровано тестове програмне забезпечення з властивостями бот-мереж. Тестові бот-мережі мали централізовану архітектуру і використовували одну з чотирьох технологій ухилення від виявлення – періодична зміна IP-відображення для домена, «потік доменів», «швидкозмінні» мережі, DNS-тунелювання. Кожна з груп бот-мереж здійснювала DNS-запити щодо доменних імен своїх командно-контрольних серверів.

Для експериментів була використана мережа з 100 хостами, 80 з яких були інфіковані згенерованими ботами. Кожна бот-мережа здійснювала множину запитів (1000 запитів). Також було згенеровано програмне забезпечення, яке здійснювало запити до відомих легітимних доменних імен, імітуючи роботу користувачів. Дане програмне забезпечення було встановлено на кожному хості мережі. Експеримент тривав 24 години. DNS-трафік локальної мережі збирався засобами утиліти tcpdump.

В якості навчальної вибірки було промарковано 10% векторів ознак вхідних DNS-повідомлень.

На рис. 2 відображено проекцію на площину множини векторів ознак DNS-повідомлень, розподілених на кластери. Початок координат на графіку є центроїдом кластера, який містить множину вхідних DNS-повідомлень щодо легітимних ресурсів до хостів мережі.

© Савенко О.С., Лисенко С.М., Бобровнікова К.Ю.

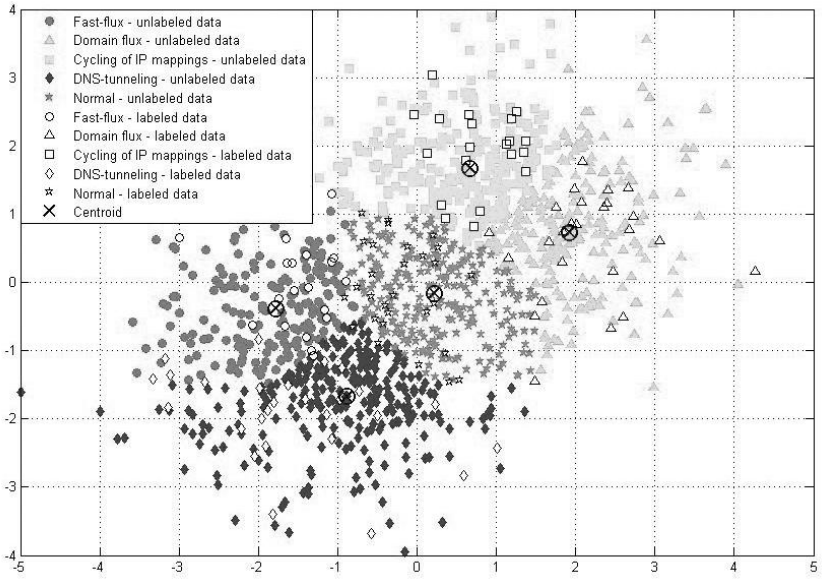


Рис. 2. Результати кластеризації

Кожен маркер (крапка) в кластері представляє множину вхідних DNS-повідомлень до інфікованих та неінфікованих хостів мережі щодо певного доменного імені. Кожен маркер свідчить про те, що визначена група хостів отримала вхідні DNS-повідомлення щодо доменного імені.

Після опрацювання файлів журналювання було локалізовано боти бот-мереж.

Результати роботи методу представлені в табл.1. Результати демонструють можливість виявлення бот-мереж, що використовують технології ухилення на основі DNS, на рівні до 96%, при цьому рівень хибних спрацювань становив 6%.

Таблиця 1. Результати експериментів: кількість запитів, здійснених ботами, виявлені запити ботів та хибні спрацювання

	Кількість запитів, здійснених ботами	Виявлені запити ботів	Хибні спрацювання, %
h_1, cycling of IP mapping	1000	980	1
h_2, domain flux	1000	940	2
h_3, fast flux	1000	940	3
h_4, DNS-tunneling	1000	980	0
Всього	4000	3840 (96%)	6

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Запропоновано метод виявлення бот-мереж, що використовують технології ухилення від виявлення на основі DNS. Метод базується на кластерному аналізі векторів ознак, отриманих шляхом дослідження корисного навантаження вхідних DNS-повідомлень. Метод використовує нечітку кластеризацію с-середніх з частковим навчанням.

Застосування розробленого методу дає можливість здійснювати виявлення ботів бот-мереж, що використовують технології ухилення на основі DNS, з високою достовірністю.

Подальшим дослідженням є питання підвищення достовірності виявлення бот-мереж.

1. Савенко О. С. DNS-метод виявлення бот-мереж / О. С. Савенко, С. М. Лисенко, К. Ю. Бобровнікова // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія . – 2014. – № 3. – С. 39-45.
2. EXPOSURE: Finding Malicious Domains Using Passive DNS Analysis. Bilge, L., Kirda, E., Kruegel, C., Balduzzi, M.: NDSS, 2011– pp. 1-17.
3. Quantitatively analyzing stealthy communication channels. Butler, P. Xu, K., Yao, D.: Proc. Ninth Int'l Conf. Applied Cryptography and Network Security (ACNS '11), 2011. – pp. 238-254.

© Савенко О.С., Лисенко С.М., Бобровнікова К.Ю.

4. DAMBALLA. Botnet Communication Topologies. Understanding the intricacies of botnet command-and-control. Retrieved from https://www.damballa.com/downloads/r_pubs/WP_Botnet_Communications_Primer.pdf
5. The Federal Bureau of Investigation. Demarest, J. (2014, July 15). Statement Before the Senate Judiciary Committee, Subcommittee on Crime and Terrorism, Washington, D.C. Retrieved from http://www.fbi.gov/news/testimony/taking-down-botnets.
6. On Botnets that use DNS for Command and Control. Dietrich, C.J., Rossow, C., Freiling, F. C., Bos, H., van Steen, M., Pohlmann, N.: In: Proceedings of European Conference on Computer Network Defense, 2011 – pp. 9-16.
7. Detecting DNS Tunneling. Farnham, G., Atlasis, A.: SANS Institute InfoSec Reading Room, 2013. – pp. 1-32.
8. Guy, J. (2009, January 30). A study of DNS. Retrieved from http://armatum.com/blog/2009/a-study-of-dns/
9. Guy, J. (2009, February 13). Dns part ii: visualization. Retrieved from http://armatum.com/blog/2009/dns-part-ii/
10. Detection of DNS anomalies using flow data analysis. Karasaridis, A., Meier-Hellstern, K. S. and Hoeflin, D. A.: In GLOBECOM. IEEE, 2006. – pp. 1-6.
11. A comparison of distance-based semi-supervised fuzzy c-means clustering algorithms. Lai, D.T.C., Garibaldi, J.M.: Fuzzy Systems (FUZZ), In 2011 IEEE International Conference, 2011. – pp. 1580-1586.
12. As the Net Churns: Fast-Flux Botnet Observations. Nazario, J., Holz, T.: In: Conference on Malicious and Unwanted Software (Malware'08), 2008. – pp. 24-31.
13. Algorithms of fuzzy clustering with partial supervision. Pedrycz, W.: Pattern Recognition Letters, 1985. – Vol. 3, pp. 13–20.
14. Know your enemy: Fast-flux service networks. Salusky, W., Danford, R.: The Honeynet Project, 2007 [Online] http://www.honeynet.org/book/export/html/130.
15. Schiller, C. Botnets: The Killer Web Application/ Craig Schiller, James R. Binkley. – Syngress Publishing, 2007. – 464 p.
16. Winning with DNS failures: Strategies for faster botnet detection. Yadav, S., Reddy, A.L.N.: In: Proc. of the 7th International ICST Conference on Security and Privacy in Communication Networks, 2011.

© Савенко О.С., Лисенко С.М., Бобровнікова К.Ю.

УДК 004.415.2 (045)
Сидорова Н.М.
Національний авіаційний університет

PROGRAMMING STYLES TAXONOMY

Сидорова Н.М. Таксономія стилів програмування. У статті наведено результати дослідження домена стилістики програмування, які представлено таксономією понять, що буде використано для побудови онтології застосування стилів програмування. Онтологія є складовою засобу, який будується згідно запропонованого методу застосування стилів програмування і спрямований на допомогу програмісту.
Ключові слова: програмне забезпечення, програмування, стилі програмування, онтологія, таксономія.

Сидорова Н.Н. Таксономия стилей программирования. В статье приведены результаты исследования домена стилистики программирования, представленные таксономией понятий, которые будут использованы для построения онтологии применения стилей программирования. Онтология является составной частью средства, которое строится согласно предложенного метода применения стилей программирования и направлено на оказания помощи программисту.
Ключевые слова: программное обеспечение, программирование, стили программирования, онтология, таксономия.

Sidorova N. Programming styles taxonomy. The results of the study of programming stylistics domain are presented. The result is the taxonomy. A taxonomy of concepts will be used to construct the programming styles ontology. Ontology is a part of the tools that is constructed according to the own method.
Key words: Software, programming, programming styles, ontology, taxonomy.

Formulation of scientific problem. Application of experience in software engineering plays an important role in improving the efficiency of development and maintenance of software products. Experience is applied through using of software development methods and life cycle models, based on the use of legacy software, and reuse [1, 10].

Application of these methods and models increases the complexity of software and the collective nature of its development and maintenance and requires the use of programming styles. [2, 7-9] Therefore, the study and solution of problems related to the application programming styles for a long time is of particular relevance.

Programming style ensures all processes of creating software, represented by a set of rules expressed by the linguistic resources and reflects prevailing during the software life cycle is not only technical, but also a cultural experience [2, 7-9].

Through collaborative development and reuse the style has a direct and through training - indirectly related to all processes of the software lifecycle. Application of styles in programming means the improvement of the efficiency of development and maintenance of software.

Analysis research. At various times the problem of style programming directly or indirectly was studied by E.Dejkstra, I.Kernigan, F.Plodger, W.Tassel, I.Velbitsky, A.Ershov, I.Pottosin, N.Sidorov. In programming, the concept of style was introduced with the advent of structured programming. I.Kernigan, F.Plodger were the first researches who began to use the style [3]. Later, there were different interpretations of style, for example, by A.Ershov, V.Borovin, N.Sidorov.

There are two approaches to solving problems of application programming style: language-oriented and technology-oriented [4]. The essence of the first approach is based on the assumption that the use of programming style is done by writing the texts of programs by means of a programming language, and hence texts of programs never go beyond language. This approach has the following disadvantages:

- a translator for a changing variety of styles cannot be build;
- some of the rules that describe the style, can not be converted into grammar;
- some of the rules that describe the style, can not be realized only lexical and syntactic computation.

The essence of the second approach is to develop and implement means, processes and methodologies for automation solutions of the style application. In this case, the means to meet the following requirements:

- ensure that the traditional notion of styles;
- implement the necessary actions associated with the use of empirical methods;

© Сидорова Н.М.

- does not depend on the phases of the life cycle.

The database is the basis of the means of applying the programming style. However, the use of databases to represent the domain knowledge shown its limitations and appropriate use of new tools, such as ontologies [5].

Main material and justification of the results. For the first time we propose a method of application programming style based on ontologies, providing greater efficiency through using of style complete, by the way precise and formal description of the domain ontology and using OWL-DL to automate processes associated with its creation and maintenance.

Fig. 1 shows the organization of the method. Processes are supported by three ontologies. One reflects the knowledge of programming styles, and the second, about the styles of programming languages, and the third, about programming languages.

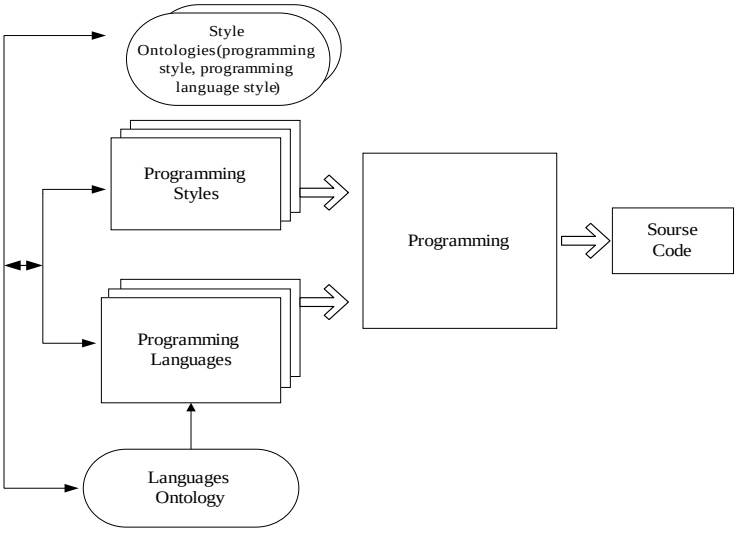


Fig. 1. Ontology-driven using of programming style

The use of ontologies requires some work, which consists in the analysis of the subject area and constructing the source structures (thesaurus, taxonomy dictionaries) (Figure 2).

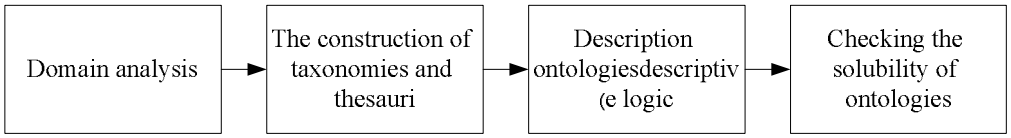


Fig. 2 The processes of preparation of ontologies

The article discusses the results of the first two processes.

Domain analysis is fulfilled with the help of the domain analysis techniques. As a result, a number of charts are created as the domain knowledge. Domain is called a programming stylistics. Knowledge about the domain is represented by three ontologies - programming style, programming language style, programming language (Fig.3).

© Сидорова Н.М.

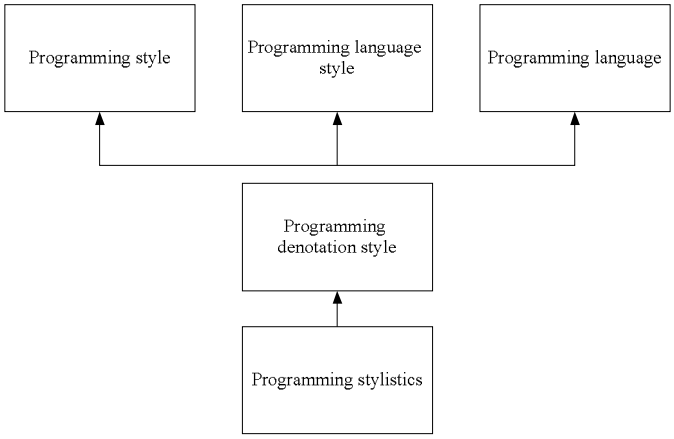


Fig.3. Programming stylistics

Knowledge is based on the definition of programming style. Programming style by the definition is the style that is used in human activity (domain), whose essence consists in programming (Fig. 4).

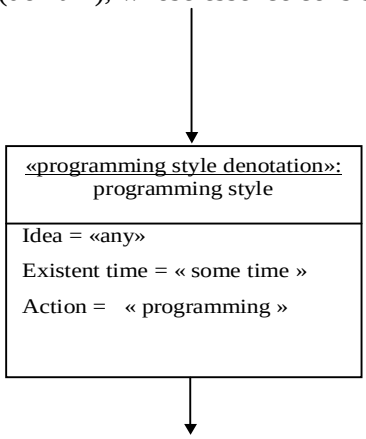


Fig.4. Class-programming style

The «programming» domain consists of three essences – subject (programmer), tool (programming language), and product (program) (Fig.5).

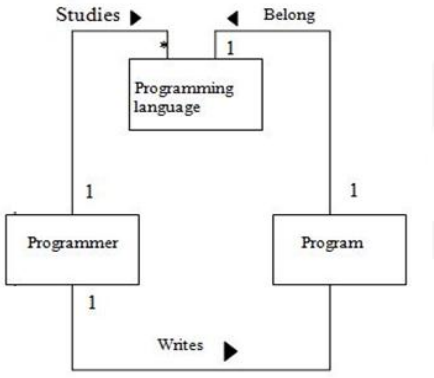


Fig.5. Programming domain

© Сидорова Н.М.

Programming style consists of the rules that apply to parts of the program text (Fig. 6)

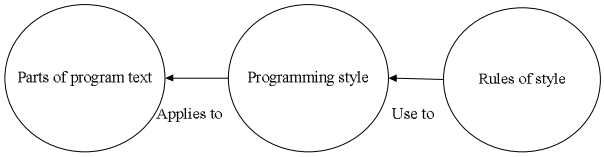


Fig. 6. Programming style with associated terms

The set of style rules consists of three types of rules - syntactic, semantic and pragmatic (Fig. 7).

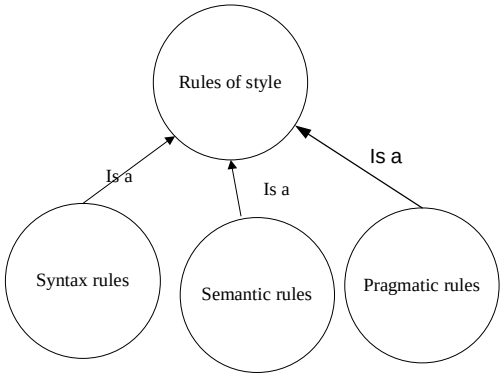


Fig.7. Rules of style

Description of the programming style is represented by the set of style rules. For example [6],

Syntax rule:
Synopsis: Do not use an underscore in identifiers
Language: C#
Level: 8
Category: Naming

Semantic rule:
Synopsis: Do not change a loop variable inside a for loop block
Language: C#
Level: 2
Category: Control flow
Description
Updating the variable loop within the loop body is generally considered to be confusing, even more so if the variable loop is modified in more than one location. This rule also applies to foreach loops.

Pragmatic rule:
Synopsis: Name an identifier according to its meaning and not its type
Language: C#
Level: 6
Category: Naming
Programming style is applied to parts of the program text. Part of the program text can be of two types – predefined by syntax parts, and parts, that can be defined (Fig. 8).

© Сидорова Н.М.

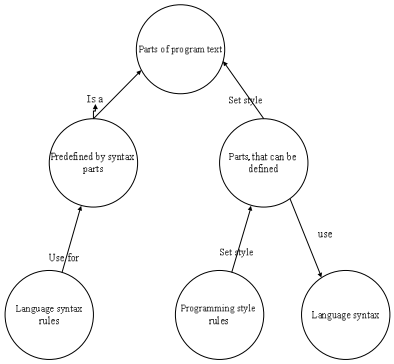


Fig.8 Parts of program text

Programming languages are represented with the help of the encapsulation levels [1]. Each level has its own type of the programming construction (Figure 9). There are lexems (lexical level), operators (operator level), subroutines (subroutines level), modules (module level), classes (class level).

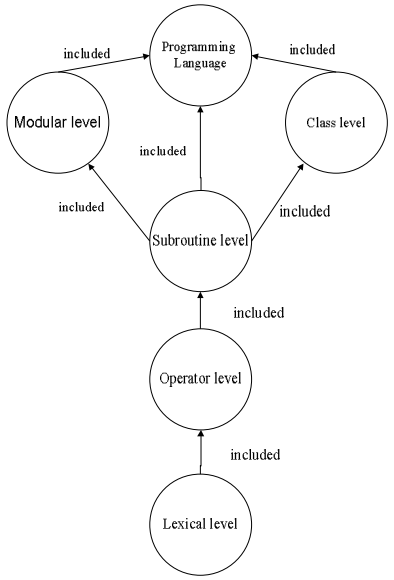


Fig. 9 Levels of encapsulation of programming language

Thus, using levels of encapsulation the style rules can be classified as the following (Figure 10).

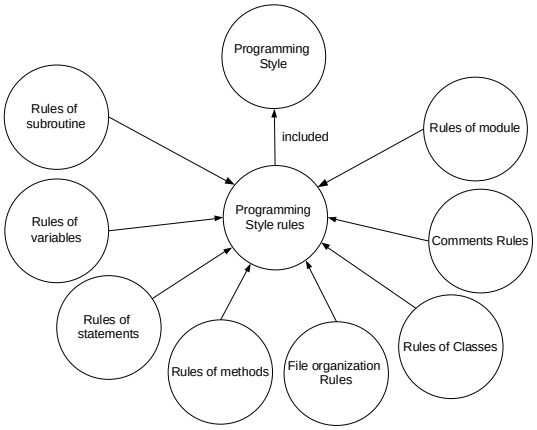


Fig. 10 Ontology of programming style's rules

© Сидорова Н.М.

The concrete programming styles are a created for concrete programming languages (Figure 11).

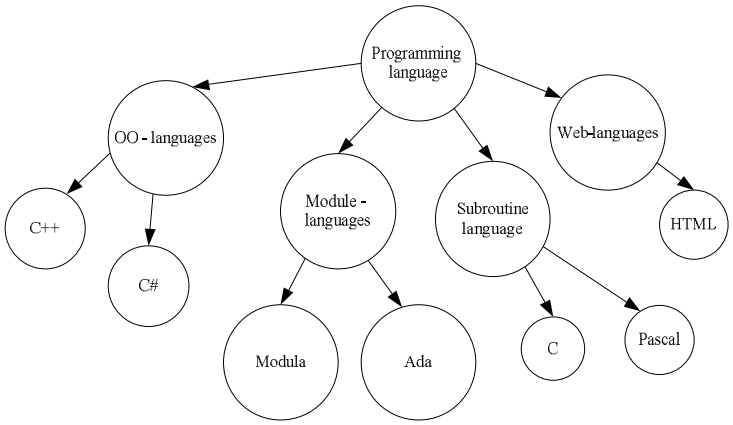


Fig. 11 Programming language styles

Fragment taxonomy rules for object-oriented language (C#) is shown in the Figure 12

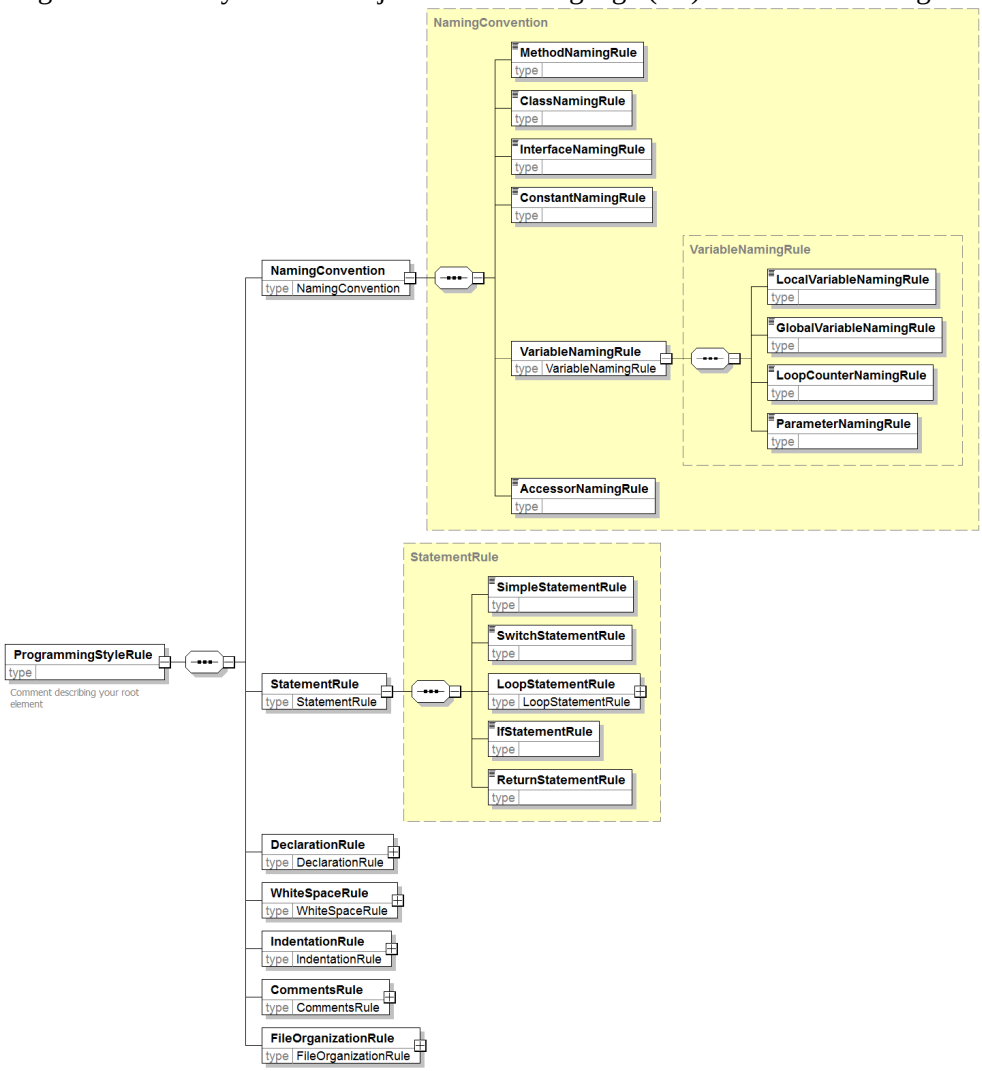


Fig. 12 Taxonomy of programming rules

© Сидорова Н.М.

Results and future researches. The results of the study programming stylistics domain are presented. The result is the taxonomy. A taxonomy of concepts will be used to construct the programming styles ontology. Ontology is a part of the tools that is constructed according to the own method. The future researches are creating programming style ontology and programmer assistant tool.

References

1. Sidorov M.O. Software engineering. [текст] /Sidorov M.O.// – 2007. – Kyiv. – NAU.- 135p.
2. Sidorov N.A. Software stylistics [текст]/Sidirov N.A.// Proc. of the National Aviation University – 2005. - №2. – c.98-103
3. Керниган Б., Элементы стиля программирования [текст] // Керниган Б., Плоджер Ф.// Радио и связь – 1984. –. 160с.
4. Крамар Ю.М. Средства для автоматизированного синтеза стилей программирования [текст]/Крамар Ю.М.// Весник НАУ 2002. –.- №2.- с.52-60
5. Sidorova N.M. Ontology of programming style [текст] /Sidorova N.M., Kramar Y.M.// – Proc. the sixth world longest "Aviation in the XXI-st Century.- 2014.- v.1.- P.1.13.28- 1.13.36"
6. Philips Healthcare – C# Coding Standart [текст].- Philips.- 2009.57p.
7. Knuth D.E. Literate are programming [текст] / Knuth D.E. //Computer Journal. - 1984. - Vol. 27, N 2. - P. 42-44.
8. Goldberg A. Programmer as Reader [текст] / Goldberg A.// IEEE Software -1987. Sept.-P. 62-70.
9. V. Railich Software cultures and evolution /V. Railich, N. Wilde, M. Buckellew // Computer. - 2001. - Sept. - P. 25-28.
10. Сидоров Н.А. Стилистика программного обеспечения [текст] / Сидоров Н.А. //Проблеми програмування. – 2006.– № 2, 3.– С.245-255.

© Сидорова Н.М.

УДК 681.51
Шолом П.С., Здолбіцький А.П., Жигаревич О.К., Яручик В.Л.
Луцький національний технічний університет

РОБОТИЗОВАНА СИСТЕМА З ДИСТАНЦІЙНИМ КЕРУВАННЯМ

Шолом П.С., Здолбіцький А.П., Жигаревич О.К., Яручик В.Л. Роботизована система з дистанційним керуванням. У середовищі Arduino C++ Compiler розроблено програму руху роботизованої системи. В Android Studio розроблено програму управління роботом за допомогою смартфону. В результаті отримано систему з дистанційним Bluetooth-керуванням на базі ATmega 2560.
Ключові слова: дистанційне управління, Arduino, ОС Android, Bluetooth-модуль, колекторний двигун

Шолом П.С., Здолбицький А.П., Жигаревич О.К., Яручик В.Л. Роботизированная система с дистанционным управлением. В среде Arduino C ++ Compiler разработана программа движения роботизированной системы. В Android Studio разработана программа управления роботом с помощью смартфона. В результате получена система с дистанционным Bluetooth-управлением на базе ATmega 2560.
Ключевые слова: дистанционное управление, Arduino, ОС Android, Bluetooth-модуль, коллекторный двигатель

Sholom Pavlo S., Zdolbitskyi Andrii P., Zhyharevych Oksana K., Yaruckyk Vadym L. Robotic system with remote control. Program for robotic system motion is developed in Arduino C ++ Compiler environment. Program for robot control via smartphone is developed in Android Studio. As a result a system with Bluetooth remote control based on ATmega 2560 is obtained.
Keywords: remote control, Arduino, OS Android, Bluetooth-module, collector motor

Постановка проблеми. Робототехніка є прикладною наукою, що займається розробкою автоматизованих технічних систем (роботів). Вона орієнтована на створення роботів і робототехнічних систем, призначених для автоматизації складних технологічних процесів і операцій, у т. ч. таких, що виконуються в недетермінованих умовах, для заміни людини при виконанні важких, втомливих і небезпечних робіт.

Так як використання звичайних роботів з програмним управлінням часто недоцільне, то з'являється особливий їх вид − дистанційно керовані роботи. Вони дозволяють виконувати поставлене завдання на безпечній для життя та здоров'я людини відстані, зокрема для обслуговування ядерних енергетичних установок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивченням систем автоматичного, автоматизованого і ручного керування роботами та іншими засобами робототехніки, а також технічними системами і комплексами, що містять ці засоби, займались Андре П., Кофман Ж.-М., Лот Ф., Тайар Ж.-П. [1], Корендясев А.І. [2] та ін. Зокрема, у роботі Джона Вільямса [3] детально розглядаються елементи схем, що використовуються у пристроях числового програмного управління (ЧПУ): інтегральні мікросхеми, контролери крокових двигунів та самі двигуни, мостові драйвери та інші елементи; описано технологію виготовлення друкованих плат в домашніх умовах методом термічного переносу електрографічного зображення з паперу на поверхню фольгованого пластику; наводяться різні схеми управління кроковими двигунами та відповідне програмне забезпечення тощо [4, 5].

У роботі Попова Є.П. та Письменного Г.В. [6] описані виконавчі пристрої роботів, структура і призначення обчислювальних засобів в системах управління, основні методи програмного керування роботами і пристрої, їх реалізують. Викладена структура і принцип дії систем адаптивного управління та реалізації відчуттів у роботів, розглянуті пристрій і принцип дії дистанційно керованих роботів.

Метою роботи є реалізація дистанційного керування роботом за допомогою Bluetooth-модуля та смартфону на операційній системі Android. Система повинна мати можливість керування як за допомогою кнопок, так і з залученням акселерометра.

Виклад основного матеріалу роботи. Дистанційне керування – це передача керуючого впливу (сигналу) від оператора до об'єкта управління, що знаходиться на відстані, через неможливість передати сигнал безпосередньо, якщо об'єкт рухається, знаходиться на значній відстані або в агресивному середовищі і т.п.

© Шолом П.С., Здолбіцький А.П., Жигаревич О.К., Яручик В.Л.

Дистанційне управління застосовується в авіації, космічній техніці, техніці зв'язку, охоронних системах та системах допуску, моделюванні, комп'ютерній техніці, військовій справі, промисловому виробництві, будівництві, робототехніці тощо.

Так як використання звичайних роботів з програмним управлінням часто недоцільне, то з'являється особливий вид роботів − дистанційно керовані роботи. Дистанційне керування та управління діями роботів, маніпуляторів та інших агрегатів організовується іноді при безпосередньому візуальному спостереженні, але часто і поза їх видимостю. Якщо маніпуляційний робочий механізм не має автоматичних режимів, а відтворює тільки рух руки людини-оператора, то говорять про дистанційно керованих маніпулятори, якщо ж основна певна частина робочої операції запрограмована і відбувається автоматично, а людина-оператор лише задає ту чи іншу програму (або втручається в управління тільки в критичних випадках), то ми маємо справу з дистанційно керованими роботами.

Дистанційно керовані роботи мають свою сферу застосувань, зокрема останнім часом досягнуті великі успіхи в розробці роботів для обслуговування ядерних енергетичних установок. У першу чергу такі роботи використовуються при переробці вивантаженого ядерного палива і при роботі з відходами виробництва. Зараз вони починають також застосовуватися для контролю початкового завантаження, ремонтних робіт на реакторній установці, дезактивації обладнання і ліквідації наслідків аварій. Застосування таких дистанційно керованих роботів дозволяє істотно знизити радіаційне опромінення персоналу та підвищити якість регламентних робіт на реакторі.

Розроблена система дистанційного контролю робота включає в себе апаратне та програмне забезпечення.

Апаратне забезпечення складається з:

- механіки іграшкової моделі автомобіля;
- програмованої плати Arduino Mega 2560;
- драйвера двигунів DFRduino Motor Drive;
- колекторного двигуна (3 шт.);
- Bluetooth модуля HC-06.

Arduino Mega 2560 (рис. 1) − це пристрій на основі мікроконтролера ATmega2560. До його складу входить все необхідне для зручної роботи з мікроконтролером: 54 цифрових входів / виходів (з яких 15 можуть використовуватись як ШІМ-виходи), 16 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм ICSP для внутрішньосхемного програмування і кнопка скидання.

Arduino Mega може бути живиться від USB або від зовнішнього джерела живлення − тип джерела вибирається автоматично. В якості зовнішнього джерела живлення (не USB) може використовуватися мережевий AC / DC-адаптер або акумулятор / батарея. Штекер адаптера необхідно вставити у відповідний роз'єм живлення на платі.

Напруга зовнішнього джерела живлення може бути в межах від 6 до 20 В. Однак, зменшення напруги живлення нижче 7 В призводить до зменшення напруги на виводі 5 В, що може стати причиною нестабільної роботи пристрою. Використання напруги більше 12 В може призводити до перегріву стабілізатора напруги і виходу плати з ладу. З урахуванням цього рекомендується використовувати джерело живлення з напругою в діапазоні від 7 до 12В.

У мікроконтролері ATmega 2560 є 256 КБ флеш-пам'яті програм (з яких 8 КБ використовуються загрузчиком), 8 КБ пам'яті SRAM і 4 КБ EEPROM.

Arduino Mega сумісний з більшістю плат розширення, розроблених для Arduino Duemilanove і Diecimila.

Arduino Mega 2560 надає ряд можливостей для здійснення зв'язку з комп'ютером, зі ще одним Arduino або іншими мікроконтролерами. ATmega2560 має 4 UART для реалізації послідовних інтерфейсів (с логічним рівнем TTL 5В). Мікроконтролер ATmega16U2 (або ATmega8U2 на платах версії R1 і R2) забезпечує зв'язок одного з прийомопередавачів з USB-портом комп'ютера і при підключенні до ПК дозволяє Arduino визначатись як віртуальний COM-порт (для цього операційній системі Windows потрібно відповідний .inf-файл, на відміну від OSX і Linux, де розпізнавання плати як COM-порту відбувається автоматично). При передачі даних через мікросхему ATmega8U2 / ATmega16U2 під час USB-з'єднання з комп'ютером на платі будуть миготіти світлодіоди RX і TX.

© Шолом П.С., Здолбіцький А.П., Жигаревич О.К., Яручик В.Л.

Драйвер двигунів DFRduino Motor Drive (рис. 2) використовує чіп L293B і здатний керувати двома двигунами постійного струму напругою 7-12 В з максимальним струмом 1А в кожному.

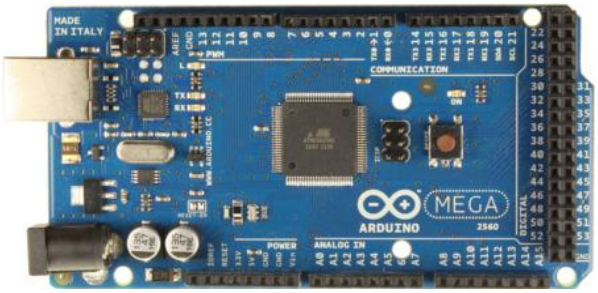


Рис. 1. **Програмована плата Arduino Mega 2560**

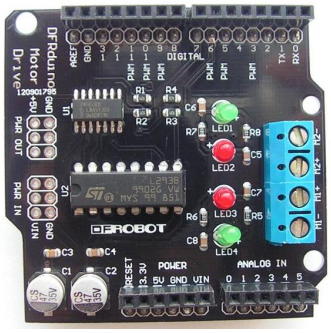


Рис. 2. **DFRduino Motor Drive**

Універсальний колекторний електродвигун (УКД) − це різновид колекторної машини постійного струму, яка може працювати і на постійному, і на змінному струмі. Отримав велике поширення в ручному електроінструменті і в деяких видах побутової техніки за малі розміри та вагу, легкість регулювання оборотів, відносно низькі ціни.

Два колекторних двигуна використовується для руху вперед / назад задніх колес, один − для виконання поворотів передніми колесами.

На корпусі авто закріплено 8 світлодіодів, а також динамік для подачі звукового сигналу.

Розрізняють декілька способів управління роботами: дротове та бездротове. Під дротовим управлінням дроїдом розуміється відсутність автономного живлення і прив'язаність машини до певного робочого місця, що значно зменшує ефективність його використання і степені вільності руху. Серед бездротових (дистанційних) варіантів керування є такі, як: за допомогою WiFi; через Bluetooth; з використанням 3G зв'язку; за допомогою віддаленого доступу.

Система (рис. 3) управляється дистанційно через смартфон за допомогою Bluetooth-з'єднання, яке забезпечує Bluetooth-модуль HC-06. Структуру системи зображено на рисунку 4.

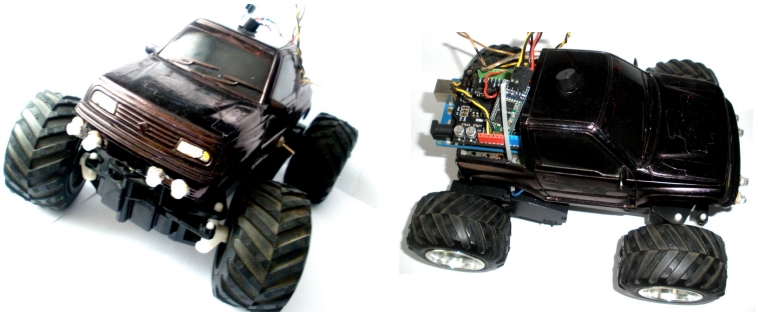


Рис. 3. **Система з дистанційним керуванням на базі Arduino Mega 2560**

© Шолом П.С., Здолбіцький А.П., Жигаревич О.К., Яручик В.Л.

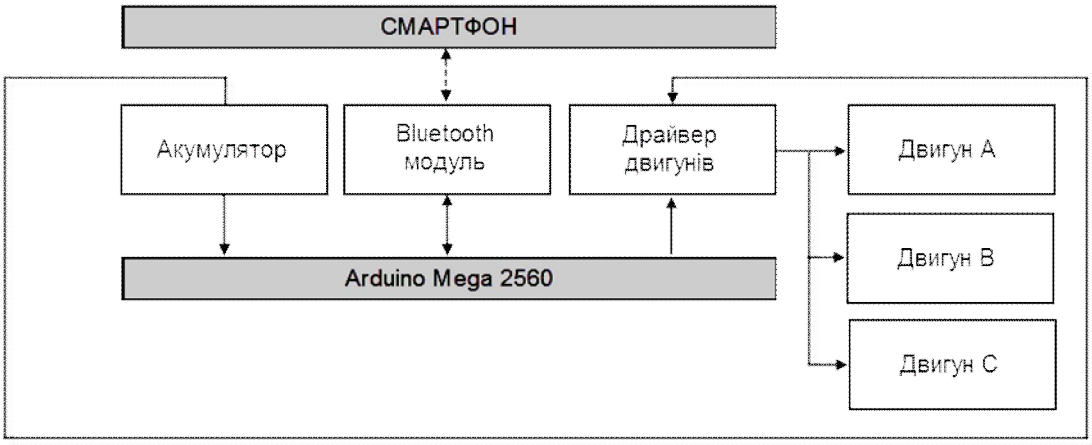


Рис. 4. **Структура системи дистанційного управління роботом**

Програмне забезпечення розроблено у двох середовищах:
- Arduino Compiler;
- Android Studio.

Arduino Compiler (Software) – це відкрите програмне забезпечення (ПЗ) для написання та завантаження коду у плату. Працює на Windows, Mac OS X та Linux. Розробку середовища здійснено мовою Java та базується на мові програмування Processing та іншому відкритому програмному забезпеченні. Це ПЗ може використовуватись для будь-яких плат Arduino.

Програму написано мовою C++. Вона слугує виконавчою частиною, яка реагує на вхідні сигнали керування зі смартфону, здійснюючи таким чино рух робота. Програма завантажується у мікроконтролер плати Arduino Mega 2560. Перед завантаженням потрібно відключити живлення Bluetooth-модуля, інакше завантажити її не вдасться.

Змінні SPEED_LEFT та DIR_LEFT визначають номера виводів, які керують двигунами A та B (два задніх двигуна), змінні SPEED_RIGHT та DIR_RIGHT − керують двигуном C (передній двигун). Далі програма ініціює послідовне з'єднання і задає швидкість передачі даних в 38400 біт/с; встановлює режим роботи виводів, що керують двигунами в OUTPUT; подає на всі виходи значення LOW, яке означає, що двигуни відключені.

У програмі визначено функції go_forward(), go_back(), go_right(), go_left(), stop_robot(), які запускають двигуни в прямому або зворотному напрямку обертання, тим самим приводячи робота в рух − рух вперед, назад, праворуч, ліворуч та стоп.

В основному циклі програми відбувається зчитування та обробка даних, отриманих через послідовний порт від Bluetooth-модуля. Залежно від отриманої команди виконується та чи інша функція і по послідовному порту на плату передається «0» або «1».

Для роботи з Bluetooth та акселерометром необхідно забезпечити дозвіл на його використання додатком. Для цього у Android manifests на закладці Permissions потрібно встановити такі права: android.permission.BLUETOOTH_ADMIN та android.permission.BLUE-TOOTH, android.permission.ACSELEROMETER та android.permission.ACSELEROMETER_ADMIN.

Android Studio – це інтегроване середовище розробки (IDE) для платформи Android. Воно прийшло на зміну плагіну ADT для платформи Eclipse. Середовище побудоване на базі сирцевих текстів продукту IntelliJ IDEA Community Edition, що розвивається компанією JetBrains. Android Studio розвивається в рамках відкритої моделі розробки та поширюється під ліцензією Apache 2.0.

Середовище розробки адаптоване для виконання типових завдань, що вирішуються в процесі розробки застосунків для платформи Android. У тому числі у середовище включені засоби для спрощення тестування програм на сумісність з різними версіями платформи та інструменти для проектування застосунків, що працюють на пристроях з екранами різної роздільності (планшети, смартфони, ноутбуки, годинники, окуляри тощо). Крім можливостей, присутніх в IntelliJ IDEA, в Android Studio реалізовано кілька додаткових функцій, таких як нова уніфікована підсистема складання, тестування і розгортання застосунків, заснована на складальному інструментарії Gradle і яка підтримує використання засобів безперервної інтеграції.

© Шолом П.С., Здолбіцький А.П., Жигаревич О.К., Яручик В.Л.

Для прискорення розробки застосунків представлена колекція типових елементів інтерфейсу і візуальний редактор для їхнього компонування, що надає зручний попередній перегляд різних станів інтерфейсу застосунку (наприклад, можна переглянути як інтерфейс буде виглядати для різних версій Android і для різних розмірів екрану). Для створення нестандартних інтерфейсів присутній майстер створення власних елементів оформлення, що підтримує використання шаблонів. У середовище вбудовані функції завантаження типових прикладів коду з GitHub. До складу також включені пристосовані під особливості платформи Android розширені інструменти рефакторингу, перевірки сумісності з минулими випусками, виявлення проблем з продуктивністю, моніторингу споживання пам'яті та оцінки зручності використання.

Android-додаток (рис. 5) написано мовами C та Java. Програма реалізує передачу керуючих сигналів з метою забезпечення руху системи у заданий напрямок. Для управління системою вона містить 8 кнопок: «Вперед», «Назад», «Вліво», «Вправо», «Увімкнути передні фари», «Увімкнути задні фари», «Увімкнути аварійний сигнал», «Увімкнути звуковий сигнал». При натисканні на кнопку зі смартфону по Bluetooth-каналу на плату Arduino Mega 2560 передаються сигнали «0» та «1», які здійснюють керування роботом. Дані про стан робота передаються назад до програми.

Додаток також дозволяє керувати роботом за допомогою акселерометра.

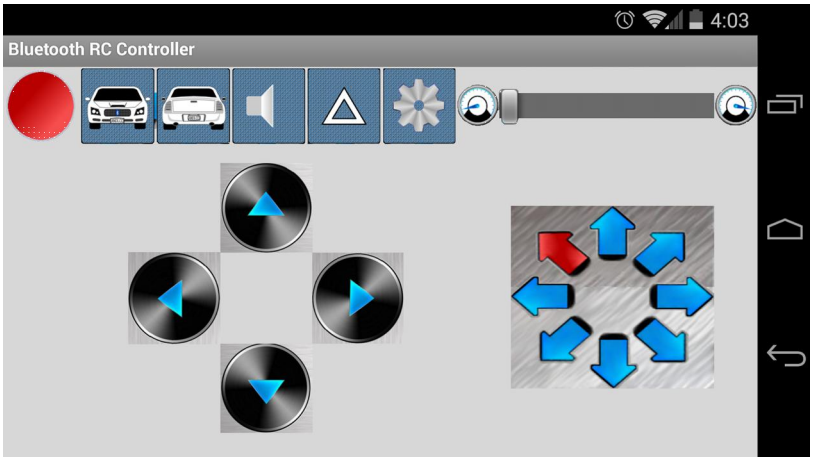


Рис. 5. **Android-додаток дистанційного керування роботом**

Висновки. У середовищі Arduino C++ Compiler розроблено програму руху роботизованої системи. В Android Studio розроблено програму управління роботом для смартфону. В результаті отримано систему з дистанційним Bluetooth-керуванням на базі ATmega 2560.

1. Андре П., Кофман Ж.-М., Лот Ф., Тайар Ж.-П. Конструирование роботов. – М.: Мир, 1986. – 360 с.
2. Корендясев А.И. Теоретические основы робототехники. Книга 1. – М.: Наука, 2006. – 383 с.
3. Вильямс Дж. Программируемые роботы. Создаем робота для своей домашней мастерской / Пер. с англ. А. Ю. Карцева – М.: НТ Пресс, 2006. – 240 с.
4. Губіш С.А. Модернізація системи Pololu 3pi для розв'язання задачі обходу перешкод. / С.А. Губіш, П.С. Шолом, О.К. Каганюк // Науковий журнал «Комп'терно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво» – Луцьк: Видавництво Луцького НТУ. Вип. 12. – 2013. – С. 153-158.
5. Черкасець П.М., Шолом П.С., Каганюк О.К. Підсистема зчитування штрих-кодів мобільного агента Pololu 3pi // Науковий журнал «Комп'терно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво» – Луцьк: Видавництво ЛНТУ. – Вип. 16-17. – 2014. – С. 55–60.
6. Попов Е.П., Письменный Г.В. Основы робототехники: Введение в специальность: Учеб. для вузов по спец. «Робототехн. системы и комплексы» − М.: Высш. шк., 1990. − 224с.

© Шолом П.С., Здолбіцький А.П., Жигаревич О.К., Яручик В.Л.

УДК 004.93
Болтенков В.А. к.т.н., Нгуен Гуи Кионг
Одесский национальный политехнический университет

АРХИТЕКТУРА КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

Болтьонков В.А., Нгуєн Гуі Кіонг. Архітектура комп'ютерної системи дистанційної рухової реабілітації. Розроблено архітектуру комп'ютерної реалізації системи дистанційної рухової реабілітації. Система заснована на кількісному порівнянні навчаючих рухів лікаря-інструктора та віддаленого пацієнта. Для зменшення витрат на обладнання та можливості функціонування системи в реальному масштабі часу застосована клієнт-серверна архітектура. Реалізовано і випробувано дослідний зразок системи. Застосовано прогресивні програмні технології, що прискорюють швидкодію системи та економлять комп'ютерні ресурси.
Ключові слова: телемедицина, дистанційна рухова реабілітація, обробка відеопотоків, клієнт-серверна архітектура, бази даних.

Болтенков В.А., Нгуен Гуи Кионг. Архитектура компьютерной системы дистанционной двигательной реабилитации. Разработана архитектура компьютерной реализации системы дистанционной двигательной реабилитации. Система основана на количественном сравнении обучающих движений врача-инструктора и удаленного пациента. Для уменьшения затрат на оборудование и возможности функционирования системы в реальном масштабе времени применена клиент-серверная архитектура. Реализован и испытан опытный образец системы. Применены прогрессивные программные технологии, ускоряющие быстродействие системы и экономящие компьютерные ресурсы.
Ключевые слова: телемедицина, дистанционное двигательная реабилитация, обработка видеопотоков, клиент-серверная архитектура, базы данных.

Boltenkov V.A., Nguyen Huy Cuong. The architecture of a computer system for remote motor rehabilitation. The architecture of the remote motor rehabilitation computer implementation has been developed. The system is based on a quantitative comparison of training movements of the doctor-instructor and remote patient. The client-server architecture has been employed to enable the functioning of the system in real time and to reduce the cost of equipment. A system prototype has been mplemented and tested. The advanced software technologies were applied to accelerate system performance and saving computer resources.
Keywords: telemedicine, distance motor rehabilitation, video stream processing, client-server architecture, database.

Постановка научной проблемы. В условиях кризисного финансирования социальных и, в частности, медицинских программ особо важную роль приобретает телемедицина – дистанционное оказание консультативных, лечебных и иных услуг пациентам с использованием телекоммуникационных и информационных технологий. Телемедицина позволяет в условиях интегрированного информационного пространства эффективно использовать интеллектуальный потенциал и клинический опыт высококлассных специалистов с минимальными затратами [1, 2]. Одной из эффективных отраслей современной телемедицины является дистанционная двигательная реабилитация (ДДР) пациентов с заболеваниями опорно-двигательного аппарата, центральной нервной системы, детским церебральным параличем. ДДР построена на удаленной демонстрации пациенту врачом-инструктором комплекса двигательных упражнений, повторении его пациентом и корректирующих рекомендации врача пациенту по правильному выполнению движений [3]. Большинство систем ДДР, действующих в настоящее время предполагают online взаимодействие обеих сторон лечебного процесса – врача и пациента [4]. Такая организация ДДР не является оптимальной по удобству пользования как для специалиста, так и для больного. Наилучшим вариантом построения подобной системы является разделенная во времени система ДДР: врач-инструктор на основании истории болезни больного назначает и демонстрирует ему комплекс двигательных упражнений и отправляет видеоинструкцию на хранение в базу данных, пациент в удобное для него время извлекает видеоинструкцию, изучает ее, выполняет комплекс упражнений и получает корректирующие рекомендации в реальном масштабе времени. Для такой системы ДДР рекомендации пациенту выдает программное средство, объективно оценивающее разницу движений пациента и обучающего движения врача-инструктора. По окончании выполнения упражнения пациентом видеоотчет отправляется на хранение в базу данных, откуда врач может извлечь ее в удобное время для анализа и коррекции программы дальнейшего лечения. Такие компьютерные системы ДДР пока существуют в единичных экземплярах в виде экспериментальных образцов с ограниченными возможностями (в частности, реабилитация двигательной активности кистей рук после сосудистых катастроф) [5]. Таким образом, создание принципов построения компьютерных систем ДДР с широкими возможностями и разделенным во

© Болтьонков В.А., Нгуєн Гуі Кіонг.

времени доступом врача и пациента и их практическая реализация является актуальной научной и практической задачей.

Системы ДДР, применяемые сегодня и позволяющие количественно оценить качество выполняемых пациентом движений, основаны на технологиях Microsoft Kinect с применением трехмерной видеокамеры с датчиком глубины и специализированного программного обеспечения. Kinect системы ДДР позволяют строить траектории движения частей тела пациента и оценивать параметры движения, однако являются достаточно затратными и недоступными рядовому потребителю [6, 7]. Большинство отечественных пациентов – потенциальных пользователей систем ДДР – располагают бюджетным домашним компьютером с ограниченным вычислительным ресурсом и бытовой веб-камерой. Поэтому **целью исследования** является разработка принципов построения системы дистанционной двигательной реабилитации, ориентированной на применение бытового компьютера со бесплатным программным обеспечением, обеспечивающей несинхронную работу врача и пациента и автоматически выдающей корректирующие рекомендации пациенту в реальном масштабе времени, а также практическая реализация такой системы.

Изложение основного материала и обоснование полученных результатов исследования. В работах авторов [8, 9] были представлены основные принципы и алгоритмы функционирования системы ДДР. Изложим их в виде краткой последовательности. Врач-инструктор выполняет обучающее упражнение, которое регистрируется веб-камерой в виде видеопотока в стандартном формате. Обучающий видеопоток поступает на систему обработки, которая делится на внутрикадровую и межкадровую. В рамках внутрикадровой обработки для каждого кадра производится:

– вычитание фона и представление тела человека в виде бинарной фигуры,

– построение скелета бинарной фигуры (скелетизация),

– выделение характерных точек скелета на основании предложенной 16-точечной модели движения тела человека [9] .

В рамках межкадровой обработки для фрагментов видеопотока длиной 25-100 кадров производится расчет кинематических параметров характерных точек тела - координат и траекторий, тангенциальной скорости и тангенциального ускорения. На основании расчета формируется матрица кинематических параметров обучающего движения.

Во время повторения движения пациентом для его движения производится такая же обработка. Далее для двух матриц движения рассчитываются количественные меры подобия – для координат характерных точек – чебышевская мера, для скоростей и ускорений – косинусная мера близости соответствующих векторов. Если рассчитанные меры подобия укладываются в выбранные экспериментально пороги, движение пациента считается повторенным правильно. В противном случае – программно вырабатывается корректирующая команда пациенту в естественном понятном виде: например, "правый локоть – выше", "левая рука – быстрее", "наклон головы – резче".

Исследования, проведенные при программной реализации системы на компьютерах среднего экономичного ресурса показали, что многие из перечисленных выше операций обработки достаточно ресурсоемкие (скелетизация фигуры, расчет кинематических параметров) и не позволяют организовать функционирование системы с коррекцией движений пациента в реальном времени [8]. Поэтому система ДДР была выполнена в виде веб-приложения в клиент-серверной архитектуре с использованием облачного сервера высокой производительности. Общая архитектура системы ДДР представлена на рис.1. В архитектуре две "тонкие" клиентские части – "Врач-инструктор" и "Пациент", использующие экономичные платформы. Серверная часть состоит из четырех компонентов: веб-сервер, сервер базы данных (БД) , где размещается общая БД системы, сервер файлов, где хранятся все видеозаписи движений, выполненных клиентами и сервер приложений, на котором выполняется обработка видеопотоков.

Веб-сервер и сервер БД выполнены как единый веб-сервер сервер управления LAMP. Для управления пользователями (пациентом, врачом) и управления упражнениями использована технология Open Source CMS Wordpress, выполненная на PHP. Сервер приложений обрабатывает видеопотоки и вырабатывает рекомендации пациенту. Он выполнен на C++ с использованием библиотек Boost и OpenCV. Обмен видеопотоками осуществляется с использованием протокола WebSocket, который заметно облегчает нагрузку на веб-сервер. Кроме того, для ускорения обмена видеопотоками видеофайлы перекодируются в формат Base64 и сжимаются, так что передача их осуществляется как в формате сжатых строк.

© Болтьонков В.А., Нгуєн Гуі Кіонг.

Рассмотрим организацию БД системы. СУБД выбиралась из требований: поддержка языков PHP и C/C++, выполнение базовых запросов (INSERT, SELECT, UPDATE, DELETE) с высокой

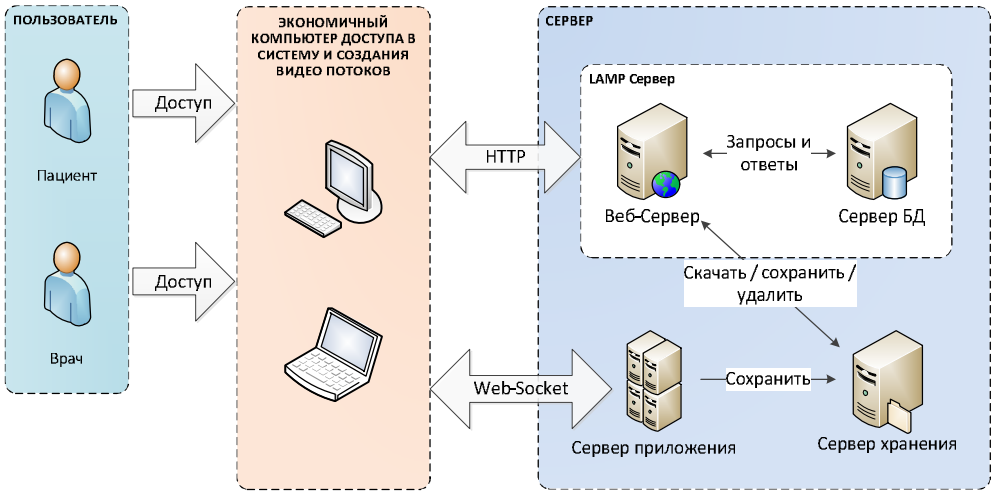


Рис.1. **Общая архитектура системы дистанционной двигательной реабилитации**

скоростью, легкое расширение, возможность сохранения и скачивания как локальных, так и удаленных данных . С этой точки зрения была выбрана СУБД MySQL Community Server. MySQL Community Server является самой популярной СУБД с открытым кодом и имеет на рынке пользователей СУБД самый высокий рейтинг. Кроме того MySQL Community Server позволяет поддерживать примененный нами WordPress — популярную и удобную программа для управления контентом (CMS). Упрощенная структура БД системы ДДР представлена на рис.2.

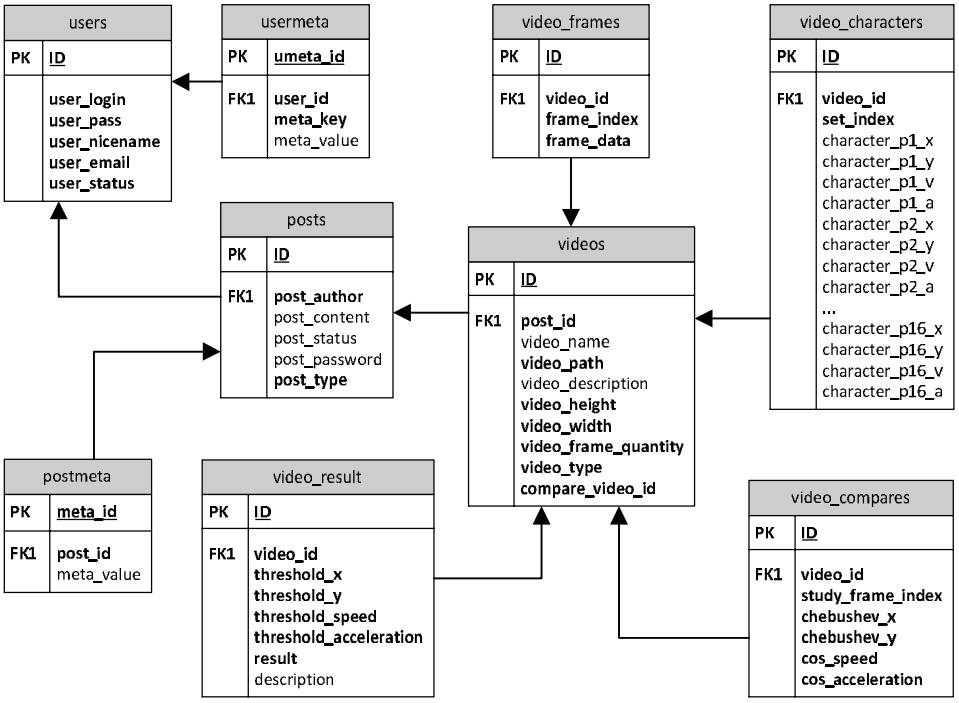


Рис.2. **Структура БД системы дистанционной двигательной реабилитации**

Основные таблицы БД:

© Болтьонков В.А., Нгуєн Гуі Кіонг.

– таблица user содержит основную информацию о пользователе (логин, e-mail адрес, пароль для входа в систему, фамилия, имя, отчество, и статус пациента: активирован или нет),

– таблица usermeta содержит дополнительную информацию о пользователе (роль: врач или пациент, пол (м/ж), возраст, диагноз, рост, вес и т.д. эта таблица построена как модель Сущность-Атрибут-Значение (EAV model) [10], что позволяет легко расширять систему при появлении новых требований к ней,

– таблица posts – тема, создаваемая пользователем, каждый пользователь может создать тему для себя и других пользователей, содержанием которой могут быть комментарии, замечания или просто описание пациентом или врачом деталей выполнения какого-нибудь упражнения,

– таблица postmeta –содержит дополнительную информацию по теме,

– таблица videos – содержит информацию о каждой видеозаписи,

– таблица video_frames – содержит данные о каждом кадре всех видеопотоков,

– таблица video_characters – содержит результаты обработки каждого фрагмента видеопотока, соответствующего одному движению,

– таблица video_results – содержит окончательные результаты обработки видеопотоков,

– таблица video_compares содержит результаты сравнения кинематических параметров (координаты, скорость, ускорение) движения пациента и обучающего движения врача-инструктора по различным мерам подобия и рекомендации, выработанные программой для коррекции движений.

Организованная по изложенной архитектуре система ДДР была реализована в виде опытного образца и испытана на реальных двигательных видеоинструкциях врача и упражнениях, выполняемых пациентов. В качестве клиентской платформы врача-инструктора и пациента были использованы компьютеры с характеристиками CPU: Intel Hex-Core CPUs 2.5 GHz; RAM: 1 ГБ DDR3 1300 МГц; ОС: Ubuntu 14.04x64 и бытовой камерой Logitech HD Webcam C310 с используемым разрешением 640*480 пикселей.

Серверная часть с описанной выше архитектурой размещалась на экономичном облачном датацентре digitalocean.com (арендная плата 10 USD в месяц с возможностью легко модернизировать количество пользователей и их статус в любое время). Такое решение вопроса представляется более экономичным, чем установка специального достаточно мощного сервера в лечебном учреждении.

На рис.3 показаны экранная форма входного интерфейса пользователя и корректирующей рекомендации по результатам выполнения упражнения.

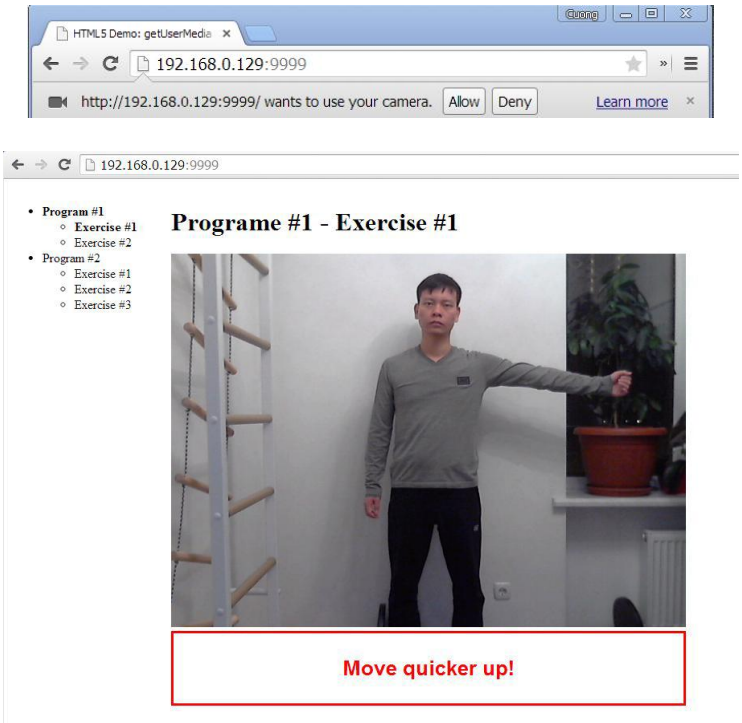


Рис.3. **Основные экранные формы системы**

© Болтьонков В.А., Нгуєн Гуі Кіонг.

Испытания системы на видеозаписях более 350 движений показали правильность работы системы как в части обмена данными, так и в части вынесения корректирующих рекомендаций пациенту. Описанная архитектура обеспечивает функционирование системы в реальном времени, пациент практически не ощущает задержки в обмене данными и поступлении корректирующих рекомендаций.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Изложенные выше результаты исследований позволяют сделать следующие выводы. Разработаны принципы построения и архитектура необходимой сегодняшнему отечественному здравоохранению системы дистанционной двигательной реабилитации пациентов. Система ориентирована на применение экономичных и доступных вычислительных ресурсов. Она обеспечивает возможность несинхронного доступа врача-инструктора и пациента. Система автоматически выдает корректирующие рекомендации больному при выполнении им двигательных упражнений. Система реализована практически в клиент-серверной архитектуре. Испытания системы показали правильность заложенных в ее проект решений и подтвердили работоспособность в реальном масштабе времени.

В качестве направления дальнейших практических исследований укажем поиск путей ускорения работы системы за счет совершенствования алгоритмов обработки кадров (в частности, алгоритма скелетизации) и улучшении алгоритма видео сжатия. Основным направлением перспективных исследований системы является предоставление возможности пользователям возможности входить в систему и работать с ней с любого устройства, браузер которого поддерживает html5, websocket и имеет камеру (планшет, фаблет, смартфон). Безусловно такая модернизация системы может потребовать серьезной доработки алгоритмов обработки видеопотоков в связи с необходимостью масштабирования изображений тела. Однако преимуществом такой модернизации являются большие удобства для пользователей (как врачей, так и пациентов). Отметим, что в изложенную архитектуру системы ДДР возможность такой модернизации уже заложена.

1. Назаренко Г. И. Медицинские информационные системы: теория и практика / Г. И. Назаренко, Я. И. Гулиев Д. Е.Ермаков – М. : Физматлит, 2005. – 320 с.
2. Кобринский Б.А. Медицинская информатика: учеб. для студ. высш. учеб.заведений / Б.А. Кобринский, Т.В. Зарубина – М.: Издат центр "Академия", 2009. – 192 с.
3. Holden M. K. Virtual Environments for Motor Rehabilitation: Review [Text] / Maureen K. Holden // Cyberpsychology & Behavior. – 2005. – Vol.8. – No.5. – P. 187-211.
4. Pawlik P. Visual Surveillance for Movement Rehabilitation [Text] / P. Pawlik , Z.Bublinski // Image Processing & Communication – 2012. – Vol. 17. – No. 4. – P. 173-178.
5. Metsis V. Computer Aided Rehabilitation for Patients with Rheumatoid Arthritis [Text] / Vangelis Metsis, Pat Jangyodsuk, Vassilis Athitsos, Maura Iversen, Fillia Makedon // International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC) – San Diego, CA – 2013. – P.97-102.
6. Chang, Y.-J. A Kinect–based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities [Text] / Y.–J. Chang, S.–F. Chen, J.–D. Huang // Research in Developmental Disabilities. – 2011. – Vol. 32, Issue 6. – P. 2566–2570.
7. Kurakin, A. A real time system for dynamic hand gesture recognition with a depth sensor [Text] / A. Kurakin, Zhang, Z. Liu // EUSIPCO-2012: Proceedings of the 20th European Signal Processing Conference, 2012. – P. 1975–1979.
8. Кіонг Н.Г. Принципи побудови комп'ютерних систем дистанційного тренування на основі аналізу відеопотоку [Текст] / Нгуєн Гуі Кіонг , В.О. Болтьонков , Д.В. Малявін // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 5/2 (71). – С. 25 – 33.
9. Болтенков В.А. Двумерная проективная модель движения тела человека и ее применение в задачах телемедицины [Текст] / В.А. Болтенков , Нгуен Гуи Кионг // Информатика и математические методы в моделировании. – 2014. – Том 4. – №4. – С. 312-323.
10. Архитектура базы данных EAV (Entity-Attribute-Value, Сущность-Атрибут-Значение) (2015) [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://gurumagento.varshevsky.com/struktura-bazy-dannyx-magento-znakomstvo-s-eav.htm.

© Болтьонков В.А., Нгуєн Гуі Кіонг.

УДК 514.18:004.925.8
Вірченко Г.І.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"

ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФІВ-ДЕРЕВ ДЛЯ ДИНАМІЧНОГО ВАРІАНТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Вірченко Г.І. Застосування графів-дерев для динамічного варіантного моделювання геометричних об'єктів. У даній статті розглядаються питання варіантного геометричного моделювання ліній, поверхонь і тіл. Для їх динамічного комп'ютерного формоутворення запропоновано спосіб, що базується на використанні бінарних, квадро- та окто- дерев.
Ключові слова: геометричний об'єкт, граф, динамічне варіантне формоутворення, комп'ютерне моделювання, структурно-параметрична геометрична модель.
Форм. 4. Рис. 1. Літ. 13.

Вирченко Г.И. Применение графов-деревьев для динамического вариантного моделирования геометрических объектов. В данной статье рассматриваются вопросы вариантного геометрического моделирования линий, поверхностей и тел. Для их динамического компьютерного формообразования предложен способ, основанный на использовании бинарных, квадро- и окто- деревьев.
Ключевые слова: геометрический объект, граф, динамическое вариантное формообразование, компьютерное моделирование, структурно-параметрическая геометрическая модель.
Форм. 4. Рис. 1. Лит. 13.

Virchenko G.I. The use of graph-trees for variant dynamic modeling of geometric objects. This article deals with the variant modeling of lines, surfaces and bodies. The method based on the use of binary, quad- and oct- trees is proposed for dynamic computer-aided forming of geometric objects.
Keywords: computer modeling, dynamic variant shaping, geometric object, graph, structural-parametric geometric model.
Form. 4. Fig. 1. Lit. 13.

Постановка проблеми. Нині для підвищення якості, зменшення витрат різноманітних ресурсів під час розробки, виготовлення та експлуатації технічних об'єктів широко застосовуються комп'ютерні інформаційні технології у вигляді систем автоматизованого проектування [8]. Базовим компонентом цих засобів є геометричне моделювання, що забезпечує не тільки зручну візуалізацію створюваної продукції, визначення її форми та розмірів, а й можливість комплексної оптимізації на протязі всього життєвого циклу [3]. Важливість та складність окреслених питань обумовлює науково-прикладну проблему подальшого удосконалення зазначеної методології.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Доцільність використання структурно-параметричних геометричних моделей (СПГМ) для опрацювання виробів машинобудування було обґрунтовано, наприклад, у працях [1, 5, 13], інших об'єктів – у публікаціях [7, 9]. При цьому показано ефективність даного підходу для успішного розв'язування інженерних задач варіантного формоутворення. Основні базові теоретичні положення зазначеної методології викладено у виданні [2]. Одним із напрямків її розвитку є комп'ютерне комбінаторно-варіаційне геометричне моделювання [4], яке спрямоване на підвищення продуктивності побудови та практичного застосування СПГМ шляхом створення належної системи взаємопов'язаних математичних і програмних модулів (універсальних та спеціальних). Останні орієнтовані на оптимальне вирішення завдань формування великого числа структурно-параметричних різновидів певних груп і класів опрацьовуваних геометричних об'єктів. Структурно-параметричне геометричне моделювання [2] гнучко поєднує поміж собою, зокрема, теорію кривих і поверхонь [12] із теорією графів [10], доповнюючи їх методами системного аналізу, автоматизованого проектування, оптимізації, комп'ютерної графіки і т. д.

Невирішені частини проблеми. Перспективним сучасним напрямком у галузі комп'ютерного моделювання технічних об'єктів є їх динамічне варіантне формоутворення. Даному питанню присвячена публікація [6], у якій викладено *метод поліпараметризації* та наведено його використання для побудови різноманітних ліній, поверхонь і тіл. При цьому докладно проаналізовано лише параметричні аспекти досліджуваної задачі без урахування можливих їх складних структурних взаємозв'язків.

Постановка завдання. Головна мета статті полягає в поданні запропонованого способу динамічного варіантного формоутворення ліній, поверхонь і тіл для комп'ютерного моделювання

© Вірченко Г.І.

технічних геометричних об'єктів шляхом застосування деревоподібних графів.

Основний матеріал дослідження. Лінії, поверхні та тіла у векторній параметричній формі визначаються відповідно як

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}(u),\ \mathbf{r} = \mathbf{r}(u, v),\ \mathbf{r} = \mathbf{r}(u, v, w), \quad (1)$$

де $\mathbf{r}$ – радіус-вектор у деякій системі координат (декартовій, циліндричній, сферичній тощо); $u \in [0, 1]$, $v \in [0, 1]$, $w \in [0, 1]$ – параметри та проміжки їх змінювання.

Примітка. Використання у формулі (1) одиничного відрізка для значень u, v, w не обмежує її загального характеру, оскільки, наприклад, залежність $\mathbf{r}(t)$, де параметр $t \in [t_{\min}, t_{\max}]$, визначається як $\mathbf{r}(t(u))$, де $u \in [0, 1]$, на підставі виразу $t(u)=(1-u)t_{\min}+ ut_{\max}$.

У праці [6] для класифікації способів динамічного варіантного формоутворення обрано прийоми, що систематизовані згідно з кортежем його властивостей

$$\mathrm{B} = (\mathrm{B}_i)_1^3, \quad (2)$$

де B_1=(*неперервність*), B_2=(*напрям*), B_3=(*характер ділянок параметризації*).

Для елементів множини (2) вигляду

$$\mathrm{B}_1 = (\mathrm{B}_{11}, \mathrm{B}_{12}) = (\textit{формоутвор ення неперервне}, \textit{формоутвор ення дискретне}),$$

$$\mathrm{B}_2 = (\mathrm{B}_{21}, \mathrm{B}_{22}) = (\textit{однонаправ лене}, \textit{багатонапр авлене}),$$

$$\mathrm{B}_3 = (\mathrm{B}_{31}, \mathrm{B}_{32}) = (\textit{сталі ділянки параметриз ації}, \textit{змінні ділянки параметриз ації})$$

можливі досліджувані способи моделювання визначаються декартовим добутком

$$\mathrm{C} = \mathrm{B}_1 \times \mathrm{B}_2 \times \mathrm{B}_3 = (\mathrm{C}_i)_1^8, \quad (3)$$

де C_1=(*формоутворення неперервне однонаправлене зі сталими ділянками параметризації*),
C_2=(*формоутворення неперервне однонаправлене зі змінними ділянками параметризації*),
C_3=(*формоутворення неперервне багатонаправлене зі сталими ділянками параметризації*),
C_4=(*формоутворення неперервне багатонаправлене зі змінними ділянками параметризації*),
C_5=(*формоутворення дискретне однонаправлене зі сталими ділянками параметризації*),
C_6=(*формоутворення дискретне однонаправлене зі змінними ділянками параметризації*),
C_7=(*формоутворення дискретне багатонаправлене зі сталими ділянками параметризації*),
C_8=(*формоутворення дискретне багатонаправлене зі змінними ділянками параметризації*).

Відомо [10], що деревом називається зв'язний граф без циклів. Як правило, в ньому виділяють початкову вершину, тобто корінь. Зазвичай дерево зображують так, щоб воно збільшувалось від кореня в певному напрямку (вниз, вправо тощо). Рівнем вершини вважають довжину простого шляху, який з'єднує її з коренем, а листком дерева – вершину, яка не має нащадків. У залежності від кількості останніх для проміжних вершин розрізнятимемо бінарні, квадро- та окто- дерева, що містять відповідно 2, 4 та 8 вихідних ребер (дуг).

Оскільки лінії, поверхні та тіла є одно-, дво- і тривимірними геометричними об'єктами, то для їх динамічного формоутворення можна застосовувати бінарні, квадро- та окто- дерева. Це обумовлено поділом поточної ділянки параметричного визначення даних фігур на дві частини вздовж кожного виміру. Отже, кількість таких нових ділянок

$$n_Д = 2^n, \quad (4)$$

де $n \in (1, 2, 3)$ – вимірність опрацьовуваного геометричного об'єкта.

Приклади ієрархічного поділу параметричних ділянок Д у вигляді одиничного прямолінійного відрізка (рис. 1, *а*), плоского квадрата (рис. 1, *б*) та куба (рис. 1, *в*) для побудови в декартовій системі координат відповідно ліній, поверхонь і тіл, а також належні графові структури показано на рис. 1. При цьому використано метод дихотомії, однак можна застосовувати й інші, зокрема, «золотого перерізу» тощо. Наведені дерева вирівняні (їх листки розташовані на одному рівні). Проте дана властивість не обов'язкова. Так під час комп'ютерного моделювання складних ліній їх поділ досить часто пропорційний змінюванню кривини.

У графах, що розглядаються, використано певну ієрархічну систему індексації вершин, тобто отримуваних нових ділянок параметризації для опрацьовуваних геометричних об'єктів. Вона полягає в тому, що коренева вершина має «порожній» індекс. На кожному новому рівні

© Вірченко Г.І.

поділу додається один індекс. Таким чином, загальна кількість індексів поточної вершини дорівнює числу виконаних поділів початкової ділянки Д змінювання параметрів. Як уже зазначалось, див. формулу (4), нові ділянки отримують поділом попередньої вздовж кожного виміру. Тому зростанню значення індексу (від 1 до 2 – для кривих, від 1 до 4 – для поверхонь, від 1 до 8 – для тіл) відповідає спочатку збільшення величини параметра *u*, потім – *v*, далі – *w*, див. рис. 1. Зауважимо, що на відміну, зокрема від [11], у даній роботі графи-дерева застосовуються для розподілу не простору геометричного об'єкта, а ділянки параметрів його визначення.

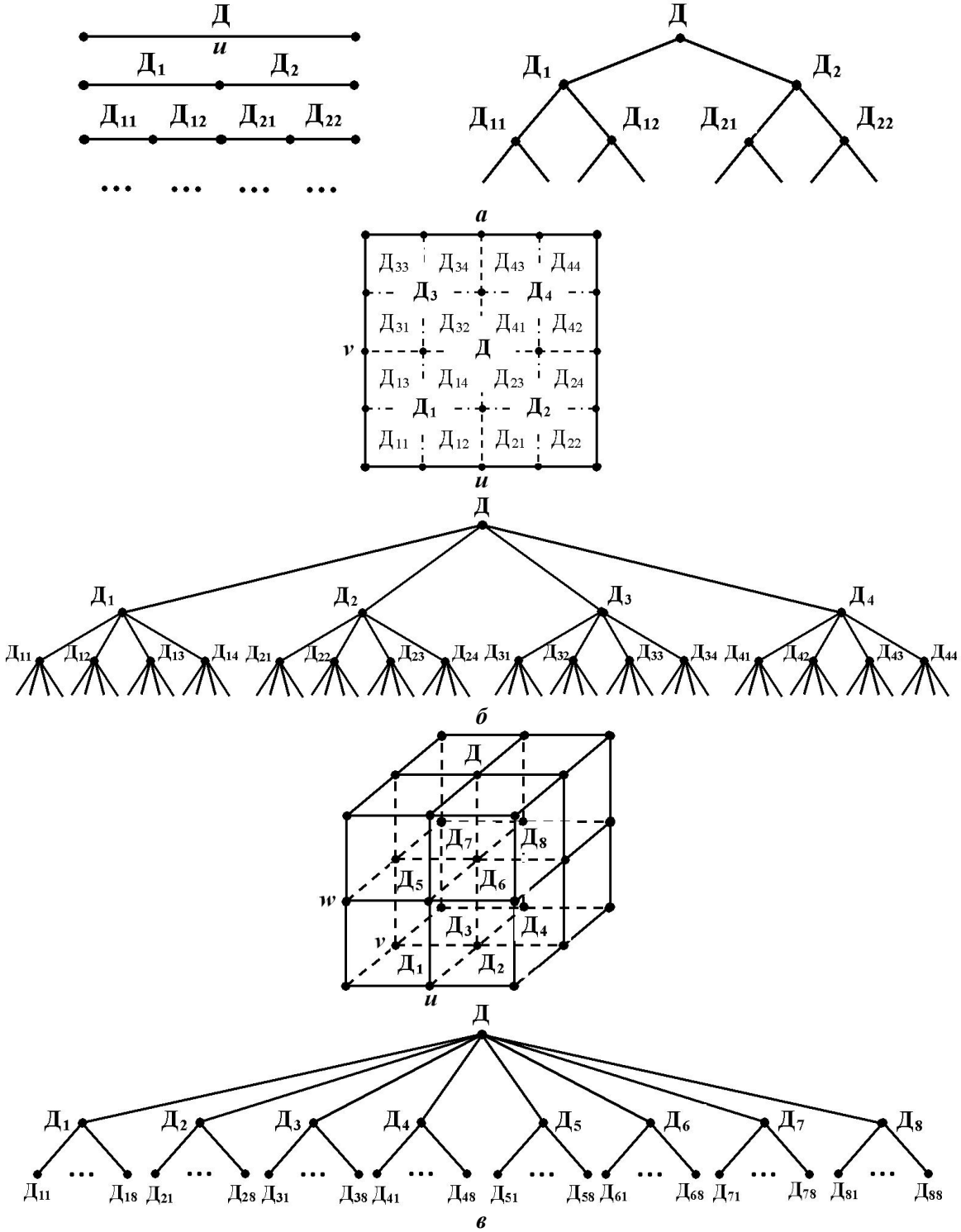


Рис. 1. **Застосування графів-дерев для динамічного варіантного формоутворення геометричних об'єктів:**
***а* – ліній; *б* – поверхонь; *в* – тіл**
Авторська розробка

© Вірченко Г.І.

Проаналізовані вище графи, в поєднанні з аналітичними описами параметричних ділянок, викладеними в роботі [6], дозволяють гнучко реалізовувати, багатоманітними комбінаторними обходами листових вершин, різні варіанти динамічного формоутворення опрацьовуваних фігур. Це стосується забезпечення таких властивостей, див. кортежі (2) і (3), як неперервність, напрям, характер ділянок параметризації і т. д. Наприклад, за допомогою зростаючої послідовності вершин із непарними кінцевими індексами (рис. 1, *а*) створюється штрихова однонаправлена лінія, шляхом використання (рис. 1, *б*) ділянок із кінцевими індексами 1 та 4 будуються динамічні «шахові» діагоналі на певній параметричній поверхні тощо.

Висновки. У даному науковому дослідженні запропоновано спосіб варіантного динамічного формоутворення із застосуванням деревоподібних графів як складових СПГМ. Його перевагами є гнучкість, універсальний характер по відношенню до побудови ліній, поверхонь і тіл, а також простота комп'ютерної реалізації.

Перспективи подальших досліджень полягають у напрацюванні та аналізі тестових прикладів із розглянутої тематики, їх узагальненні, впровадженні отриманих результатів у практику.

1. Ванін В.В. Структурно-параметричні геометричні моделі як інваріантна складова комп'ютерних інформаційних технологій підтримки життєвого циклу виробів машинобудування / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, В.В. Ванін // Праці Таврійськ. держ. агротех. академії. – Вип. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка: зб. наук. праць. – Т. 36. – Мелітополь: ТДАТА, 2007. – С. 16-21.
2. Ванін В.В. Визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко // Геометричне та комп'ютерне моделювання: зб. наук. праць. – Вип. 23. – Харків: ХДУХТ, 2009. – С. 42-48.
3. Ванін В.В. Комп'ютерне структурно-параметричне геометричне моделювання як основа для комплексної оптимізації процесів проектування та виробництва об'єктів машинобудування / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, Г.П. Грязнова. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Технологии машиностроения. – 5/1 (47), 2010. – С. 54-57.
4. Ванін В.В. Застосування структурно-параметричного підходу як методології комп'ютерної комбінаторно-варіаційної геометрії / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, В.Г. Вірченко // Прикладна геометрія та інженерна графіка: зб. наук. праць. – Вип. 87. – К.: КНУБА, 2011. – С. 12-17.
5. Ванін В.В. Комп'ютерні структурно-параметричні геометричні моделі як засоби конструкторсько-технологічної оптимізації літака / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, О.В. Збруцький // Механіка гіроскопічних систем: наук.-тех. зб. – Вип. 27. – Київ: НТУУ "КПІ", 2014. – С. 111-119.
6. Ванін В.В. Варіантне моделювання геометричних об'єктів методом поліпараметризації / В.В. Ванін, Г.І. Вірченко, С.Г. Вірченко // Проблеми інформаційних технологій: наук. журнал. – №02(016). – Херсон: ХНТУ, 2014. – С. 76-79.
7. Ванин В.В. Применение комбинаторно-вариационного подхода для компьютерного геометрического моделирования инженерных конструкций и сооружений / В.В. Ванин, С.Л. Шамбина, В.Г. Вирченко // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений: науч.-техн. журнал. – №4. – М.: ИПК РУДН, 2013. – С. 3-8.
8. Вірченко Г.А. Геометричне моделювання як одна з основних складових сучасних систем автоматизованого проектування / Г.А. Вірченко, В.В. Ванін, В.Г. Вірченко // Прикладна геометрія та інженерна графіка: зб. наук. праць. – Вип. 77. – К.: КНУБА, 2007. – С. 129-134.
9. Вірченко Г.А. Варіантне параметричне конструювання акустичних концентраторів / Г.А. Вірченко, О.П. Колосова // Вісник національного технічного університету України "КПІ". Серія "Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження": зб. наук. праць. – Вип. № 2 (13) - 2014. – К.: НТУУ "КПІ", 2014. – С. 5-9.
10. Касьянов В.Н. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение / В.Н. Касьянов, В.А. Евстигнеев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 1104 с.
11. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / К. Ли. – СПб.: Питер, 2004. – 560 с.
12. Роджерс Д. Математические основы машинной графики / Д. Роджерс, Дж. Адамс. – М.: Мир, 2001. – 604 с.
13. Шамбина С.Л. Модульное вариантное геометрическое моделирование сложных технических объектов / С.Л. Шамбина, В.Г. Вирченко // Вестник Российского университета дружбы народов. Инженерные исследования: науч. журнал. – №2. – М.: ИПК РУДН, 2013. – С. 5-8.

© Вірченко Г.І.

УДК 515.4
Dzhuryk Natalia
National Aviation University

COMPARISON OF ONLINE STORES WEBSITE DESIGN

Dzhuryk Natalia. Comparison of online stores website design. Website design was analyzed by its attractiveness and comfort use.
Keywords: website, widget, website usability, drop-down menu, target (landing) website pages, web-design, content information, navigation of the site.

Джурик Н.О. Порівняння дизайну web-сайтів інтернет-магазинів. Проведений аналіз дизайну сайтів з точки зору привабливості та зручності в користуванні.
Ключові слова: web-сайт, віджет, юзібіліти web-сайту, падаюче меню, цільові сторінки сайту (посадкові), web-дизайн, інформаційне наповнення, навігація сайту.

Джурик Н.А. Сравнение дизайна web-сайтов интернет-магазинов. Проведен анализ дизайна сайтов с точки зрения привлекательности и удобства в пользовании.
Ключевые слова: web-сайт, виджет, юзибилити web-сайта, падающее меню, целевые страницы сайта (посадочные), web-дизайн, информационное наполнение, навигация сайта.

Problem formulation. Web design nowadays often goes beyond professional product through technological universalization of its results. Therefore, it is necessary to develop evaluation criteria when creating web sites design and its evaluation.

The main part. Comparison of three building online stores website design held.

The main points of the comparison:

1. Comparison of content (design, usability, simplicity, originality, informative, the usefulness, availability widgets and tools).

2. The choice of the user. You can determine things people prefer at one or another website.

Website usability. It is ease of web-resource use by internet user. Major requirements for website usability: its pages should be maximum comfortable for users and satisfy the essential requirements (standards) of design.

Making the buying process as simple and fast as possible, usability aims to save user time. According to sociological investigations, 47% of consumers expect that the webpage will load in less than 2 seconds, and 40% of people leave a website if it is downloaded takes more than 3 seconds.

During the analysis of New Line (http://nl.ua/ua/), Budman (http://tutbud.com/), Lviv Building (http://lvivbud.com.ua/) websites, were evaluated main parts of each site:

– The main part of the site, its navigation and structure;
– Pages graphic design and content font selection;
– Information filling;
– The keywords density on the page.

When choosing three sites to compare, was drawn attention to the site type (all sites are commercial, of the same type) and region (in comparative analysis, region - is one of the priority indicators).

Competition takes place between the companies engaged in the same activity within the same region. For example, organizations in which Kyiv is the region for promoting services or products is not considered a competitor firm from Konotop.

Comparative analysis of competitors can detect any matches. Web-design - the first thing that makes visitor impression of a site as a whole. From this impression depends on whether a visitor will remain or not.

The main objective of web-design is the proper pages design, their location and interaction.

The main imperfection of New Line's website is the main menu font size that is too small compared with other sites and will be hardly readable on devices with small screens and displays with low resolution.

Google Search Engine recommends font size of 16 pixels as a base. As this is the default size of fonts displayed in browsers.

Target (landing) website pages - the pages on which visitors enter when they reach the site, and pages those visitors must make the conversion.

© Джурик Н.А.

The structure of typical selling landing page includes, as a rule, title, visuals, text descriptions and call to action. With regard to the requirements mandatory of usability performed the location of these basic elements of the page, the ratio of their size and also requirements filling and search engine optimization.

Visuals are very attractive for site visitors, and if earlier "top art" were a running tape or a drop-down menu, the development of web-programming has become much more capabilities to create "good" effects for websites. In particular, jQuery effects nowadays are very popular on the site.

Using jQuery you can create sliders, images animations and other.

These jQuery features allow you to set different elements behavior and if it is necessary to change their size, animation resizing, setting minimum and maximum sizes, resize synchronization of two or more different elements, etc.

Using jQuery effects on website allows us to make a design more stylish and modern, which is also typically increases usability. jQuery effects at the site are not an end in themselves, they are really needed.

Significant role in the design of the site has a color scheme page, as too bright colors or very wide range of colors used can negatively affect the site visitor, thereby influence its choice (Fig.1.).

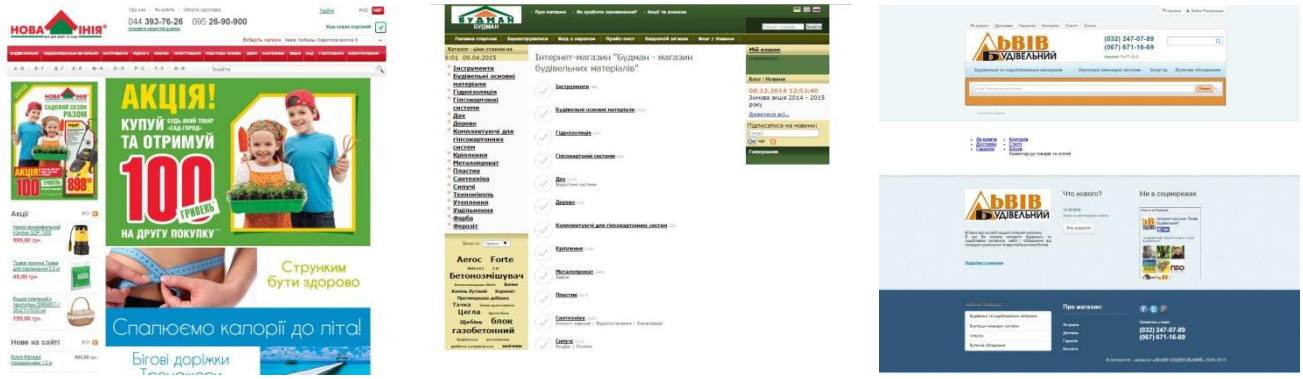
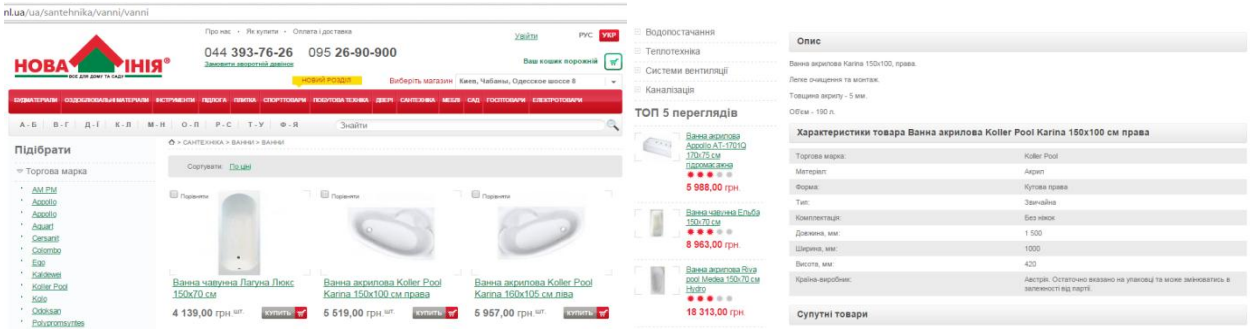


Fig.1. **Color scheme**

The color scheme of each of three sites is pleasant and does not prevent viewing the site. Specially would like to mark Lviv construction site where were used several shades of blue, which makes it easy to read content as the home page and other pages of the site.

The next thing needed to be mentioned is the content catalog products presented on the site.

We are able to see the price of the goods at the first site, add it to compare with other goods, filter goods by the first letter of the name of the manufacturer or by price and look over photos of goods. (Figure 2.).



© Джурик Н.А.

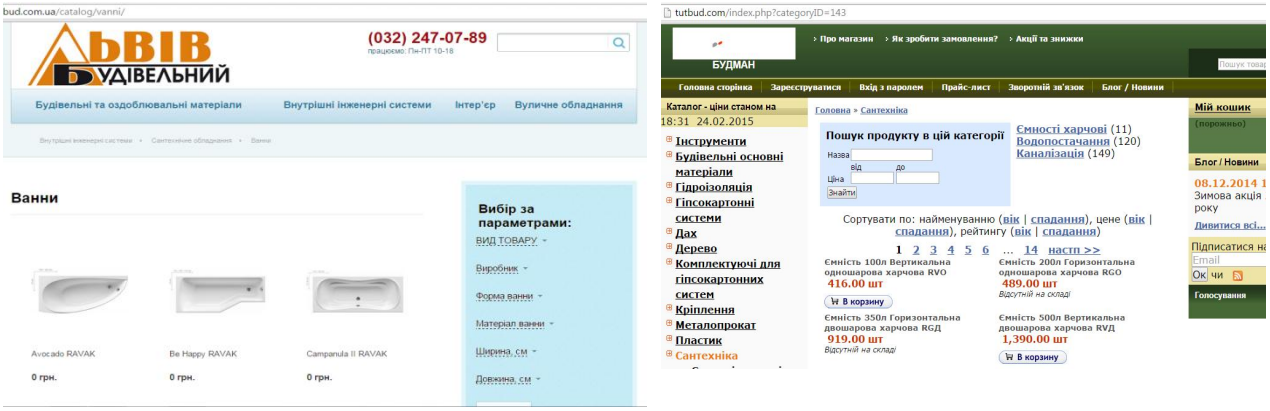


Fig.2. **Filling of the catalog of presented goods**

We don't see most of the information on the second site, it has only a brief description of the product, its price and the option to add item to your basket.

On the third site we need to look through the appearance of good, its price and have opportunity to choose the good by desired parameters.

Proceed to fill product information.

On New Line web store we can look thorough the information about the size, country of manufacture, product type and have the opportunity to see the zoomed picture of the chosen good.

As for the Budman site, it has no content information of a product except its name, value and opportunity to buy the good with the "in the basket" button, that will thrust aside customers from using it for their purchases, as well as for the nowadays buyer must first look at product and then buy it (Figure 3).

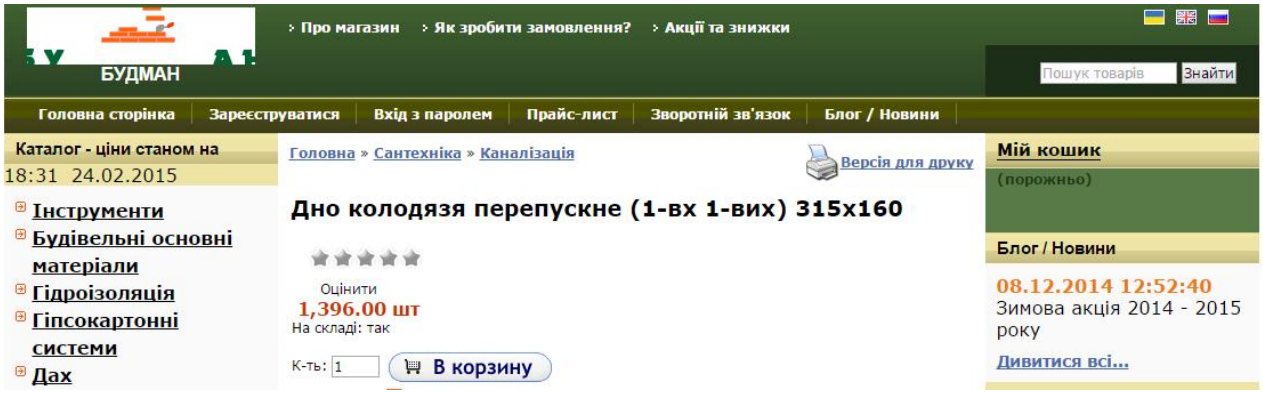


Fig. 3. **Purchasing process**

Regarding Lions Building website we can note a short enough description of the product and its content; it is also possible to inspect the product from several sides, if the page contains several photos of the goods.

Unfortunately, forms of on-line communication with the site manager is not available neither of the sites, but there is a feedback form on two of these sites where you can leave your contact details and your question, and you can get a feedback from the store representative for advice on the question you leave in the feedback form (Budman, New Line).

As for the location of the physical addresses of these online stores – two of them belong to the Lviv region, and one is owned nationwide distribution network New Line. (Figure 4).

© Джурик Н.А.

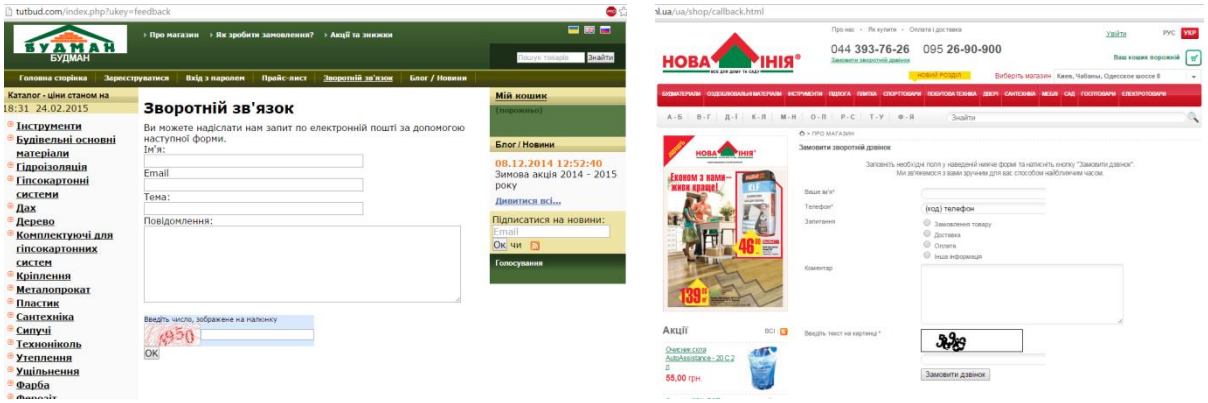


Fig.4. **Feedback**

Conclusions. After analyzing the structure and appearance of the three sites of online stores - New Line, Budman and Lviv Building can be concluded that a very important role in the choice of the consumer plays exactly the look of the home page, from which begins the "journey" of a user and his choice of product.

From the usability point of view the preference can be given to New Line online store, which successfully combines color scheme and detailed descriptions of products also has the important element as a well-developed form of feedback which directly affect the number of visitors, its continuous improvement, and consequently an increase in sales volumes.

It requires a certain theoretical framework to achieve professional-quality facilities in creating web-design objects that posits web-design as an object of professionals in the field of visual design.

Practical significance of the study is the ability to use its results in high school practice reading graphic design and design courses.

1. *Ian Lloyd* Build Your Own Web Site The Right Way Using HTML & CSS, 2nd Edition, 2008ISBN: 0980455278, Dec 8, 472 Pages.
2. *Robert W. Proctor* Designing Web Sites and Interfaces to Optimize Successful User Interactions: Symposium Overview, Human Interface and the Management of Information. Interacting with Information Symposium on Human Interface 2011, HCI International, Orlando, FL, USA, July 9-14, 2011, Proceedings//Springer Berlin Heidelberg Part II-2011, pp 62-65.
3. *Hodgson, V.* The Design, Experience and Practice of Networked Learning,/Hodgson, V., de Laat, M., McConnell, D., Ryberg, Th.//Springer International Publishing – 2014, 10.1007/978-3-319-01940-6, 281 Pages.
4. *Cameron Moll* CSS Mastery Advanced Web Standards Solutions / Cameron Moll, Andy Budd, Simon Collison //Apress – 2009, ISBN 978-1-4302-2397-9 2nd Edition 362 Pages.
5. *Nicklas Persson* HTML and CSS Web Standards Solutions /Nicklas Persson, Christopher Murphy //Apress – 2009, DOI 10.1007/978-1-4302-1607-0, ISBN 978-1-4302-1606-3 1st Edition,400 Pages.

© Джурик Н.А.

УДК 514.18
Кремець Я.С., аспірант
Національний університет біоресурсів і природокористування України

ПОВЕРХНЯ ОБЕРТАННЯ, ВСІ ГЕОДЕЗИЧНІ ЛІНІЇ ЯКОЇ Є ЗАМКНЕНИМИ І МАЮТЬ ОДНАКОВУ ДОВЖИНУ

Кремець Я.С. Поверхня обертання, всі геодезичні лінії якої є замкненими і мають однакову довжину. Розглянуто алгебраїчну поверхню обертання четвертого порядку, у якої всі геодезичні лінії є замкненими і мають однакову довжину. Складено диференціальні рівняння геодезичної лінії за теоремою Клеро та в загальному вигляді. Побудовано геодезичні лінії на поверхні, що розглядається, та на подібних поверхнях обертання.
Ключові слова: замкнені геодезичні лінії, теорема Клеро, поверхня обертання.

Кремец Я.С. Поверхность вращения, все геодезические линии которой являются замкнутыми и имеют одинаковую длину. Рассмотрено алгебраическую поверхность, у которой все геодезические линии являются замкнутыми и имеют одинаковую длину. Составлено дифференциальные уравнения геодезической линии по теореме Клеро и в общем виде. Построены геодезические линии на рассматриваемой поверхности и на подобных поверхностях вращения.
Ключевые слова: замкнутые геодезические линии, теорема Клеро, поверхность вращения.

Kremetz Ya. The surface of revolution, which all geodetic lines are closed and have equal length. It is considered an algebraic surface at which all geodetic lines are closed and have equal length. It is made geodetic line differential equations under the theorem of Clairaut and in a general view. Geodetic lines on a considered surface and on similar surface of revolutions are built.
Key words: the closed geodetic lines, the theorem of Clairaut, surface of revolution.

Постановка проблеми. На поверхні у всіх напрямах від заданої точки можна провести пучок геодезичних ліній, серед яких можуть бути прямі лінії (твірні поверхні, якщо поверхня лінійчата) і криві. Вони є аналогією прямих ліній на площині, тобто лініями найкоротшої відстані від цієї точки. Незважаючи на те, що способи побудови геодезичних ліній на поверхнях обертання давно відомі, їх зображення на цих поверхнях в науковій літературі зустрічається дуже рідко. Це пояснюється тим, що їх відшукання, як правило, зводиться до чисельного інтегрування диференціальних рівнянь, здійснити яке до недавнього часу було непросто, а тим більше побудувати саму лінію за одержаними розрахунками. В праці [1, стор. 444] згадується про специфічну алгебраїчну поверхню обертання четвертого порядку, у якої всі геодезичні лінії замкнені, мають однакову довжину і подібні до просторової вісімки. Оскільки зображення цієї поверхні в наведеному джерелі відсутнє, ми дослідили її форму та закономірності розташування геодезичних ліній на ній.

Аналіз останніх досліджень. Властивості геодезичних ліній знаходять своє застосування на практиці. Зокрема, якщо поверхні обертання виготовляти із композитних матеріалів, армованих нитками, то нитки необхідно намотувати саме по цих лініях. Через це дослідженню геодезичних ліній присвячено багато робіт [2-6], включаючи праці по зміцненню оболонок намоткою нитками [5, 6]. Крім того, при проектуванні деяких робочих органів (зокрема, грунтообробних), враховують розташування геодезичних ліній на їх поверхні, оскільки частинки технологічного матеріалу при примусовому їх русі по робочому органу намагаються рухатися саме по лініях, близьких до геодезичних, особливо при високих швидкостях переміщення [7, 8].

Формулювання мети статті. Розшукати геодезичні лінії на заданій алгебраїчній поверхні обертання четвертого порядку, які є замкненими і мають однакову довжину, та на інших подібних поверхнях.

Основна частина. Неявне рівняння алгебраїчної поверхні, наведеної в праці [1], має вигляд:

$$16a^2\left(x^2+y^2\right)=z^2\left(2a^2-z^2\right), \qquad (1)$$

де a – постійна величина.

Поверхню обертання можна описати рівняннями, якщо задані параметричні рівняння меридіана у функції довільного параметра u: $\varphi=\varphi(u)$ і $\psi=\psi(u)$. В такому випадку параметричні рівняння поверхні обертання приймають вигляд:

© Кремець Я.С

$$X = \varphi\cos v;$$
$$Y = \varphi\sin v; \qquad (2)$$
$$Z = \psi.$$

Для поверхні (1) параметричні рівняння меридіана мають вигляд:

$$\varphi = \frac{a}{4}\cos u; \qquad \psi = a\left(\sin\frac{u}{2} - \cos\frac{u}{2}\right). \qquad (3)$$

Підстановкою (3) в (2) була побудована поверхня, зображена на рис. 1,а. Вона має краплеподібну форму і характеризується двома розмірами: *a* – відстань від вершини «краплі» до паралелі найбільшого діаметра, яка до того є геодезичною лінією; *r* – радіус цієї паралелі. Для поверхні (1) це співвідношення *a/r=4*. Знайдемо рівняння геодезичної лінії цієї поверхні за теоремою Клеро [3]:

$$v = c\int\frac{\sqrt{\varphi'^2 + \psi'^2}}{\varphi\sqrt{\varphi^2 - c^2}}du, \qquad (4)$$

де *c* – стала, від якої залежить напрям геодезичної лінії в конкретній точці при заданих значеннях внутрішніх координат *u* і *v*.

Перші і другі похідні виразів (3) будуть (другі похідні нам потрібні будуть у подальшому):

$$\varphi' = -\frac{a}{4}\sin u; \qquad \psi' = \frac{a}{2}\left(\sin\frac{u}{2} + \cos\frac{u}{2}\right); \qquad (5)$$

$$\varphi'' = -\frac{a}{4}\cos u; \qquad \psi'' = \frac{a}{4}\left(\cos\frac{u}{2} - \sin\frac{u}{2}\right). \qquad (6)$$

Підстановкою (5) у (4) отримуємо вираз, який вдається проінтегрувати:

$$v = 4c\int\frac{2+\sin u}{\cos u\sqrt{a^2\cos^2 u - 16c^2}}du =$$
$$= 2\operatorname{Arctg}\frac{4c\sqrt{2}\sin u}{\sqrt{a^2\cos^2 2u - 32c^2 + a^2}} - \operatorname{Arcctg}\frac{4c\sqrt{2}}{\sqrt{a^2\cos^2 2u - 32c^2 + a^2}}. \qquad (7)$$

Підстановка виразу *v=v(u)* (7) і виразів (3) у (2) дає параметричні рівняння геодезичних ліній поверхні, що розглядається. Однак повністю побудувати геодезичну лінію на поверхні з допомогою вказаних формул не вдається, натомість будуються окремі її фрагменти. На рис. 1,б побудовано фрагменти геодезичних ліній при різних значеннях сталої *a*. Це пояснюється тим, що при зміні параметра *u*, який є незалежним при побудові геодезичної лінії, поступово охоплюється вся поверхня, наприклад, знизу до верху. Але в нижній і верхній частинах поверхні геодезичної лінії із заданим напрямом немає, вона в певній точці торкається до певної паралелі і повертається в протилежну сторону. Незалежна змінна *u* не може в певній точці почати зменшуватися, вона тільки монотонно зростає. Таким чином, побудова геодезичної лінії за теоремою Клеро не може бути здійснена в повному обсязі. Потрібно перейти до іншої змінної. Такою змінною може бути довжина дуги *s* геодезичної лінії. В такому випадку змінні *u* і *v* будуть функціями незалежної змінної *s: u=u(s), v=v(s)*. Формула (4) після диференціювання і з врахуванням нової незалежної змінної *s* запишеться:

$$\frac{v'}{u'} = \frac{cu'}{\varphi}\sqrt{\frac{\varphi_u'^2 + \psi_u'^2}{\varphi^2 - c^2}}. \qquad (8)$$

У формулі (8) диференціювання виразів *φ=φ(u)* і *ψ=ψ(u)* здійснюється по змінній *u*, решта похідних – по змінній *s*. До рівняння (8) входить дві невідомі функції *u=u(s)* і *v=v(s)*, отже для їх знаходження потрібно мати ще одне рівняння. Цим рівнянням може бути відома тотожність для кривої, заданої у функції довжини дуги *s*: $x'^2 + y'^2 + z'^2 = 1$. Продиференціюємо (2) по змінній *s* і після підстановки в наведену тотожність отримаємо:

$$\varphi^2 v'^2 + u'^2\left(\varphi_u'^2 + \psi_u'^2\right) = 1. \qquad (9)$$

Систему рівнянь (8) і (9) потрібно розв'язати відносно *v'* і *u'*. Однак отримані вирази є дуже громіздкими, крім того містять квадратні корені, що робить їх практично непридатними для використання. Ми скористалися диференціальним рівнянням другого порядку геодезичних ліній, отриманим в праці [4] для поверхонь обертання:

© Кремець Я.С

$$\frac{d^2u}{dv^2}+\frac{\varphi\left(\varphi'_u\varphi''_u+\psi'_u\psi''_u\right)-2\varphi'_u\left(\varphi'^2_u+\psi'^2_u\right)}{\varphi\left(\varphi'^2_u+\psi'^2_u\right)}\left(\frac{du}{dv}\right)^2-\frac{\varphi\varphi'_u}{\varphi'^2_u+\psi'^2_u}=0. \qquad (10)$$

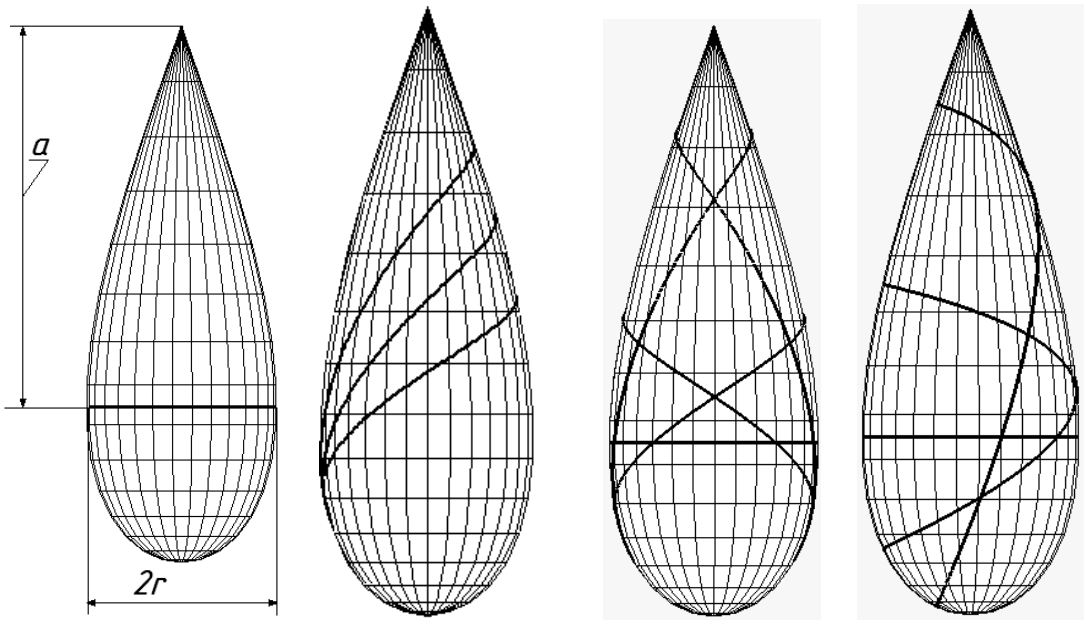
Підставивши у (10) перші (5) і другі (6) похідні, отримаємо диференціальне рівняння другого порядку геодезичних ліній:

$$\frac{d^2u}{dv^2}=\frac{\cos 2u-8\sin u-3}{2\cos u(2+\sin u)}\left(\frac{du}{dv}\right)^2-\frac{\sin u\cos u}{(2+\sin u)^2}. \qquad (11)$$

Рівняння (11) не можна розв'язати аналітично, однак до нього не входять підкореневі вирази, незалежною змінною є кут повороту *v*, що дає можливість з допомогою чисельного інтегрування побудувати геодезичні лінії в повному обсязі. На рис. 1,в,г побудовано три замкнених геодезичних лінії. Дві із них мають точку самоперетину. Кожну із цих двох ліній можна зсовувати по поверхні до найбільшої паралелі, яка показана потовщеною лінією і теж є геодезичною. При такому переміщенні точка самоперетину буде рухатися до вказаної паралелі і коли попаде на неї, то дві петлі геодезичної лінії збіжаться із паралеллю. Таким чином, довжина замкненої геодезичної лінії буде рівною $4\pi r$, або ж із врахуванням, що $a/r=4$, довжина буде рівною πa. Очевидно, що при розтягуванні замкненої геодезичної лінії її можна сумістить із одним із меридіанів, які теж є геодезичними кривими. Знайдемо довжину *s* меридіана:

$$s=\int\sqrt{\varphi'^2+\psi'^2}\,du=\frac{a}{4}\int(2+\sin u)\,du=\frac{au}{2}-\frac{a}{4}\cos u. \qquad (12)$$

Щоб меридіан був замкнений, тобто, представляв собою профіль поверхні (рис. 1), змінна *u* повинна змінюватися в межах $-1{,}5\pi\ldots0{,}5\pi$. Підставивши ці межі у отриманий вираз (12), отримаємо: $s=\pi a$. При визначенні довжини всіх інших геодезичних ліній чисельними методами теж отримуємо цей результат. Отже вказана поверхня за властивостями геодезичних ліній подібна до кулі: в якому напрямі ми б не провели геодезичну лінію, вона завжди буде замкненою і однакової довжини. Щоправда, для кулі всі геодезичні лінії будуть однаковими колами, а для поверхні, що розглядається – просторовими лініями з точкою самоперетину та плоскими кривими (меридіани та одна паралель).



а б в г

Рис. 1. Фронтальні проекції краплеподібної алгебраїчної поверхні обертання:
а) основні розміри поверхні;
б) фрагменти геодезичних ліній, побудованих за формулою (7);
в), г) геодезичні лінії на фронтальній і профільній проекціях, побудовані за формулою (11).

Нами були побудовані геодезичні лінії на подібних поверхнях із іншим співвідношенням $a/r=m$. В такому випадку рівняння меридіана приймають вигляд:

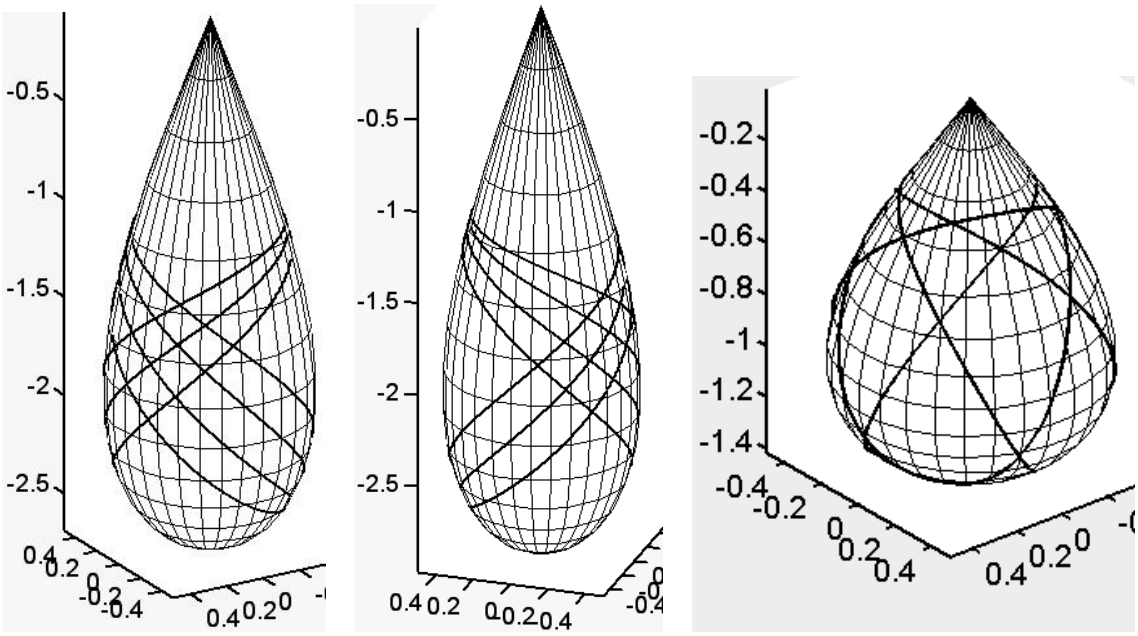
© Кремець Я.С

$$\varphi = r\cos u; \qquad \psi = rm\left(\sin\frac{u}{2} - \cos\frac{u}{2}\right), \tag{13}$$

де r – радіус найбільшої паралелі (геодезичної лінії).

При $m=4$ отримаємо поверхню, яку ми розглянули. Було також складено диференціальне рівняння геодезичних ліній для поверхні із довільним значенням m:

$$\frac{d^2u}{dv^2} = -\left(2\mathrm{tg}u + \frac{0{,}5\cos u\left(m^2 + 8\sin u\right)}{m^2 + \sin u\left(m^2 + 4\sin u\right)}\right)\left(\frac{du}{dv}\right)^2 - \frac{2\sin 2u}{m^2 + \sin u\left(m^2 + 4\sin u\right)}. \tag{14}$$



а б в

Рис. 2. Поверхні обертання з геодезичними лініями на них для різних значень m у рівнянні (13) їх меридіана:

а) $m=3{,}8$; б) $m=4{,}2$; в) $m=2$.

На рис. 2 за допомогою чисельних методів побудовано геодезичні лінії на поверхнях із співвідношенням m, близьким до 4. Варто зауважити, що для цих поверхонь названі властивості геодезичних ліній зникають. Вони стають незамкненими (рис. 2,а,б). Можна підібрати лінію замкнену, але це вже буде не просторова вісімка, а крива із багатьма точками самоперетину (рис. 2,в).

Висновки. Розглянута алгебраїчна поверхня обертання четвертого порядку унікальна за своїми геодезичними лініями. Всі вони (окрім меридіанів і однієї паралелі) мають форму просторової вісімки із точкою самоперетину. Всі вони (включаючи і плоскі – меридіани і паралель) – замкнені і мають однакову довжину. Стала a, яка входить у рівняння поверхні, не впливає на її краплеподібну форму, а тільки на розміри. Довжина всіх ліній рівна πa. Якщо $a=1$, то довжина всіх ліній дорівнює π, а радіус найбільшої паралелі рівний 0,25 лінійних одиниць. Геодезична лінія, яка збігається із цією паралеллю, двічі охоплює неї на відміну від інших геодезичних ліній. При незначному відступі від співвідношення між висотою і найбільшою паралеллю поверхні ця властивість втрачається.

1. Аппель П. Теоретическая механика. Том первый. Статика. Динамика точки / П. Аппель. - М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1960. – 515 с.
2. *Урмаев Н.А.* Приведенная длина геодезической линии / Н.А. Урмаев // Известия АН СССР. - Сер. матем., 5:4-5 (1941). – С. 369–376.
3. Пилипака Т.С. Особливості геодезичних ліній на поверхнях обертання / Т.С. Пилипака, В.М. Бабка, Я.С. Кремець // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. Науковий журнал. – Луцьк: ЛНТУ, 2011. - № 6. – С. 182 – 185.
4. Пилипака С.Ф. Теоретичний пошук рівнянь геодезичних ліній в кінцевому вигляді на поверхнях обертання / С.Ф Пилипака, Я.С. Кремець // Прикладна геометрія та інженерна графіка. –К.: КНУБА, 2011. –Вип. 87. – С. 302 – 308.

© Кремець Я.С

5. *Завидский А. В.* Определение параметров технологической поверхности, обеспечивающей непрерывность намотки по геодезическим линиям / А.В. Завидский // Труды МАИ. 1976. - № 349. - С. 34-35.
6. *6. Якунин В.И.* Вопросы геометрического проектирования процесса намотки составной поверхности / В.И. Якунин, В.А. Калинин, Т.В. Аюшев // Компьютерная геометрия и графика в инженерном образовании: Материалы всесоюзной конференции. - Нижний Новгород, 1991. - С. 149.
7. Войтюк Д.Г. Побудова геодезичних ліній, як граничних траєкторій руху матеріальних частинок по поверхні / Д.Г. Войтюк, С.Ф. Пилипака // Науковий вісник Національного аграрного університету. –К.: НАУ, 2003. –Вип. 60. –С. 138-141.
8. Юрчук В.П. Проектування поверхні роторного копача шляхом використання геодезичної лінії / В.П. Юрчук, О.Г. Гетьман // Труды Таврической государственной агротехнической академии. – Вып.4. Прикл. геометрия и инж. графика. - Т.6. – Мелито-поль: ТГАТА, 1999. – С. 85 – 88.

© Кремець Я.С

УДК 514.18
Малютина Т.П., Давыденко И.П.
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ТОЧЕЧНОЕ ЗАДАНИЕ СИМПЛЕКСОВ С ОБЩИМ ЦЕНТРОМ ТЯЖЕСТИ

Малютина Т.П., Давыденко И.П. Точечное задание симплексов с общим центром тяжести. Обобщено понятие медианы на многомерное пространство, дано уравнение двухпараметрического множества симплексов плоскости и трехпараметрического множества пространства с общим центром тяжести.
Ключевые слова: точечное уравнение, медиана, центр тяжести, симплекс.

Малютіна Т.П., Давиденко І.П. Точкове визначення симплексів з загальним центром ваги. Узагальнено поняття медіани на багатовимірний простір, подано рівняння двопараметричної множини симплексів площини і трипараметричної множини простору з загальним центром ваги.
Ключові слова: точкове рівняння, медіана, центр ваги, симплекс.

Malutina T.P., Davydenko I.P. Dot definition simplexes with a common center of gravity. Generalize the concept of median on a multi-dimensional space, given the equation of two-parameter set of simplexes plane and three-parameter sets of the space with a common center of gravity.
Keywords: dot equation, the median, the center of gravity, simplex.

Постановка проблемы. Для треугольника, определяющего плоскость в пространстве, понятия медиан и центра тяжести взаимосвязаны. Возникают вопросы такой связи для тетраэдра, который, по сути, является трехмерным обобщением треугольника. Поставленную задачу можно решить методами БН-исчисления [1-5].

Анализ последних исследований. Определению особых точек треугольника и их геометрических свойств в БН-исчислении (точечное исчисление Балюбы-Найдыша) посвящена работа [6], но в ней автор ограничился исследованием свойств особых точек, включая и центр тяжести, только в симплексе плоскости. В БН-исчислении попытки обобщения понятий центра тяжести на пространства больших размерностей не предпринимались.

Формулировка целей статьи. Обобщить в БН-исчислении понятие центра тяжести на пространства размерностей больше двух.

Основная часть. Заданы три точки A, B, C, образующие симплекс [2] двухмерного пространства CAB. Требуется в плоскости треугольника ABC задать все тройки точек A_1, A_2, A_3, имеющие с этим треугольником ABC общий центр тяжести (рис. 1).

Для решения поставленной задачи зададим искомые вершины треугольников точечными уравнениями в симплексе CAB:

$$A_1 = Ap_1 + Bq_1 + Cr_1, \quad A_2 = Ap_2 + Bq_2 + Cr_2, \quad A_3 = Ap_3 + Bq_3 + Cr_3. \tag{1}$$

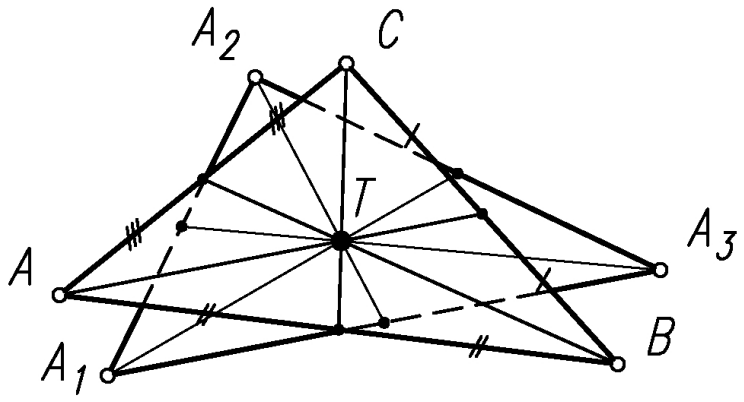


Рис. 1. **Центр тяжести в симплексе двухмерного пространства**

© Малютина Т.П., Давыденко И.П.

На основании соотношений, полученных в [7], определим общий центр тяжести T треугольников ABC и $A_1A_2A_3$:

$$T = \frac{A+B+C}{3} = \frac{A_1+A_2+A_3}{3} \rightarrow A+B+C = A_1+A_2+A_3. \quad (2)$$

Подставим выражения точек A_1, A_2, A_3 из (1) в равенство (2), получим:

$$\begin{aligned} &A+B+C = Ap_1+Bq_1+Cr_1+Ap_2+Bq_2+Cr_2+Ap_3+Bq_3+Cr_3 \rightarrow \\ &\rightarrow A(1-p_1-p_2-p_3)+B(1-q_1-q_2-q_3)+C(1-r_1-r_2-r_3)=0. \end{aligned} \quad (3)$$

Для произвольного треугольника ABC последнее соотношение справедливо только при равенстве нулю выражений при точках A, B, C:

$$\begin{cases} p_1+p_2+p_3=1; \\ q_1+q_2+q_3=1; \\ r_1+r_2+r_3=1. \end{cases} \quad (4)$$

Суммируя уравнения системы (3), получим:

$$(p_1+q_1+r_1)+(p_2+q_2+r_2)+(p_3+q_3+r_3)=3. \quad (5)$$

Учитывая, что для двухмерного пространства справедливо соотношение $p_i+q_i+r_i=1$, делаем вывод, что в системе (4) только два из трех уравнений являются независимыми:

$$\begin{cases} p_1+p_2+p_3=1 \\ q_1+q_2+q_3=1 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} p_3=1-p_1-p_2 \\ q_3=1-q_1-q_2 \end{cases} \quad (6)$$

Подставляя значения параметров из (6) в (1), получим двухпараметрическое множество симплексов, имеющих общий центр тяжести:

$$\begin{cases} A_1=(A-C)p_1+(B-C)q_1+C; \\ A_2=(A-C)p_2+(B-C)q_2+C; \\ A_3=(A-C)(1-p_1-p_2)+(B-C)(1-q_1-q_2)+C. \end{cases} \quad (7)$$

Учитывая s-теорему БН-исчисления [2], определим площади треугольников:

$$\frac{s_{123}}{s} = \begin{vmatrix} p_1 & q_1 & 1 \\ p_2 & q_2 & 1 \\ 1-p_1-p_2 & 1-q_1-q_2 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} p_1 & q_1 & 1 \\ p_2 & q_2 & 1 \\ 1 & 1 & 3 \end{vmatrix} \rightarrow s_{123} = s \begin{vmatrix} p_1 & q_1 & 1 \\ p_2 & q_2 & 1 \\ 1 & 1 & 3 \end{vmatrix}, \quad (8)$$

где s – площадь треугольника ABC.

Переходим к трёхмерному пространству. Рассмотрим четыре точки A, B, C, D, образующие тетраэдр. Требуется в пространстве этого тетраэдра задать все четверки точек A_1, A_2, A_3, A_4, которые имеют общий центр тяжести с точками A, B, C, D (рис. 2).

© Малютина Т.П., Давыденко И.П.

По аналогии с двухмерным симплексом, зададим искомые вершины тетраэдров $A_1A_2A_3A_4$ точечными уравнениями в симплексе $DABC$:

$$\begin{cases} A_1 = (A-D)p_1 + (B-D)q_1 + (C-D)r_1 + D; \\ A_2 = (A-D)p_2 + (B-D)q_2 + (C-D)r_2 + D; \\ A_3 = (A-D)p_3 + (B-D)q_3 + (C-D)r_3 + D; \\ A_4 = (A-D)p_4 + (B-D)q_4 + (C-D)r_4 + D. \end{cases} \quad (9)$$

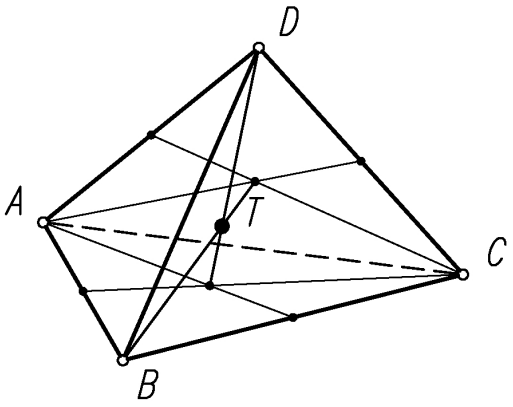


Рис. 2. **Центр тяжести в симплексе трехмерного пространства**

Определим общий центр тяжести тетраэдра:

$$T = \frac{\sum_1^4 A_i}{4} = (A-D)\frac{\sum_1^4 p_i}{4} + (B-D)\frac{\sum_1^4 q_i}{4} + (C-D)\frac{\sum_1^4 r_i}{4} + D = \\ = \frac{(A-D)}{4} + \frac{(B-D)}{4} + \frac{(C-D)}{4} + D. \quad (10)$$

Откуда имеем:

$$(A-D)\sum_1^4 p_i + (B-D)\sum_1^4 q_i + (C-D)\sum_1^4 r_i = (A-D) + (B-D) + (C-D). \quad (11)$$

Получаем связь параметров для тетраэдров с общим центром тяжести с заданным тетраэдром $ABCD$:

$$\sum_1^4 p_i = \sum_1^4 q_i = \sum_1^4 r_i = 1. \quad (12)$$

Откуда имеем:

$$p_4 = 1 - \sum_1^3 p_i, \;\; q_4 = 1 - \sum_1^3 q_i, \;\; r = 1 - \sum_1^3 r_i. \quad (13)$$

© Малютина Т.П., Давыденко И.П.

В пространстве имеется трехпараметрическое множество симплексов, имеющее общий центр тяжести с симплексом $DABC$:

$$\begin{cases} A_1 = (A-D)p_1 + (B-D)q_1 + (C-D)r_1 + D; \\ A_2 = (A-D)p_2 + (B-D)q_2 + (C-D)r_2 + D; \\ A_3 = (A-D)p_3 + (B-D)q_3 + (C-D)r_3 + D; \\ A_4 = (A-D)(1-\sum_1^3 p_i) + (B-D)(1-\sum_1^3 q_i) + (C-D)(1-\sum_1^3 r_i) + D. \end{cases} \quad (14)$$

Учитывая v-теорему БН-исчисления [2], определим объемы этих тетраэдров:

$$\frac{v_{1234}}{v} = \begin{vmatrix} p_1 & q_1 & r_1 & 1 \\ p_2 & q_2 & r_2 & 1 \\ p_3 & q_3 & r_3 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 4 \end{vmatrix} = \quad (15)$$

$$= -\begin{vmatrix} p_2 & q_2 & r_2 \\ p_3 & q_3 & r_3 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} p_1 & q_1 & r_1 \\ p_3 & q_3 & r_3 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} p_1 & q_1 & r_1 \\ p_2 & q_2 & r_2 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} + 4\begin{vmatrix} p_1 & q_1 & r_1 \\ p_2 & q_2 & r_2 \\ p_3 & q_3 & r_3 \end{vmatrix}.$$

где v объем тетраэдра $ABCD$.

Геометрический смысл точки T для треугольника ABC известен, как точка пересечения медиан, которая отсекает от основания ее третью часть. Определим геометрический смысл точки T для тетраэдра $ABCD$. Точка T, как и любая его точка, тетраэдр делит на четыре тетраэдра:

$$ABCD = TABC + TBCD + TCDA + TDAB. \quad (16)$$

Особенность центра тяжести состоит в том, что все четыре объема равны между собой:

$$v_{ABCD} = 4v_{TABC} = 4v_{TBCD} = 4v_{TCDA} = 4v_{TDAB} = 4v. \quad (17)$$

Учитывая, что $v_{ABCD} = v_{TABC} + v_{TBCD} + v_{TCDA} + v_{TDAB} = 4v$, получим утверждение, что «медиана» тетраэдра отделяет точкой T от основания четвертую ее часть. Остается выяснить, в какую точку основания проводится эта «медиана».

В симплексе $DABC$ проведем «медиану» DT и определим точку T_{ABC} пересечения ее с основанием ABC (рис. 3):

$$\frac{TT_{ABC}}{DT_{ABC}} = \frac{T - T_{ABC}}{D - T_{ABC}} = \frac{1}{4} \to 4T - 4T_{ABC} = D - T_{ABC} \to$$
$$\to 3T_{ABC} = 4T - D = A + B + C \to T_{ABC} = \frac{A+B+C}{3}. \quad (18)$$

Утверждение. «Медиана» симплекса пространства – это отрезок прямой, соединяющий вершину симплекса с центром тяжести противоположного подсимплекса.

Такое обобщение медианы справедливо как для треугольника, так и для тетраэдра, что обобщает понятие медианы. Аналогичным образом можно решить подобную задачу и в

© Малютина Т.П., Давыденко И.П.

пространстве более высоких размерностей. При этом способ решения, предложенный выше, не изменится, только увеличится количество координат и, соответственно, ранг определителя, который напрямую зависит от размерности пространства.

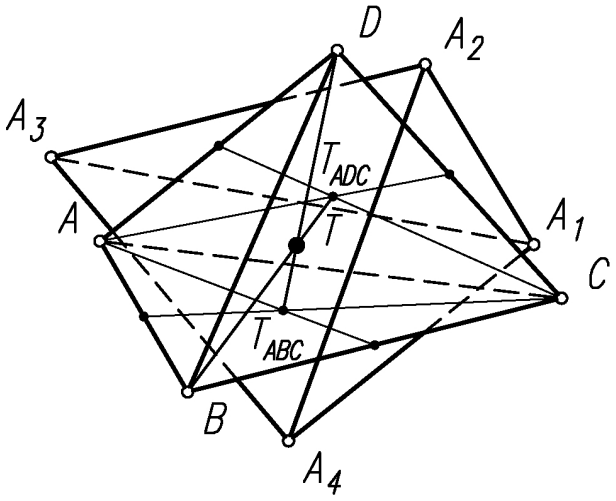


Рис. 3. **Проекция центра тяжести тетраэдра на грани ABC и ADC**

Выводы. В статье обобщено понятие медианы на многомерное пространство, даны уравнения двухпараметрического множества симплексов плоскости и трехпараметрического множества пространства с общим центром тяжести, что позволяет использовать теоретическую базу БН-исчисления, как аппарата моделирования геометрических объектов, в пространстве размерностей больше двух.

1. Найдиш В.М. Алгебра БН-исчисления / Найдыш В.М., Балюба И.Г., Верещага В.М.// Прикладна геометрія та інженерна графіка. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 90. – К.: КНУБА, 2012. – С.210-215.
2. Балюба И.Г. Конструктивная геометрия многообразий в точечном исчислении: диссертация на соискание научной степени доктора технических наук: 05.01.01 / Балюба Иван Григорьевич – Макеевка: МИСИ, 1995. – 227 с.
3. Балюба І.Г. Основи математичного аппарату точкового числення / Балюба І.Г., Поліщук В.І., Малютіна Т.П. Праці // Таврійська державна агротехнічна академія. Вип. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Т. 29. – Мелітополь: ТДАТА, 2005.– С.22-30.
4. Точечное исчисление – математический аппарат параллельных вычислений для решения задач математического и компьютерного моделирования геометрических форм. [Балюба И.Г., Полищук В.И., Горягин Б.Ф., Малютина Т.П.] // Материалы Международной научной конференции «Моделирование – 2008», 14-16 мая 2008 р., Том 2. – К.: Институт проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины. – С.286-290.
5. Точечное исчисление геометрических форм и его место в ряду других существующих исчислений / [Балюба И.Г., Горягин Б.Ф., Малютина Т.П. и другие] // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. Науковий журнал №6. – Луцьк: ЛНТУ, 2011. – С. 24-29.
6. Малютіна Т.П. Інтерпретація обчислювальної геометрії плоских фігур у точковому численні: Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05.01.01 / Малютіна Тетяна Петрівна – К.: КДТУБА, 1998. – 227 с.
7. Балюба И.Г. Использование площади треугольника, как параметра точечного исчисления для решения геометрических задач / Балюба И.Г., Конопацкий Е.В., Бородина А.В. // Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: Математика. Геометрія. Інформатика / гол. ред. кол. А.В. Найдиш. – Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014.– Т.1. – С.11-19.

© Малютина Т.П., Давыденко И.П.

УДК 004.83; 004.89
Мельник К.В., Мельник В.М., Багнюк Н.В., Жигаревич О.К., Климюк М.
Луцький національний технічний університет

СИСТЕМА ПОПЕРЕДНЬОГО ВІДБОРУ КАНДИДАТІВ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Мельник К.В., Мельник В.М., Багнюк Н.В., Жигаревич О.К., Климюк М. Система попереднього відбору кандидатів на основі нечіткої логіки. У статті представлена математична модель, яка дозволяє отримати об'єктивну оцінку про якість кандидата на вакантне місце на основі аналізу професійних і особових показників претендента.
Ключові слова: нечітка логіка, управління персоналом, інтегральна оцінка персоналу**.**

Мельник К.В., Мельник В.М., Багнюк Н.В., Жигаревич О.К., Климюк М. Система предварительного отбора кандидатов на основе нечёткой логики. В статье представляется математическая модель, которая позволяет получить объективное мнение про качество кандидата на вакантное место на основе анализа профессиональных и личностных показателей претендента.
Ключевые слова:.нечёткая логика, управление персоналом, интегральная оценка персонала.

Melnyk K.V., Melnyk V.M., Bagnyk N.V., Zhyharevych O.K., Klymiuk M. The system of preselection of candidates is on the basis of fuzzy logic. The article presents mathematical model that allows toget objective opinion about quality of candidate into vacantplace on the basis of analysis of professional and personality indexes of pretender.
Keywords:. fuzzy logic, management a personnel, integral estimation of personnel.

Постановка наукової проблеми. Сучасний ринок кардинальним чином змінив ставлення до "людських ресурсів". Для того, щоб успішно розвиватися, будь яка організація повинна керувати підбором, навчанням, оцінкою і винагородою персоналу.

Спільна діяльність вищих навчальних закладів з підприємствами може вирішити наступні завдання: розробка показників оцінки якості підготовки фахівців, підбір персоналу для підприємств за допомогою кадрових служб вузів з числа студентів. Тісна співпраця дозволить виявити проблеми, які пов'язані з якістю професійної підготовки, та дасть можливість координувати освітні програми.

При прийомі на роботу, крім професійних навичок претендентів на певну посаду, важливо враховувати і особистісні якості: здатність до навчання, відповідальність, пунктуальність, вміння працювати в команді, доброзичливість і товариськість. Неправильний вибір фахівців тягне за собою негативні наслідки у вигляді невиправданих матеріальних витрат і втрат робочого часу.

Основними методами відбору, які використовуються організаціями, це співбесіда, аналіз документів, тестування. Жоден метод не дає повної і точної інформації про кандидата на посаду. Кожен з підходів має свої переваги та недоліки.

Підбір персоналу – це процес управління в складній системі з безліччю об'єктів, якими є, з одного боку, організація і її співробітники, з іншого – претенденти на посаду, що володіють професійними та особистісними навичками. Для автоматизації процесу управління підбором персоналу неможливо розробити універсальну формалізовану модель в силу специфічних вимог до претендентів з боку різних організацій та установ, які виступають у ролі роботодавців на сучасному ринку праці. У той же час підвищити ефективність управління цим процесом можна шляхом створення системи підтримки прийняття рішень відповідності рівня підготовки фахівця вимогам ринку праці.

Відбір кандидатів на посаду проходить декілька етапів, причому їх послідовність може змінюватися в залежності від вакансії чи від вимог роботодавця. Як правило, оцінюються: вік, сімейне положення, освіта, досвід роботи, знання мов, ПК, особистісні якості, здоров'я.

У даній статті наводяться результати методики попереднього відбору кандидатів на основі нечіткої логіки. Враховуються тільки особистісні якості претендентів на певну посаду.

Аналіз досліджень. Проаналізувавши на ринку програмні продукти (PersonnelManager, «БОС-Кадровик», «Радість кадровика», «1С: Зарплата і Управління Персоналом 8.0» тощо) слід зазначити, що для забезпечення повної інформаційно-аналітичну підтримки прийняття рішення з відбору персоналу доречно використання нечіткої логіки, що дозволить формалізувати знання експертів при формуванні вимог роботодавця до посади [8].

Подібна система підтримки прийняття рішень вже розроблялася багатьма компаніями, однією із таких систем є SAP [16] з модулем SAP ERP HCM, що включає функції необхідні кадровому агентству. Модуль SAP E-Recruiting надає додаткові можливості оптимізації за рахунок зв'язку із

© Мельник К.В., Мельник В.М., Багнюк Н.В., Жигаревич О.К., Климюк М.

зовнішніми інструментами набору персоналу, такими як дошки оголошень і постачальники онлайнових послуг з набору персоналу. Це дозволяє розміщувати оголошення про вакансії на дошках оголошень в Інтернеті і автоматично направляти електронні заяви, що надходять ззовні, про прийом на роботу для обробки внутрішніми системами, використовуючи єдине середовище.

Відомо також застосування апарату нейронних мереж для вирішення завдання відбору претендентів, що дозволяє ієрархічно відображати множину оцінювальних параметрів на множину вихідних, дотримуючись при цьому принципів будови людського мозку та природних механізмів продукування управлінських рішень [1]. Метод дерева рішень [15] використовується для класифікації професійних навичок, визначення ступеня важливості і залежності між ними. Недоліком даних методів є те, що вони не дозволяють повною мірою оцінити професійні якості.

Відомо також використання методів багатофакторного аналізу та таксономії [14] при оцінці претендентів на вакансії. Наприклад, за допомогою таксономічного методу, описаного в працях Плюти та інших, було визначено значення інтегральних показників, узагальнюючих стан та якість управління персоналом на електроенергетичних підприємствах [12].

У роботі Никитиной Н. Ш. [10] запропонована методика відбору персоналу на основі нечітких показників з врахуванням лише особистісних якостей, які визначалися за допомогою теста Кеттела. Математична модель дозволяє прийняти рішення про вибір найкращого кандидата на основі порівняння кожного претенденту з ідеальним профілем працівника з урахуванням важливості даних якостей особи для даної сфери діяльності.

У процесі створення математичної моделі прийняття рішення про вибір кандидата на вакансію необхідно дотримуватись послідовних етапів:

Перший етап. Аналіз існуючої ситуації і збір необхідної інформації (визначення мети і основних завдань проведення відбору кандидатів, підбір інструментарію проведення).

Другий етап. Організація оцінки кандидатів (підготовка і розробка всієї документації, програмного забезпечення для проведення оцінювання; формування складу експертної групи).

Третій етап. Проведення оцінки кандидатів відповідно до обраних процедур і методики (для експертів створюються спеціальні умови, у яких вони б мали змогу провести оцінювання).

Четвертий етап. Обробка отриманих результатів (відбувається аналіз одержаних інтегральних показників ефективності кандидатів, їхня інтерпретація і співставлення між собою).

П'ятий етап. Підбиття підсумків (на основі оброблених результатів керівництво організації має право оголосити своє рішення щодо прийняття на роботу).

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.

У запропонованій роботі для оцінки професійних навичок претендентів на певну посаду використано метод експертних оцінок засобами нечіткої логіки. Основною задачею є побудова прикладного інструменту, що дозволить отримати певний інтегральний показник, на основі якого буде сформульований своєрідний рейтинг кандидатів [5].

Оцінка кандидатів проводилася для фірми, що займається розробкою та супроводом інформаційних технологій. Відповідно до методики, запропонованої Б.І. Мокіним [17], пропонується сформувати експертну групу з трьох осіб для оцінки таких 6 критеріїв (лінгвістичні змінні, які оцінюватимуться за допомогою терм-множини): –

- рівень освіти (x_1):
  - «0» – кандидат має середню освіту;
  - «0,5» – середня спеціальна освіта;
  - «1» – має вищу освіту;
- стаж роботи на аналогічній посаді (x_2):
  - «0» – кандидат взагалі ніколи не працював;
  - «0,5» – кандидат не працював на посаді такого типу;
  - «1» – кандидат має достатній досвід роботи на даній посаді;
- здатність кандидата до навчання та сприйняття нововведень (x_3):
  - «0» – кандидат погано піддається навчанню та не сприймає нововведень;
  - «0,5» – середня здатність до навчання, має схильність до використання в роботі певних новинок;
  - «1» – дуже швидко навчається і охоче приймає будь-які нововведення, які пропонує керівництво компанії і пропонує власні рішення тієї чи іншої проблеми..

© Мельник К.В., Мельник В.М., Багнюк Н.В., Жигаревич О.К., Климюк М.

– рівень комунікабельності і контактності (x_4):
  - «0» – кандидат не охоче підтримує розмову, замкнутий в собі;
  - «0,5» – уміє налагодити контакт із людьми;
  - «1» – відмінно підтримує контакт із оточуючими людьми,виступає ініціатором розмови.
– рівень знання баз даних (x_5):
  - «0» – кандидат не володіє будь-якими знаннями в області баз даних;
  - «0,5» – кандидат знає основи баз даних;
  - «1» – високий рівень знань баз даних.
– рівень знань бухгалтерського обліку (x_6):
  - «0» – кандидат не володіє будь-якими знаннями в області бухгалтерського обліку;
  - «0,5» – кандидат знає основи бухгалтерського обліку;
  - «1» – високий рівень знань бухгалтерського обліку.

Задачу отримання інтегральної оцінки кандидатів можна звести до апроксимації багатовимірної функції:

$$Y = f(\overset{\cup}{X}, \overset{\cup}{W}),\ \ \overset{\cup}{X} = (x_1, x_2, ..., x_n)^T,\ \overset{\cup}{W} = (w_1, w_2, ..., w_n)^T$$

де Y – інтегральна оцінка персоналу;

$\overset{\cup}{X}$ – вектор критеріальних оцінок кандидатів, отриманих згідно обраних критеріїв оцінювання (лінгвістичних змінних [7]);

W – вектор вагових коефіцієнтів, що характеризують міру впливу окремих критеріїв оцінювання персоналу на інтегральну оцінку [3];

n – кількість критеріїв оцінювання кандидатів.

Критеріальну нечітку експертну оцінку працівника за i-м критерієм можна подати у вигляді наступної нечіткої множини:

$$x_j = \left\{< \mu_{x_j}(u) / u >\right\},\ \mu_{x_j}(u) = \min_{j=1,m} \mu_{x_{ij}}(u),\ u \in U,\ i = \overline{1,n},$$

де U – універсальна множина, задана на відрізку [0, 1];

m – кількість експертів;

n – кількість критеріїв оцінювання;

$\mu_{x_{ij}}(u)$ – міра належності елемента $u \in U$ i-му нечіткому терму шкали оцінювання (табл.1), обрана j-м експертом.

Функції належності, якими описуються нечіткі терми лінгвістичних змінних, зручно будувати на основі методу попарних порівнянь Т. Сааті [9]. Терм-множину сформованих лінгвістичних змінних можна представити у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1. Шкала оцінювання кандидата за j-тим критерієм

Відповідність кандидата j-му критерію	Низька	Середня	Висока
Нечіткий терм T лінгвістичної змінної	Н	С	В
$u \in U$	0	0,5	1

Для спрощення моделі використовується тільки гаусову функцію належності, яка добре апроксимує функції належності нечітким термам.

Інтегральну нечітку експертну оцінку з урахуванням ваги k (метод попарних порівнянь Т. Сааті) кожного i-го критерію оцінювання можна подати у вигляді нечіткої множини [5]:

$$Y = \left\{< \mu_Y(u) / u >\right\},\ \mu_Y(u) = \max_{i=1,n} \mu_{x_i}(u)^{k_i}$$

де $\mu_{x_i}($ – міра належності елемента $u \in U$ нечіткій множині, що описує $\underline{i}$-ту критеріальну нечітку експертну оцінку;

© Мельник К.В., Мельник В.М., Багнюк Н.В., Жигаревич О.К., Климюк М.

n – кількість критеріїв оцінювання.

Дефазифікація інтегральної нечіткої оцінки *Y* здійснюється за методом центру тяжіння за формулою:

$$Y = \left(\sum_{l=1}^{L} u_l * \mu_Y(u_l) \right) / \sum_{l=1}^{L} \mu_Y(u_l)$$

де $\mu_Y(u_l)$ – міра належності елементів $u_l \in U$ нечіткій множині *Y*, що являє собою інтегральну нечітку оцінку кандидата;

L – кількість рівнів шкали оцінювання.

Проведена інтегральна оцінка кандидатів, на основі вхідних даних(табл.2).

Таблиця 2. Таблиця вхідних даних

Кандидати	Експерт 1					
	Кр1	Кр2	Кр3	Кр4	Кр5	Кр6
Вага критерія	0.1911	0.3822	0.0764	0.0955	0.1274	0.1274
Кандидат 1	Н	Н	С	Н	С	С
Кандидат 2	В	В	Н	В	С	С
Кандидат 3	Н	С	В	Н	С	В
	Експерт 2					
Кандидат 1	С	Н	С	С	С	С
Кандидат 2	С	С	Н	С	В	С
Кандидат 3	С	В	С	Н	В	С
	Експерт 3					
Кандидат 1	С	С	В	Н	Н	Н
Кандидат 2	В	С	Н	С	С	В
Кандидат 3	Н	С	С	Н	С	В

Отримані такі інтегральні оцінки:

Кандидат 1: 0,4692
Кандидат 2: 0,5016
Кандидат 3: 0,4956.

З цього можна зробити висновок, що найбільше вимогам роботодавця відповідає кандидат №2. Для перевірки адекватності моделі було проведене порівняння з нечіткою системою, яка побудована за механізмом Мамдані (Mamdani).

Оцінки трьох експертів, що підлягають аналізу, обумовлює необхідність побудова декількох нечітких баз знань, які мають буди об'єднані в єдиний аналітичний комплекс. Відсутність великої статистичної вибірки кількісних оцінок системи показників, що досліджуються, обумовлює вибір способу логічного висновку в нечітких системах за механізмом Мамдані (Mamdani).

Моделі нечіткої логіки, а саме бази нечітких знань побудовано у редакторі Fuzzy Logic Toolbox [9,13], що є вбудованим додатком до програмного пакету Mathworks Matlab R2010a. Перша база нечітких знань estimation1 дозволяє визначити оцінку першого експерта. Вона містить у собі шість вхідних нечітких змінних, що відображають вимоги до кандидата на посаду та одну вихідну нечітку змінну – показник відповідності посаді.

© Мельник К.В., Мельник В.М., Багнюк Н.В., Жигаревич О.К., Климюк М.

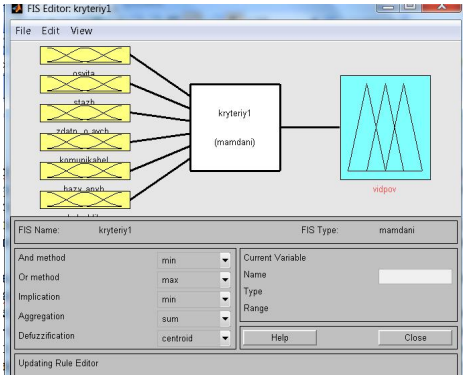


Рис. 1. База нечітких знань визначення показника відповідності посаді

Для всіх вхідних змінних бази нечітких знань функції належності складаються з трьох термів, що мають вид гаусової функції, а вихідна трикутна функція (табл. 3).

Таблиця 3. Координати термів вхідних і вихідної нечітких змінних бази estimation1

Нечітка змінна	Терми		
	Н	С	В
Рівень освіти	[0.2; 0]	[0.2; 0.5]	[0.2; 1]
Показник відповідності посаді	[-0.5; 0; 0.5]	[0; 0.5; 1]	[0.5; 1; 1.5]

Аналогічним чином побудовані бази нечітких знань estimation2 та estimation3, що дозволяють визначити показник відповідності кандидатів на посаду на ооснові оцінки 2 та 3 експерта.

Правила бази нечітких знань, що утворюють процедури фазіфікації і дефазіфікації охоплюють усі можливі комбінації між співвідношеннями термів змінних, що застосовані у моделі. При проектуванні системи був вибраний метод імплікації – метод найменшого, агрегації – метод сумування, дефазифікації – метод центра ваги.

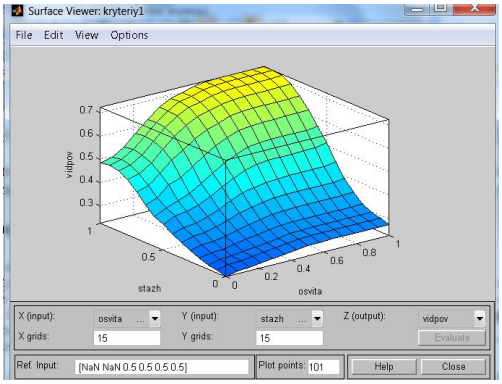


Рис. 2. Графічне зображення залежності показник відповідності посаді від стажу та освіти

Наступним етапом побудови моделі є визначення показника відповідності кандидата посаді є синтез моделі, що узагальнить розрахунки по трьох базах нечітких знань. Для побудови сінергітичної моделі використано Simulink. На рис. 3 представлено схему моделі. Треба зауважити, що до цієї моделі вже інтегровані розроблені бази нечітких знань, завдяки посиланню на файли з кодом їх програми.

© Мельник К.В., Мельник В.М., Багнюк Н.В., Жигаревич О.К., Климюк М.

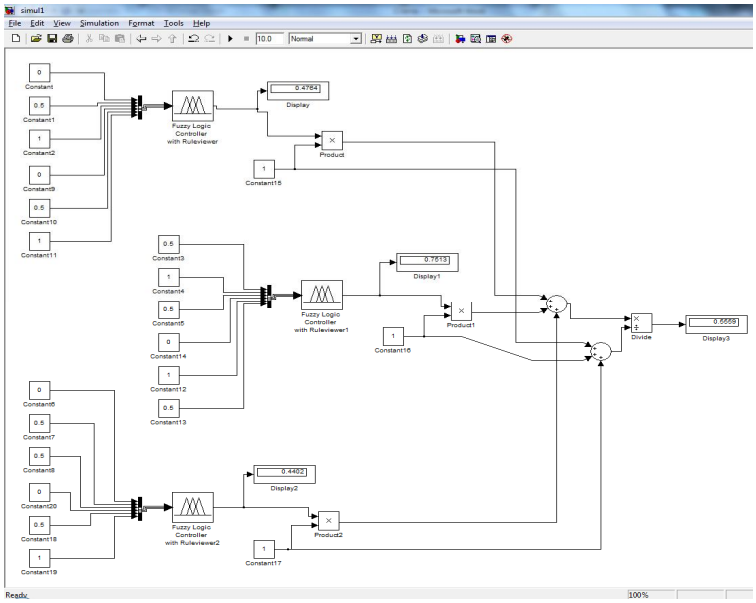


Рис. 3. Схема сінергітичної моделі розрахунку показника відповідності посаді

Для визначення узагальнюючого показника відповідності посаді використано середнє значення:

$$V = \frac{\text{vidpov1} + \text{vidpov2} + \text{vidpov3}}{3}.$$

де V - узагальнюючий показник відповідності кандидата посаді;

vidpov1..3 – показники відповідності, визначені з оцінок відповідних експертів.

Використовуючи вхідні данні першої моделі, отримаємо такі середні значення показника відповідності посаді:

Кандидат 1: 0,2766
Кандидат 2: 0,6159
Кандидат 3: 0,5559.

Порівнюючи отримані результати з інтегральними показниками першої моделі бачимо, що рейтинг претендентів на посаду збігається.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. На основі моделі нечіткої логіки визначається рейтинг предентентів на посаду за якісними показниками. Моделі дозволяють отримати всебічну (комплексну) оцінку професійних і ділових якостей людини.

1. Азарнова Т.В., Тернових І.М., Застосування нейромереж в процесі підбору персоналу, Вісник ВДУ, серія: системний аналіз та інформаційні технології. 2009. № 2. с. 76-80.
2. Величко Л. Л., Савчин М. М. Теоретичні аспекти педагогічної майстерності та методичної культури педагога [Текст] / Л. Л. Величко, М. М. Савчин // Педагогіка і психологія. – 2013. – № 4. – С. 74–82.
3. Вітлінський, В.В. Економічний ризик: ігрові моделі [Текст] / В.В. Вітлінський, П. І. Верченко, А.В. Сігал, Я.С. Наконечний; за ред. д-ра екон. наук, проф. В.В. Вітлінського. — К.: КНЕУ, 2002. — 446 с. - ISBN 966–574–318–X.
4. Вітлінський, В.В., Великоіваненко, Г.І. Ризикологія в економіці та підприємництві [Текст]: монографія / В.В. Вітлінський, Г.І. Великоіваненко. — К.: КНЕУ, 2004. — 480 с. - ISBN 966–574–569–7.
5. Гриценко, К.Г. Нечітко-множинний підхід до оцінки персоналу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://dspace.uabs.edu.ua/handle/123456789/6251 - Заголовок з екрану.
6. Дичківська І. М. Інноваційні педагогічні технології : навч. посіб. / І. М. Дичківська. – К. : Академвидав, 2004. – 352 с.
7. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений [Текст] / Л. Заде. – М.: Мир, 1976. – 163с.
8. Кретов В.С., Коробіцина І.М., Комп'ютерний метод відбору персоналу фірми / / Наукознавство інтернет-журнал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://naukovedenie.ru/index.php?id=160.
9. Леоненков, А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH [Текст] / А.В. Леоненков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 736 с. : ил. – ISBN 5-94157-087-2
10. Никитина Н. Ш., Бурмистрова Е. В./ Никитина Н. Ш., Бурмистрова Е. В.// Методика отбора персонала на вакансию на основе нечетких показателей. // Университетское управление. – 2004. – № 3(31). – С. 98-103.

© Мельник К.В., Мельник В.М., Багнюк Н.В., Жигаревич О.К., Климюк М.

11. Плюта В. Сравнительный многомерный аналіз в экономических исследованиях: Методы таксономии и факторного анализа. Пер. С польск. – М.:Статистика, 1980. – 152 с.
12. Ущаповський К. В. Використання таксономічного показника при оцінці стану людських ресурсів регіональних систем НЕК «Укренерго»/Ущаповський К. В.//Альтернативные источники энергии. – 2010. –№4 (74). – С.56-61.
13. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB.М.: Горячая Линия - Телеком, 2007. – 288 с.
14. Faliagka E. et. al., Taxonomy Development and Its Impacton a Self-learning e-Recruitment System, International Federation for Information Processing, 2012 pp. 164-174.
15. Qasem A. Al-Radaideh, EmanAlNagi, Using Data Mining Techniques to Build a Classification Model for Predicting Employees Performance, (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, № 3, № 2, 2012, с. 144-151.
16. SAP Business Management Software Solutions, Applications and Services [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.sap.com/ .
17. Мокін Б.І. Математичні моделі в системах управління ефективністю діяльності професорсько-викладацького складу вищих навчальних закладів [Текст] / Б.І. Мокін, Ю.В. Мокіна. – Монографія. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 132 с. – ISBN 978-966-641-254-9.

© Мельник К.В., Мельник В.М., Багнюк Н.В., Жигаревич О.К., Климюк М.

УДК 004.942 + 004.383.3
[1]Наливайчук М.В. ст.вик.,[1]Тарасенко В.П. д.т.н. проф.,[2]Іванов С.М.асп, [2]Яценко В.О., д.т.н.,проф.
[1]Національний технічний Університет України "Київський політехнічний інститут"
[2]Інститут космічних досліджень НАНУ-ДКАУ

АЛГОРИТМІЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АДАПТИВНОГО НАДПРОВІДНОГО ГРАВІМЕТРА

Наливайчук М.В., Тарасенко В. П., Іванов С. М., Яценко В.О. Алгоритмічне та програмне забезпечення адаптивного надпровідного гравіметра. У статті обгрунтовані принципи створення перспективного супутникового гравіметра, придатного для отримання оперативної інформації щодо гравітаційного поля. Розроблено математичні моделі динаміки та стійкості керованого надпровідного підвісу. Побудовано чисельні алгоритми оцінювання величини гравітаційного збурення, що впливає на левітуюче пробне тіло. Обгрунтовано технологію створення супутникового гравіметра на основі високотемпературних надпровідних наноплівок.
Ключові слова: вимірювально-обчислювальна система, алгоритм, пробне тіло, динамічна модель, гравіметр, моделювання, оптимізація, керуючий вплив, адаптивна фільтрація, мікропроцесор.

Наливайчук Н.В. Тарасенко В.П., Иванов С.Н., Яценко В.А. Алгоритмическое и программное обеспечение адаптивного сверхпроводящего гравиметра. В статье обоснованы принципы создания перспективного спутникового гравиметра, пригодного для получения оперативной информации о гравитационном поле. Разработаны математические модели динамики и устойчивости управляемого сверхпроводящего подвеса. Построены численные алгоритмы оценивания величины гравитационного возмущения, влияющего на левитирующее пробное тело. Обоснована технология создания макета спутникового гравиметра на основе высокотемпературных сверхпроводящих нанопленок.
Ключевые слова: измерительно-вычислительная система, алгоритм, пробное тело, динамическая модель, гравиметр, моделирование, оптимизация, управляющее воздействие, адаптивная фильтрация, микропроцессор.

Nalyvaichuk M.V., Tarasenko V.P., Ivanov S.M., Yatseko V. O. Algorithms and software of adaptive superconducting gravimeter. Principles of satellite gravimeter creation to obtain an information about gravitational field are considered. The mathematical model of the dynamic and stability of controlled superconducting magnetic suspension has been developed. Numerical algorithms for gravitational perturbation estimation acting on levitated probe have been proposed. The technology of satellite gravimeter creation based on high-temperature superconducting nanofilms has been proposed.
Keywords: measuring-computing system, algorithm, probe, dynamic model, gravimeter, modeling, optimization, control, adaptive filtering, microprocessor.

Вступ. На сьогодні дистанційне зондування є однією з технологій, що швидко розвиваються. Це індустрія рівня багатьох мільярдів доларів, а число віддалених тематичних зображень в різних ділянках Землі постійно зростає. Вирішення багатьох практичних проблем залежить від широкомасштабного використання вимірювальних систем і принципів, на основі яких вони функціонують. Ці проблеми включають моніторинг природних ресурсів на основі аналізу гравітаційних аномалій, вивчення глобальних геодинамічних процесів, гравітаційного поля Землі, руху полюсів Землі тощо. Щоб збільшити точність спостережень визначення місця розташування та орієнтації для довготривалих авіа польотів і плавань підводних апаратів, необхідно знати гравітаційне поле Землі, включаючи його аномалії. Детальна інформація про гравітаційне поле Землі необхідна також багатьом галузям прикладних наук (космічні дослідження, геологія, навігація, наука про форму Землі). Дійсно, точне і швидке детектування геодинамічних процесів може дозволити отримати дані щодо зародження і розвитку критичних локальних і глобальних екологічних станів. Іншою практичною проблемою є потреба отримання інформації щодо нерозвіданих корисних копалин Землі.

Для розв'язання задачі деталізації гравітаційного поля Землі використовуються вимірювання гравітаційних градієнтів по трьох просторових напрямках на основі тривісного гравітаційного градієнтометра, який може бути встановленим на борту супутника, і визначення орбіти супутника за допомогою апаратури супутникової навігації. Кінцевими результатами роботи можуть бути методика, алгоритми і результати уточнення тонкої структури гравітаційного поля Землі на основі математичної обробки супутникових градієнтометричних вимірювань європейського супутника GOCE. Вченими різних країн проводяться детальні виміри параметрів гравітаційного поля з використанням різних типів гравіметрів.

Гравіметр – дуже тонкий інструмент [5, 13] для вимірювань прискорення сили тяжіння g. В даний час точність найкращих стаціонарних наземних гравіметрів складає 10^{-8} g, для гравіметрів морського базування – 10^{-7} g, а для авіаційного – 10^{-6} g. Більшість гравіметрів, які випускаються

© Наливайчук М.В., Тарасенко В.П., Іванов С.М., Яценко В.О.

промисловістю, засновані на властивостях розтягнутої пружини або пружних властивостях підвісу, виготовлених із кварцу або інших спеціальних сплавів. Їх точність недостатня для вирішення зазначених проблем. Оскільки похибка гравіметрів на основі традиційних принципів стала принципово вичерпаною, багато розробників протягом останніх десятиліть намагаються використовувати нетрадиційні підходи в спробах створити суперточні гравіметри [5, 13]. Ці спроби можна згрупувати за способом неконтактного підвішування чутливої маси гравіметра, за використанням електричних або магнітних сил, за методами вимірювання зміщень чутливої маси гравіметра (системи оптичної реєстрації, Джозефсонівські ефекти як основа вимірювань тощо), а також за комп'ютерними методами обробки сигналів. Стрибок у вдосконаленні гравіметрів став можливим завдяки фінансуванню розробок надпровідних гравіметрів. В роботі [5] Гудкіним описується в деталях надпровідний гравіметр. Як він констатує, базова конструкція надпровідного гравіметра залишається незмінною протягом майже 30-ти років з моменту першої публікації в [13]. Вільний стан (левітація) чутливої маси цього гравіметра досягається на основі ефекту Браунбека-Мейснера [10, 12].

Постановка наукової проблеми. Розглядається проблема створення перспективного супутникового гравіметра, придатного для отримання оперативної інформації щодо гравітаційного поля. Для її розв'язання необхідно розробити математичні моделі динаміки та стійкості керованого надпровідного підвісу, побудувати чисельні алгоритми оцінювання величини гравітаційного збурення, що впливає на левітуюче пробне тіло. Необхідно також провести аналіз впливу різних чинників на жорсткість підвісу, серед яких, зокрема – наявність додаткової феромагнітної маси на вільній пробній масі, вплив пасивного фільтру сигналів на точність вимірювань та обґрунтувати технологію створення макету супутникового гравіметра на основі високотемпературних надпровідних наноплівок.

Мета роботи — розробка наукових основ створення перспективних супутникових гравіметрів на основі наноструктур з використанням нових фізичних принципів обробки інформації, обґрунтування принципово нового керованого магнітного підвісу (чутливого елементу) на основі наноплівок, обґрунтування та розроблення пропозицій щодо створення перспективного супутникового гравіметра на основі явища керованої магнітної левітації та процесорного мікромодуля для перспективних космічних місій; обґрунтування технології розробки функціональних вузлів на основі високотемпературних надпровідних наноплівок для створення малогабаритного супутникового гравіметра.

Функціональна структура вимірювально-обчислювальної системи. На Рис. 1. Функціональна схема вимірювально-обчислювальної системи. Основні складові частини цієї системи: надпровідний підвіс, оптична система реєстрації інформації та мікропроцесорний обчислювальний блок.

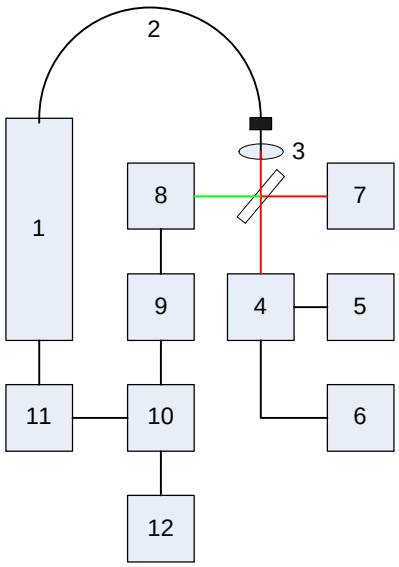


Рис. 1. Функціональна схема вимірювально-обчислювальної системи:

© Наливайчук М.В., Тарасенко В.П., Іванов С.М., Яценко В.О.

1 – кріостат з вставкою, на якому змонтована оптична головка; 2 - оптичний кабель; 3 – фокусуючий об'єктив; 4 – головка з лазерним діодом; 5 – блок живлення лазерного діода; 6 – блок стабілізації температури; 7 – інтерферометр Фарбі – Перо ИФП-1; 8 – фотоприймач; 9 – синхронний детектор; 10 - мікроконтролер з вбудованим ЦАП і АЦП; 11 – модулятор; 12 – блок клавіатури та індикації.

Підвіс є коаксіальним, тобто утримуючі магніти зміщені з коаксіальної позиції на позиції, коли їх осі паралельні осі підвісу. З різних варіантів кількості утримуючих магнітів (два, три, чотири) було обрано систему з чотирьох рідкісноземельних постійних магнітів з вертикальною віссю. Кожен магніт в горизонтальній площині мав прямокутну форму. Вертикальні магнітні осі чотирьох наборів магнітів були зміщені від осі підвісу так, що утворився простір розміром 18 мм в діаметрі для розміщення оптичного датчика. Проблема не вертикальності положення підвішеної вільної проби, що виникла в результаті неоднакових магнітних властивостей наборів постійних магнітів, вирішувалася двома змінами конструкції. Одна з них – збільшення маятниковості пробної маси, інша зводилася до тонкого феромагнітного кільця, що компенсувало азимутальну неоднорідність магнітного поля підвісу. Після теоретичних та експериментальних досліджень підвісу, оптичного датчика та програмного забезпечення вимірювань, аналізувалася доцільність реалізації обраної в проекті конструкції в цілому. У частині підвісу основні роботи стосувалися змін конструкції магнітної системи, коли замість розміщення утримуючих магнітів на осі підвісу вони повинні були бути зміщені від осі для розміщення на ній оптичного лазерного датчика.

Нова конструкція робочого макету (Рис. 2.) включає чотири набори постійних рідкісноземельних магнітів, вертикальні осі яких були зрушені від осі підвісу в чотирьох радіальних напрямках. Пробна маса має два ніобій-титанових кільця. Верхня площина пробного тіла була полірованою як відбиваюча площина для лазерних променів. Левітаційний зазор в залежності від маси пробного тіла був від 7-ми до 15-ти міліметрів. На базі цієї робочої моделі було проведено теоретичні та експериментальні дослідження спільної роботи системи підвіс – підсистема реєстрації. Аналізувався вплив фізичного стану гелію (рідина або газ) на спільну роботу системи підвіс – підсистема реєстрації. Вивчався також вплив пасивного фільтра на точність вимірювань. Аналізувалися чинники, що впливають на зменшення жорсткості підвісу, зокрема, наявність додаткової феромагнітної маси на вільній пробній масі.

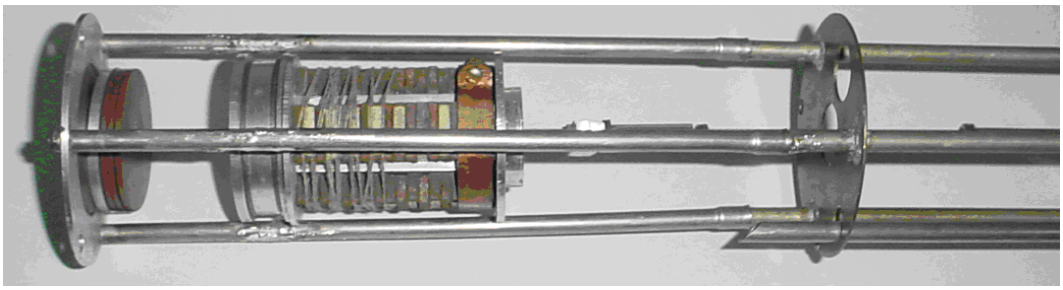


Рис. 2. Надпровідна система підвіски пробного тіла

Були проведені експериментальні дослідження властивостей робочого макету гравіметра, динамічних характеристик магнітного підвісу вільної пробної маси робочого макета гравіметра (спільно з групою Інституту фізики НАНУ), а також доопрацьовано чутливий елемент в частині магнітного підвісу, що було продиктовано експериментальними роботами

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.

Математична модель динаміки та стійкості пробного тіла. Однією з актуальних задач механіки вільного тіла в магнітному полі є завдання складання та аналізу рівнянь динаміки вільного тіла в полі ідеально провідних струмових контурів. Це обумовлено можливістю використовуванню ефектів діамагнітного відштовхування [10,11] та мінімуму магнітної потенційної енергії [2, 11], що дозволяють стабілізувати рівновагу вільного тіла [11]. В [2] обґрунтовано ефект мінімуму магнітної енергії і стійкості рівноваги вільного ідеально провідного струмового кільця, співвісного в положенні рівноваги до нерухомого ідеально провідного струмового кільця,

© Наливайчук М.В., Тарасенко В.П., Іванов С.М., Яценко В.О.

Проведено дослідження рівняння руху і стійкості при наявності не одного, а двох нерухомих ідеально провідних струмових кілець, що представляють собою консервативну потенційну систему. Для складання рівнянь динаміки використовується метод Лагранжа, який в [2,4] розвинений, стосовно електромеханічних перетворювачів енергії. Виберемо в якості кінетичної енергію магнітного поля. Нехай механічними координатами вільного ідеально провідного кільця є циліндричні координати його центру маси ρ, α, ξ і кути Ейлера ϕ, ψ, θ, які визначають орієнтацію кільця щодо тригранника $O\xi\eta\zeta$ (

Рис. 3.). Початок тригранника $O\xi\eta\zeta$ поміщено в центрі верхнього нерухомого ідеально провідного кільця, а вісь $O\zeta$ співпадає з спільною віссю двох нерухомих ідеально проводять кілець.

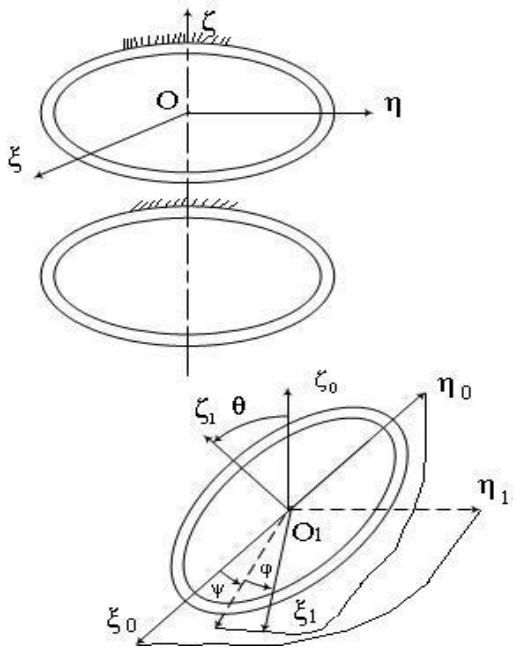


Рис. 3. Орієнтація кільця відносно тригранника $O\xi\eta\zeta$

Система рівнянь для змінних стану $y_1, \ldots, y_6$ і функціонал z_1 описують відображеня $y_1 \rightarrow z_1$ інтерферометра, що допускає лінійне представлення (див. [5]). Вводячи функцію $z = \alpha y_1 + \beta y_2$, де β – константа, і прирівнюючи $\alpha_{1j} = 0$, j = 2, …, 5, одержуємо білінійну систему

$$\begin{bmatrix} \dot{y}_1 \\ \dot{y}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ a_1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ a_2 + a_3 y_1 \end{bmatrix} u_1 + \begin{bmatrix} 0 \\ a_5 + a_4 y_1 \end{bmatrix} u_1^2 + \begin{bmatrix} 0 \\ a_6 \end{bmatrix} u_3 + \begin{bmatrix} 0 \\ a_7 \end{bmatrix}$$

$$z = a y_1 + b y_2 . \qquad \textbf{(1)}$$

Тут $a_1 = a_{11}$, $a_2 = a_{17}$, $a_3 = a_{18}, a_4 = a_{110}$, $a_5 = a_{19}$, $a_6 = a_{16}$, $a_7 = a_{111}$. Нехай $u_3(t) = 0$, $u_4(t) = 0$. Одержимо умови асимптотичної стійкості білінійної системи із лінійної системи вимірювання, умови існування якої приведені в [2,7]. Лінеаризуючи систему (1) в околі точки $y_1 = 0$, $y_2 = 0$ стійкої рівноваги пробного тіла при $u_1(t) = 0$, одержимо

© Наливайчук М.В., Тарасенко В.П., Іванов С.М., Яценко В.О.

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ a_1 & 0 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ a_2 \end{bmatrix} * u_1,$$

$$z = [\alpha\ \beta][y^1\ y^2]^{T.} \quad \textbf{(2)}$$

Систему (2) запишемо в більш загальному вигляді:

$$\dot{x} = Ax + Bu_1,\ z = Cx. \quad \textbf{(3)}$$

Визначимо керування [6,9, 10]

$$u_1 = K(z),\ K(0) = 0, \quad \textbf{(4)}$$

яке забезпечує асимптотичну стійкість незбуреного руху $x = 0$.

Із керованості лінеаризованої системи

$$\dot{x} = Ax + Bu_1 \quad \textbf{(5)}$$

випливає стабілізованість білінійної системи (1) лінійним керуванням $u_1 = Fx$.

Нехай $\Theta(\lambda) = a_1\lambda^2 + a_2\lambda + a_3$ будь який ненормований багаточлен, всі корені якого мають від'ємні дійсні частини. Знайдемо таку матрицю *K*, щоб корені характеристичного полінома матриці $A + BKC$ співпадали з коренями полінома $\Theta(\lambda)$.

В силу керованості системи (5) існує матриця $F = \| f_j \|$ $(j = 1,2)$ така, що $A + BF$ має заданий спектр. Отже існування шуканої матриці K еквівалентне існуванню розв'язку рівняння

$$KC = F. \quad \textbf{(6)}$$

Введемо наступні позначення:

$$C_1 = \alpha,\ C_2 = b,\ E_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}^T,\ E_2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad \textbf{(7)}$$

Для існування матриці К, яка задовольняє рівнянню (6), необхідно і достатньо виконання умови (8)

$$FQ = 0,\ Q = E_2 - E_1C_1^{-1}C_2, \quad \textbf{(8)}$$

в якій враховується (2),

$$Q = \begin{bmatrix} -\alpha^{-1}\beta \\ 1 \end{bmatrix}. \quad \textbf{(9)}$$

Якщо елементи матриці (9) розглядати як координати вектора q в двовимірному просторі, то умова (8) означає, що вектор $s = \{f_j\}$, $j = 1,2$, повинен бути колінеарним вектору $q = \{1,\ \alpha^{-1}\beta\}$. Отже, при фіксованій орієнтації осі чутливості квантового інтерферометра рівняння (8) задовольняє однопараметричній множині матриць F вигляду

© Наливайчук М.В., Тарасенко В.П., Іванов С.М., Яценко В.О.

$$F = [\, f_1 \alpha^{-1} \quad \beta f_1 \,]. \tag{10}$$

Щоб характеристичний поліном матриці $A + BF$ співпадав з заданим поліномом $\Theta(\lambda)$, необхідно, щоб виконувалися умови $f_1 = -(a_3 + a_1)a_2^{-1}$, $\alpha_1 = 1$, $\alpha_2 = -a_2 \alpha^{-1} \beta f_1$. Таким чином, при $\alpha_1 = 1$, $a_2 \neq 0$, $\alpha \neq 0$ матриця $K = FE_1 C_1^{-1}$ зворотного зв'язку по виходу визначається виразом

$$K = [\, f_1 \alpha^{-1} \,] \tag{11}$$

і керування $u_1 = Kz = f_1 \alpha^{-1} z$ забезпечує асимптотичну стійкість положення рівноваги (1) в деякій області H зміни x .

Обгрунтування нових принципів вимірювання координат та малих переміщень. Основна увага при дослідженні надавалася оцінці впливу основних факторів, що обмежують чутливість та точність різних лазерних методів дистанційних вимірів.

Детально вивчено вплив поверхні пробного тіла та неоднорідності поверхневих оптичних властивостей на фазу відбитого променю. Було оцінено вплив флуктуацій щільності рідкого гелію на точність виміру координат зонду. Показано, що при типових експериментальних умовах можна досягнути точність вимірювання довжини не гірше, ніж кілька сотих довжини хвилі. Ці оцінки дозволяють вибрати найбільш перспективні методи, як, при відповідній модифікації та адаптації, дадуть можливість отримати необхідну чутливість та точність виміру положення зонда: а саме лазерна гетеродинна інтерферометрія та лазерна триагнуляція. Оцінки показали важливість обох методів для реальних умов низькотемпературного оточення рідкого гелію.

Зроблено оцінки спектрів флуктуації сигналу. Фундаментальним джерелом флуктуацій для надвисокочутливих вимірювань є світловий тиск лазерного променя на пробне тіло. Сила цього тиску пропорційна потужності лазерного випромінювання. Оцінка величини флуктуацій прискорення, пов'язоного з цією силою, дає близько (10^{-8}–10^{-12})g . Спектр таких флуктуацій визначається спектром флуктуацій потужності лазера з частотами від 0 до 10^4 Гц для типового напівпровідникового лазера. Іншим важливим джерелом флуктуацій сигналу є передача флуктуацій потужності лазера в корисний сигнал в процесі детектування сигналу інтерференції. Оскільки в інтерферометричному методі відносна флуктуація потужності ΔP/P приводить флуктуації сигналу, який (при видності інтерференційної картини =1) еквівалентний зміні сигналу при зміщенні Δz=(λ/2π) ΔP/P (λ — довжина хвилі випромінювання лазера), для типового нестабілізованого лазера з флуктуаціями ΔP/P=10^{-3} точність вимірювання відстаней може бути кращою, ніж 1 нм, тобто такими флукутаціями можна знехтувати. Спектр цих адитивних флуктуацій співпадає зі спектром флуктуацій потужності лазера.

Проведена оцінка флуктуацій оптичної довжини та їх спектру при поширенні лазерного променя в рідкому гелії — системі, яка має динамічні зміни оптичних властивостей. зокрема, показника заломлення. Показано, що при цьому виникають значні технічні флуктуації і при розробці конструкції датчика треба по можливості уникнути проходження оптичного випромінювання інтерферометричних схем через кріорідини.

Блок схема оптичних вимірювань. Надпровідний підвіс змінює сигнал залежно від динаміки чутливого елемента. Оптична система вимірювання посилає оптичний сигнал, який залежить від положення левітуючого пробного тіла (ПТ). Система обробки отримує сигнал щодо положення ПТ і знаходить механічні координати з точністю 0,1 нм. та гравітаційні збурення з точністю 10^{-10} g.

© Наливайчук М.В., Тарасенко В.П., Іванов С.М., Яценко В.О.

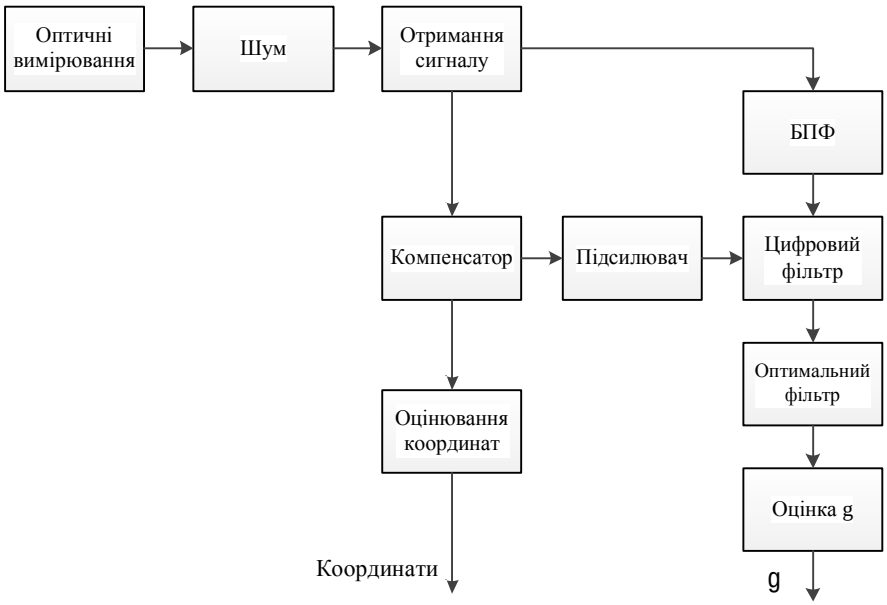


Рис. 4. Блок схема оптичних вимірювань

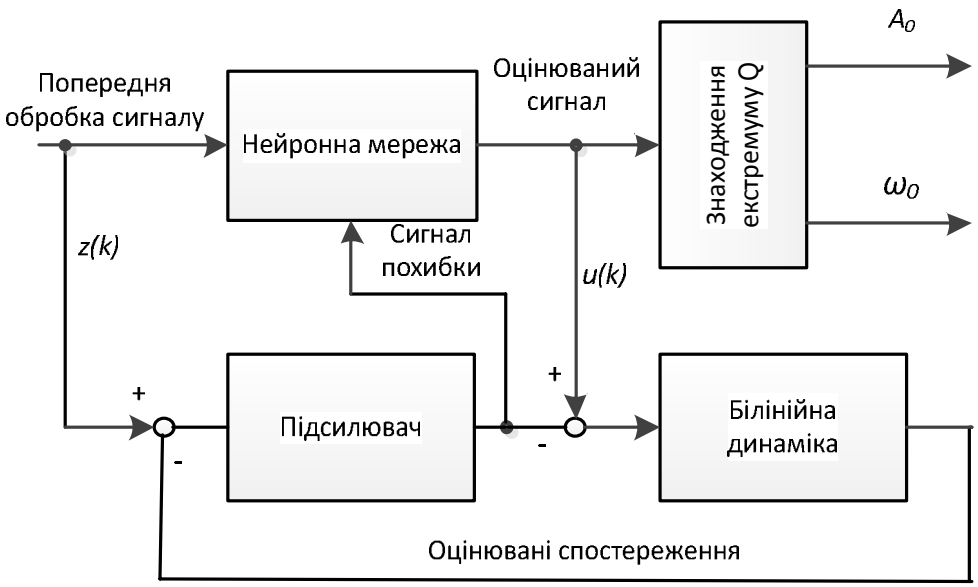


Рис. 5. Нейромережеве оцінювання гравітаційних збурень

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Обґрунтовано принципи створення перспективного супутникового гравіметра, придатного для отримання оперативної інформації щодо гравітаційного поля. Розроблено математичну модель динаміки та стійкості керованого надпровідного підвісу. Побудовано чисельні алгоритми оцінювання величини гравітаційного збурення, що впливає на левітуюче пробне тіло.

Розроблено технічні пропозиції щодо створення магнітного підвісу на високотемпературних наноплівках та здійснено наукове-технічне обґрунтування макету супутникового гравіметра на основі високотемпературних надпровідних наноплівок з використанням процесорного мікромодуля.

Проаналізовано вплив різних чинників на жорсткість підвісу, серед яких, зокрема – наявність додаткової феромагнітної маси на вільній пробній масі, вплив пасивного фільтру сигналів на точність вимірювань. Обґрунтовано технологію створення макету супутникового гравіметра на основі високотемпературних надпровідних наноплівок.

© Наливайчук М.В., Тарасенко В.П., Іванов С.М., Яценко В.О.

1. В.О. Яценко, М.В. Наливайчук. Моделювання та оптимізація адаптивного кріогенного гравіметра // 19 Міжнародна конференція з автоматичного керування, 26-28 вересня 2012. Київ, Україна. – С. 344.
2. Козорез В.В. Динамические системы свободных магнитно взаимодействующих тел, Киев, Наукова думка, 1981, 140с.
3. Yatsenko V.A., Nalivaichuk N.V. Mathematical modeling and optimization of controlled superconducting sensors with magnetic levitation // Моделювання та дослідження стійкості динамічних систем: Збірник наукових праць міжнародна конференції DSMSI-2011. Київ, 2011. С. 146.
4. Yatsenko V.A. and Kryuchkov E.I. On the possibility of application of "Magnetic Potential Well" effect for creation of a graviinertial cryogenic device. Journal of Automation and Information Science, V. 34, 2003.-P. 106-119.
5. W.A. Prothero and J. M. Goodkind. A superconducting gravimeter. – Rev. Sci. Instr, № 2 , Vol. 39, № 9. 1968.– P. 1257 – 1261.
6. V.Yatsenko and P.Pardallos, Global optimization of cryogenic-optical sensor, in Sensors, Systems, and Next-Generation Satellites, K. W.H. Fujisada, J. Lirie, ed., Proc. SPIE 4550, ãã. 433 - 441, 2001.
7. V. Yatsenko, M. Nalyvaichuk. Modeling and Optimization of Cryogenic-Optical Gravimeters // International Journal information theories & applications. - 2012. - P. 232-240. Vol. 19. № 3.
8. V. Yatsenko, M. Nalyvaichuk. Cryogenic-Optical Gravimeter: Principles, Methods and Applications // Kharkov University Vestnik, Ser. Radiophysics and Electronics.-2011.– P. 107-113.
9. V. Yatsenko, M. Nalyvaichuk, V. Gnidenko, O. Kochkodan. Modeling of Superconducting Gravimeter for Futute Space Missions: Optimization. Control, and Estimation//2nd International Conference on memory of corresponding member of National Academy of Science of Ukraine V. S. Melnik, 4-6 Aprill, 2012. Kyiv, Ukraine. – P.110.
10. Moon F. C. Superconducting Levitation: Application to bearings and magnetic transportation, John Willey & Sons, NY, 1994, 295p
11. Kozoriz V. Novel Magnetic Levitation and Propulsion Phenomena, ISBN 966-7108-10-4, Zaporizhya, 1999, 271p
12. J. M. Goodkind. The superconducting gravimeter. Rev. Sci. Instrum.-Vol. 70, № 11. – P. 4131-4152, 1999.
13. J. M. Goodkind and R. J. Warburton, IEEE Trans. Magn. MAG – 11, № 2, 1975.
14. В. Гніденко, М. Наливайчук, В. Яценко. Нейромережеве оцінювання слабких впливів на кероване левітуюче пробне тіло // Наукові праці національного університету харчових технологій.–Київ: Видавництво національного університету харчових технологій. – 2013.–№ 48. –С. 44-48.
15. М. Наливайчук., В. Яценко, В. Гніденко. Вимірювально-обчислювальна система для отримання оперативної інформації щодо гравітаційного поля // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво.–Луцк: Видавництво Луцького національного технічного університету. – 2013.–№12. –С. 167- 173.
16. Н. Наливайчук, В. Яценко. Аппаратно программное обеспечение адаптивного опто-криогенного гравиметра на основе наноструктур // Збірник тез 13-ї української конференції з космічних досліджень.–Київ: Видавництво "Кафедра": – 2013.–С. 139.
17. V. Yatsenko, N. Nalivaichuk. Opto-cryogenic sensitive element with ultrasensitive laser interferometer and microprocessor controller // Abstracts. IEEE International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers, CAOL.–2013. –Kharkov, UIRE.– 2013.–P. 39.

© Наливайчук М.В., Тарасенко В.П., Іванов С.М., Яценко В.О.

УДК515.2
Нікітенко О.А.
Одеська державна академія будівництва та архітектури

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КРИВОЛІНІЙНИХ СПРЯЖЕНИХ ПОВЕРХОНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ДІАГРАМИ КІНЕМАТИЧНОГО ГВИНТА

Нікітенко О.А. Геометричне моделювання криволінійних спряжених поверхонь з використанням діаграми кінематичного гвинта. В даній роботі для заданої криволінійної гвинтової поверхні побудовано криволінійну поверхню обертання та криволінійну гвинтову поверхню. Для вирішення задачі спряжених поверхонь було використано діаграму кінематичного гвинта для таких поверхонь. Спряжені поверхні подані у графічному редакторі AutoCAD.
Ключові слова: спряжені поверхні, поверхня обертання, гвинтова поверхня, діаграма кінематичного гвинта.

Никитенко О.А. Геометрическое моделирование криволинейных сопряженных поверхностей с использованием диаграммы кинематического винта. В данной работе для заданной криволинейной винтовой поверхности построено криволинейную поверхность вращения и криволинейную винтовую поверхность. Для решения задачи сопряженных поверхностей было использовано диаграмму кинематического винта для таких поверхностей. Сопряженные поверхности поданы в графическом редакторе AutoCAD.
Ключевые слова: сопряженные поверхности, поверхности вращения, винтовая поверхность, диаграмма кинематического винта.

Nikitenko O. Geometric modeling curved conjugate surfaces with using of a diagram of kinematic screw. In this paper curved surface of revolution and curved helical surface are constructed for a given curved helical surface. Diagram of a kinematic screw is used for such surfaces to solve this problem of conjugate surfaces. These surfaces are drawn in the graphics program AutoCAD.

Постановка проблеми. На даний час в різних галузях виробництва все більш широке використання знаходять різноманітні складні криволінійні поверхні. Використання комп'ютерних технологій дозволяє доповнювати математичні методи завдання поверхонь та їх розрахунки трьохвимірними комп'ютерними моделями. Це в свою чергу надає потужний імпульс розвитку прикладної геометрії поверхонь, а також стимулює поширене використання у виробництві. В роботах вітчизняних та зарубіжних вчених, таких як Михайленка В.Є., Підгорного О.Л., Павлова А.В., Тевліна А.М., Підкоритова А.М., приділялась велика увага формуванню поверхонь з у рахунком все більшої кількості наперед заданих умов та законами конструювання. Особливе місце серед складних криволінійних поверхонь займають криволінійні спряжені поверхні, які використовуються у різноманітних зубчастих зачепленнях і в гвинтових компресорах. Складність формоутворення таких поверхонь полягає у тому, що: по-перше, вони повинні конструюватись не поодинці, а у парі, тобто одна поверхня є чітко обвідною іншої; по-друге, потрібно ураховувати рух цих поверхонь, так як у статичному русі вони не використовуються. У зв'язку з цим розкривається широке поле діяльності для науковців, проектантів та пошукувачів в області вдосконаленням відомих зубчастих передач та пошуках нових видів зачеплень.

Аналіз останніх досліджень. Великий внесок у формуванні спряжених криволінійних гвинтових поверхонь вніс Підкоритов А.М [1, 2]. При конструюванні двох спряжених лінійчатих поверхонь враховується наступна умова – через кожну точку лінії контакту проходить нормаль до характеристики (твірної обох поверхонь) і вона в свою чергу перетинає осі заданих спряжених поверхонь. Цю умову і закладено в побудові діаграми кінематичного гвинта для лінійчатих спряжених поверхонь. Теорія Підкоритова А.М. для конструювання криволінійних поверхонь полягає у впровадженні сім'ї обвідних аксоїдів для кожної поверхні з урахуванням параметрів, які задовольняють діаграму кінематичного гвинта. Тобто, для сім'ї гвинтових ліній заданої поверхні будується сім'я гвинтових ліній шуканої поверхні і всі параметри спряження (відстань від характеристики до відповідної осі та кути нахилу) визначаються за допомогою діаграми. Фактично для конструювання однієї пари спряжених криволінійних поверхонь діаграма гвинта використовується багаторазово. Учні Підкоритова А.М. наполегливо розвивали запропоновану ним теорію у своїх працях [3, 4, 5, 6].

Метою дослідження є процес побудови для гвинтової криволінійної поверхні спряженої, а саме – спряженої криволінійної поверхні обертання і криволінійної гвинтової поверхні.

Виклад основного матеріалу. На даний час теорія Підкоритова А.М. щодо використання діаграми кінематичного гвинта для побудови спряжених поверхонь достатньо розвинута. Було захищено декілька докторських і кандидатських дисертацій у цьому напрямку. Але незважаючи

© Нікітенко О.А.

на велику кількість публікацій і досліджень чіткої побудови таких поверхонь у редакторі AutoCAD не було зроблено. Частково це відбулося через вирішування більш практичних завдань, а не теоретичних. Хоча розв'язування останніх не тільки полегшує рішення практичних, а й надає подальші шляхи розвитку як теорії так і практики.

Необхідно додати, що діаграму кінематичного гвинта для спряжених поверхонь, яку запропонував Підкоритов, у процесі використання у редакторі AutoCAD було змінено. З діаграми було прибрано швидкості миттєвих аксоїдів, так як вони були зайві. Так як вихідні параметри спряження – відстань та кут між осями сталі, а лише змінюються відстані та кути щодо характеристики, то було запроваджено сім'ю твірних аксоїдів (характеристик) у зоні криволінійного контакту [7]. В наведеній роботі якраз було розглянуто побудову спряженої гвинтової поверхні для криволінійної поверхні обертання. А в даній статі розглянуто зворотну задачу – для заданої криволінійної гвинтової поверхні побудувати спряжені – гвинтову та обертання.

Наприклад, задано довільну гвинтову криволінійну поверхню з кроком h = 60 (Рис. 1). Параметри спряження наступні: відстань між осями l = 100, φ = 19. Для побудови діаграми відкладаємо відстань l, крок h і кут φ. Через три точки проводимо коло. У «зоні спряження» беремо сім'ю характеристик, положення яких у діаграмі відзначає кути нахилу до осей та відстані до них (Рис. 2). Алгоритм побудови спряженої поверхні наступний:

1. У комп'ютерному просторі відкладаємо відстань між осями l і задаємо вісь поверхні обертання, нахилену до осі заданої поверхні під кутом φ.

2. Будуємо сім'ю твірних аксоїдів, відповідні параметри для яких визначаємо з діаграми.

3. За допомогою команди «Сховати» графічно визначаємо точки перетину заданої поверхні з побудованими характеристиками (Рис. 3). Якщо поверхня буде задано аналітично, то координати точок перетину можна буде визначити розрахунками.

4. Точки перетну з'єднуються у просторову криву, яка в свою чергу буде твірною для поверхні обертання.

5. За допомогою команди «Моделювання сітки обертання» формуємо шукану поверхню (Рис. 4). При аналітичному завданні вихідної поверхні можна буде отримати аналітичний опис шуканої.

Необхідно відмітити, що головним критерієм у формуванні таких поверхонь – це відсутність їх перетину. Оглянувши побудовані комп'ютерні моделі поверхонь з різних сторін ми можемо упевнитись у відсутності останнього.

Якщо уважно придивитись до просторової лінії контакту двох поверхонь, то можна припустити, що контакт цих поверхонь проходить по геодезичній лінії.

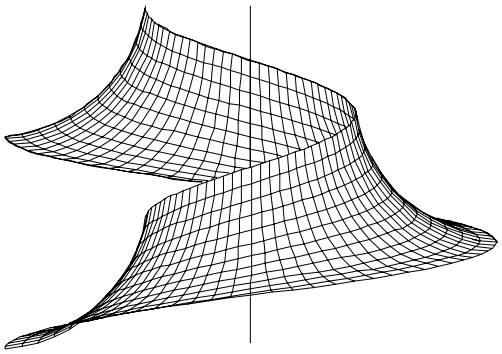


Рис. 1. **Довільна гвинтова криволінійна поверхня з кроком h = 60**

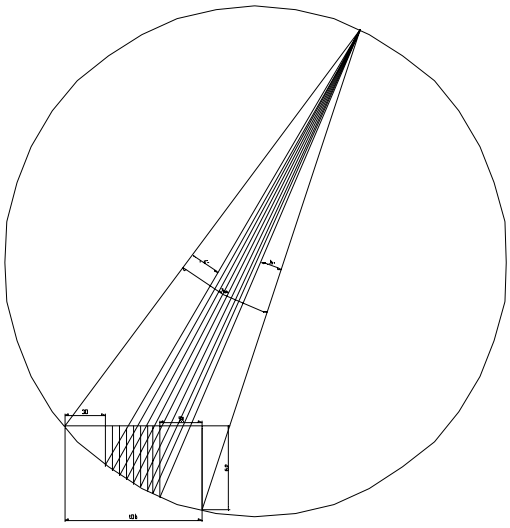


Рис. 2. **Сім'я характеристик, положення яких у діаграмі відзначає кути нахилу до осей та відстані до них.**

© Нікітенко О.А.

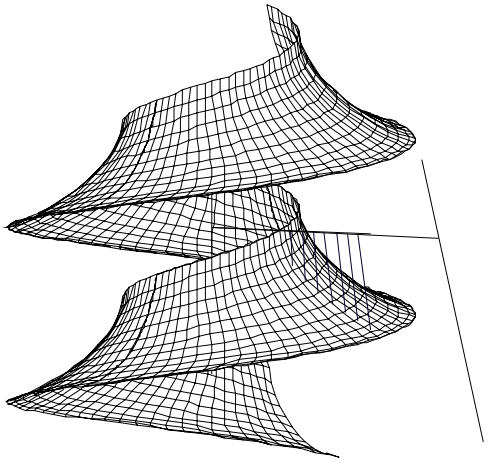


Рис. 3. **Визначення точки перетину заданої поверхні з побудованими характеристиками**

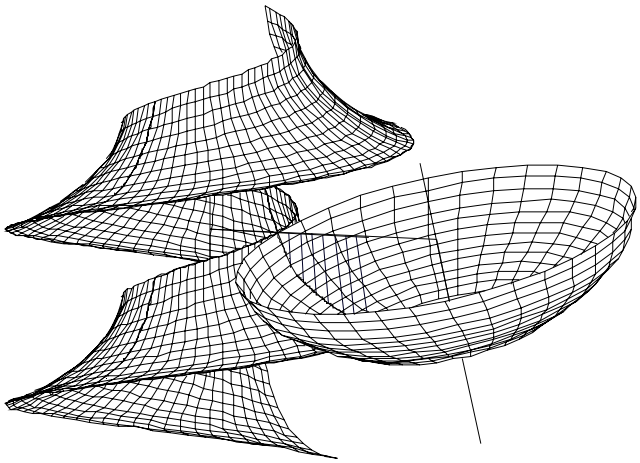


Рис. 4. **Результат команди «Моделювання сітки обертання»**

А зараз розглянемо іншу задачу – побудову двох криволінійних гвинтових спряжених поверхонь. Відстань між осями $l = 80$, $\varphi = 16$, крок заданої гвинтової поверхні $h_1 = 60$, а шуканої $h_2 = 20$. Для побудови діаграми відкладаємо відстань l, кроки h_1 і h_2 та кут φ. Через три точки проводимо коло (Рис. 5). Далі побудова діаграми та спряжених поверхонь аналогічна першій задачі. Винятком є лише шукана поверхня – в першій задачі це поверхня обертання, а в другій – це гвинтова поверхня (Рис. 6). Тобто в першій задачі для кожної гвинтової лінії будувалося спряжене коло, а в цій задачі для кожної гвинтової лінії будується спряжена гвинтова. Сім'я цих гвинтових ліній утворює шукану гвинтову криволінійну поверхню.

Обертаючі дві поверхні у комп'ютерному редакторі (Рис. 7) ми можемо впевнитись, що побудовані поверхні не перетинаються і задовольняють вимогу щодо спряжених поверхонь.

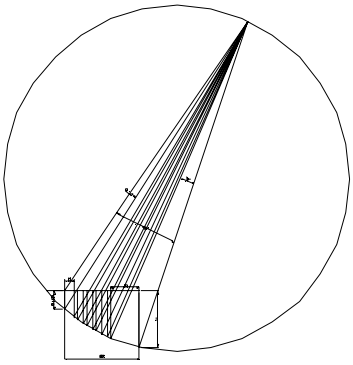
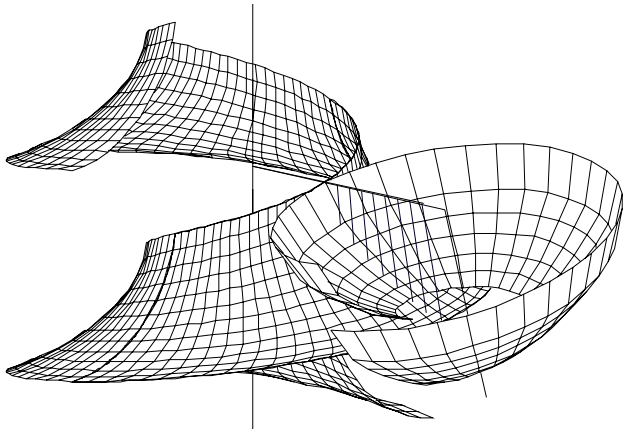


Рис. 5



© Нікітенко О.А.

Рис. 6

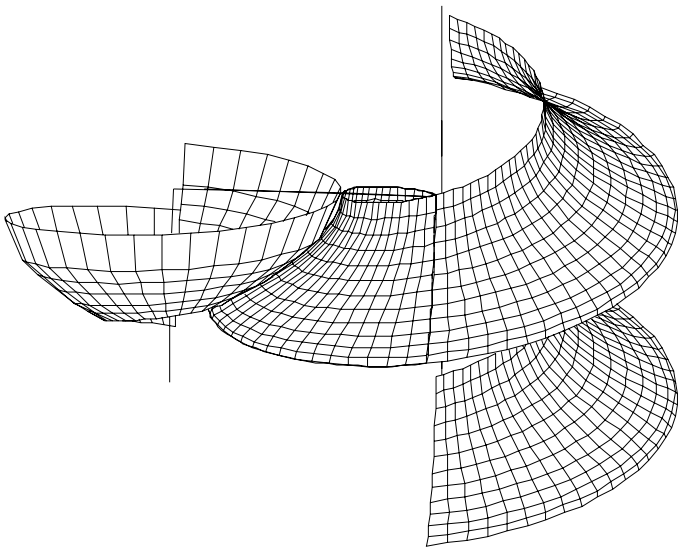


Рис. 7

Висновок. Як бачимо, за допомогою запропонованої діаграми можна будувати спряжені криволінійні поверхні. Розроблений метод допомагає на стадії проектування креслень запобігти перетину таких поверхонь.

Якщо уважно придивитись до просторової лінії контакту двох поверхонь, то можна припустити, що контакт цих поверхонь проходить по геодезичним лініям. Певно, що це припущення має бути доведено аналітично. Але якщо це є так, то конструювання двох криволінійних поверхонь може звестися до визначення необхідних геодезичних ліній, а це вже значно розширює пошуки.

Наступним кроком у пошуках буде аналітичний опис таких спряжених поверхонь. Для того щоб впорядкувати криволінійні поверхні і мати можливість використати математичний апарат введемо такий клас гвинтових поверхонь, які утворені дугами та кривими другого порядку - еліпсом, параболою та гіперболою.

1. Подкорытов А.Н. Кинематический метод образования сопряженных винтовых поверхностей с применением диаграммы винта. Труды Московского научно-методического семинара по начертательной геометрии и инженерной графике. 1963. – Вип. 2. – С. 36 - 45.
2. Подкорытов А.Н. Аналитический метод и алгоритм определения интерференции сопряженных криволинейных поверхностей на базе ЭВМ // Приклад. геометрия и инж. графика : респ. межвед. науч.-техн. сб. – К., 1987. – Вып. 43. – С. 11 – 13.
3. Подкорытов А.Н., А. Ю. Браилов Определение параметров кинематического винта сопряженных поверхностей// Приклад. геометрия и инж. графика : респ. межвед. науч.-техн. сб. – К., 1997. – Вып. 61. – С. 22 – 24.
4. Подкорытов А.Н. А. В. Павлышко, Л. Г. Дюкре Развитие кинематического винта // Тр. Одес. политехн. ун-та. – О., 2006. – Вып. 1 (25). – С. 17 – 19.
5. Підкоритов А.М., Юрчук В.П Конструювання спряжених поверхонь вилчатих і дискових копачів шляхом застосування діаграм гвинта // Приклад. геометрія та інж. графіка : респ. міжвід. наук.-техн. зб. – К., 1994. – Вип. 56. – С. 28 – 31.
6. Підкоритов А.М., Юрчук В.П. Комп'ютерне моделювання кінематичного гвинта. // Прикладная геометрия и инженерная графика. – Мелитополь: ТГАТА, 1999. Вып. 4. – Том 10. – С. 30-34.
7. Нікітенко О.А. Геометричне моделювання спряжених криволінійних поверхонь з використанням діаграми кінематичного гвинта. // Тезисы докладов международной научно-методической конференции «Современные проблемы геометрического моделирования». – Донецк: ДонГТУ, 2000. – С. 118–119.

© Нікітенко О.А.

УДК 004:338.48
Плахотний М.В., Козьяков В.С., Наливайчук М.В., Огородницький А.Д.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ПОБУДОВА ТЕРМІНАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИМІРУ ПАРАМЕТРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА PIC16F1459

Плахотний М.В., Козьяков В.С., Наливайчук О.Ю., Огородницький А.Д., Адаменко О. В. Побудова термінального пристрою для виміру параметрів навколишнього середовища на базі мікроконтролера PIC16F1459. В статті розглядається процес побудови приладу для вимірювання параметрів навколишнього середовища на базі мікропроцесора PIC16F1459. Розглянуто особливості передачі даних на прилад з операційною системою «Android».
Ключові слова: мікроконтролер, макет, пристрій, оточуюче середовище, вимірювання, PIC16f1459, MQ-9.

Plakhotniy M.V., Kozyakov V. S.. Nalyvaichuk O. J., Ogorodnic'kiy A.D., Adamenko O. V. Building of the terminal device for measuring environmental parameters based on PIC16F1459 microcontroller. This article describes how to build an instrument for measuring environmental parameters based on microprocessor PIC16F1459. Demonstrated features of data transmission to the device with operating system **«Android».**
Keywords: microcontroller, layout, device, environment, measurement, PIC16f1459, MQ-9.

Плахотный М.В., Козьяков В.С., Наливайчук О.Ю., Огородницкий А.Д., Адаменко О. В. Построение терминального устройства для измерения параметров окружающей среды на базе микроконтроллера PIC16F1459. В статье рассматривается процесс построения прибора для измерения параметров окружающей среды на базе процессора PIC16F1459. Рассмотрены особенности передачи данных на устройство с операционной системой «Android».
Ключевые слова: микроконтроллер, макет, устройство, окружающая среда, измерения, PIC16f1459, MQ-9.

Постановка проблеми. В даний час в різних сферах діяльності людини виникла необхідність експрес оцінки параметрів навколишнього середовища (мікрокліматичні параметри, шум, електромагнітні поля, запиленість, газоподібні забруднюючі речовини та ін.). Промисловість випускає ряд спеціалізованих приладів призначених для вимірювання таких параметрів середовища (шумоміри, газоаналізатори, вимірювачі полів та ін..). Як правило, ці прилади мають значну вартість. Крім спеціалізованих приладів розвиток отримали розробка і виробництво різних датчиків, наприклад, для вимірювання концентрації газів: оксиду вуглецю, оксиду азоту, оксиду сірки, кисню та ін.. Частина цих датчиків випускається з вбудованим перетворювачем аналог-код. Це дозволяє їх легко вбудовувати в різні цифрові вимірювальні схеми. Одночасно слід зазначити швидке поширення мобільних комп'ютерів (ноутбуки, нетбуки, планшети та ін.). Ці комп'ютерні засоби мають достатню потужність для реалізації вимірювальних функція за допомогою спеціалізованих програм типу «LabVIEW», для проведення різних видів обробок отриманих даних, створення різних форм для друку, виведення інформації про норми шкідливих факторів , видачі рекомендацій щодо захисних заходів та ін.. Таким чином, представляється доцільним створення вимірювальних приладів шляхом підключення цілої гами розроблених і сертифікованих датчиків до мобільного комп'ютера. Для створення таких портативних вимірювальних комплексів на наш погляд більше підходять «планшети», що мають малі габарити і вагу при достатній обчислювальній потужності.

Такі пристрої можуть буди затребувані в інспекційних перевірках та аудиторських роботах у сфері екології, охорони праці, на підприємствах у відповідних службах, в пусконалагоджувальних службах, а також у побутовій сфері. Вимірювальні комплекси такого типу відрізняє портативність, невелика вартість, висока надійність роботи, простота в експлуатації і достатня для практичних цілей точність. Важливою особливістю комплексу є також гнучкість у переході з одного типу вимірюваного параметру на інший, шляхом заміни типу датчику і виклику відповідного інтерфейсу. Надалі, такі пристрої можуть бути використані для локальних моніторингових систем, що дозволяють отримувати інтегральні оцінки забруднення в конкретному приміщенні або ділянці місцевості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Побудові мікропроцесорного приладу для вимірювання параметрів навколишнього середовища присвячена попередня стаття авторів – «Особливості побудови мікроконтролерних пристроїв на базі інтегрованих плат» [2].

© Плахотний М.В., Козьяков В.С., Наливайчук М.В., Огородницький А.Д.

У статті для побудови пристрою було обрано плату «STM32 VL Discovery» на базі мікроконтроллера «STM32F100RB» та перетворювач «USB-SERIAL» на базі мікроконтроллера «PL-2303HX». Однак, мікропроцесор «STM32F100RB» занадто потужний для поставленої задачі, і вимагає зовнішнього перетворювача «USB-SERIAL», тож для цієї статті було обрано менш потужний мікроконтроллер з апаратною підтримкою протоколу «USB».

Метою дослідження є побудова макета мікропроцесорного пристрою для виміру параметрів навколишнього середовища з можливістю зберігання інформації на комп'ютері з операційною системою «Android». Для цього необхідно дослідити особливості використання протоколу USB і функціонування мікропроцесора PIC16f1459.

Основні результати дослідження. Для виконання поставленої задачі було обрано мікропроцесор PIC16f1459, так як він є одним з небагатьох мікропроцесорів на ринку, що поєднують малу потужність – а отже, малу ціну и високу енергоефективність, і апаратну підтримку USB.

Таблиця 1. Основні характеристики мікропроцесора PIC16f1459 [1]

Program Memory Type	Flash
Program Memory (KB)	14
CPU Speed (MIPS)	12
RAM Bytes	1,024
Digital Communication Peripherals	1-UART, 1-A/E/USART, 1-SPI, 1-I2C1-MSSP(SPI/I2C)
Capture/Compare/PWM Peripherals	2
Timers	2 x 8-bit, 1 x 16-bit
ADC	9 ch, 10-bit
Comparators	2
USB (ch, speed, compliance)	1, FS Device, USB 2.0
Temperature Range (C)	-40 to 125
Operating Voltage Range (V)	1.8 to 5.5
Pin Count	20
XLP	Yes
Cap Touch Channels	9

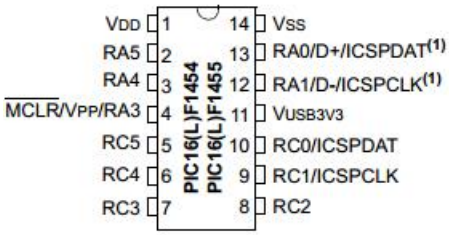


Рис. 1. Мікропроцесор PIC16f1459 [1]

Із наведених у таб. 1 характеристик істотними для дослідження є модулі аналого-цифрового перетворювача (ADC) та USB. Їх схеми наведено нижче.

Для програмування мікропроцесора було використано програматор PICkit3 у поєднанні з середовищем розробки MPLAB X.

Було використано протокол USB-HID, тому пристрій може використовувати стандартні драйвера для комунікації з хостом. Для цього при встановленні з'єднання хост і прилад

© Плахотний М.В., Козьяков В.С., Наливайчук М.В., Огородницький А.Д.

обмінюються дескрипторами, формат яких задано стандартом, у яких описуються усі можливі формати пакетів даних.

Були використані надані розробником мікропроцесора бібліотеки для роботи з USB.

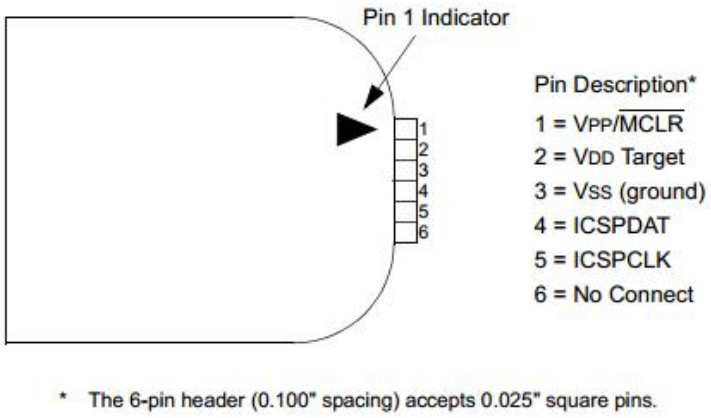


Рис. 2. Інтерфейс роз'єму програматора PICkit3 [1]

Виконання програми мікроконтроллера складається з наступних етапів:

1. Ініціалізація системи.
   1.1. Встановлення тактування USB від вбудованого осцилятора.
   1.2. Налаштування ADC.
2. Ініціалізація USB.
   2.1.1. Встановлення переривань.
   2.1.2. Встановлення опцій.
   2.1.3. Подача живлення до модуля.
   2.1.4. Налаштування каналів передачі даних.
3. Встановлення з'єднання з хостом.
4. Робочий цикл програми.
   4.1.1. Прийом команди на зчитування від хоста.
   4.1.2. Зчитування результату роботи апаратно-цифрового перетворювача.
   4.1.3. Передача відповіді.
   4.1.4. Готовність до прийому наступної команди.

Програма мікроконтроллера:

```
MAIN_RETURN main(void)
{
    SYSTEM_Initialize(SYSTEM_STATE_USB_START);
    USBDeviceInit();
    USBDeviceAttach();
    while(1)
    {
        SYSTEM_Tasks();
        if( USBGetDeviceState() < CONFIGURED_STATE )
            continue;
        if( USBIsDeviceSuspended() == true )
            continue;
        if(HIDRxHandleBusy(USBOutHandle) == false)
        {
            switch(ReceivedDataBuffer[0])
            {
                case COMMAND_READ:
                {
```

© Плахотний М.В., Козьяков В.С., Наливайчук М.В., Огородницький А.Д.

```
                        uint16_t val;
                        if(!HIDTxHandleBusy(USBInHandle))
                        {
                                val = ADC_Read10bit(ADC_CHANNEL_POTENTIOMETER);
                                ToSendDataBuffer[0] = 0x37;
                                ToSendDataBuffer[1] = (uint8_t)val;
                                ToSendDataBuffer[2] = val >> 8;
                                USBInHandle = HIDTxPacket(CUSTOM_DEVICE_HID_EP,
                                (uint8_t*)&ToSendDataBuffer[0],64);
                        }
                    }
                    break;
                }
                USBOutHandle = HIDRxPacket(CUSTOM_DEVICE_HID_EP,
                (uint8_t*)&ReceivedDataBuffer, 64);
            }
        }
}
```

Для комунікації з мікропроцесором було обрано пристрій з операційною системою «Android» версії 4.4. Можливість роботи с USB-HID пристроями [3] вперше з'явилась у версії 3.1.

Програма хоста використовує класи стандартної бібліотеки:

1. UsbManager для пошуку пристроїв.
2. UsbDevice для представлення пристрою.
3. UsbInterface для представлення інтерфейсу USB.
4. UsbEndpoint для представлення каналу зв'язку.
5. UsbDeviceConnection для обміну даними.

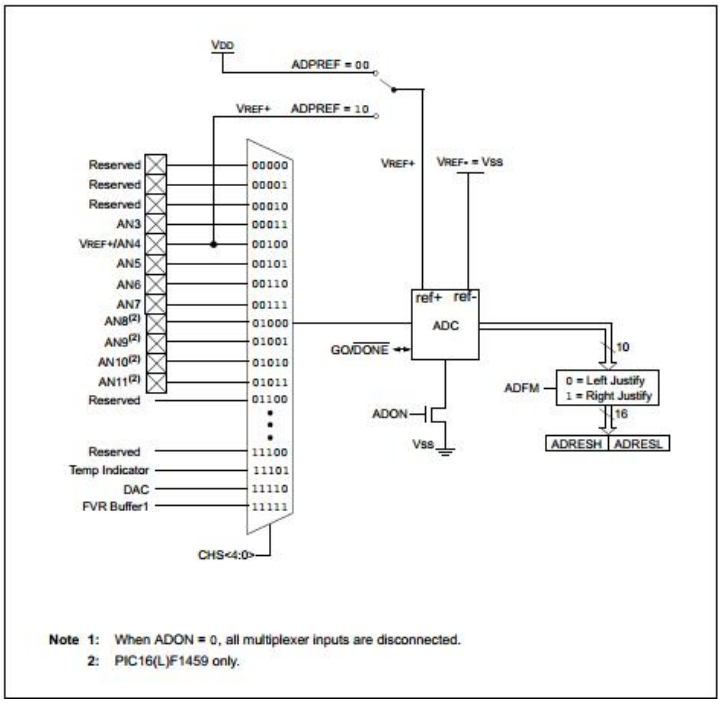


Рис. 3. Схема модуля ADC мікропроцесора PIC16f1459.

Для синтезу термінального пристрою для виміру параметрів оксиду вуглецю було обрано аналоговий датчик MQ-9[4]. Чутливим матеріалом датчика MQ-9 є SnO2, який стає менш

провідним у чистому повітрі. Він проводить виміри, виконуючи цикли нагріву (5В) і охолодження (1,5В). Опір датчика зростає відповідно до концентрації газу в атмосфері. На циклі нагріву відбувається визначення концентрації горючих газів (пропан, бутан, тощо), на циклі охолодження – концентрації CO.

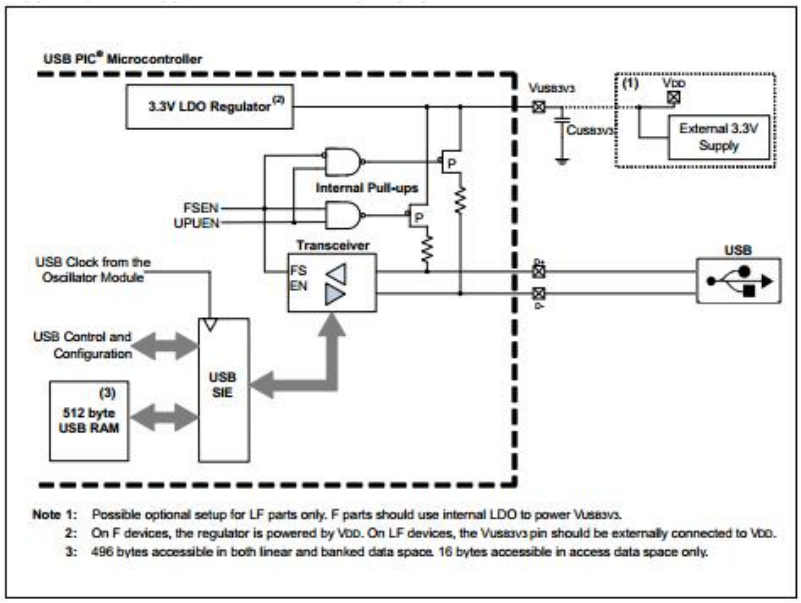


Рис. 4. Схема модуля USB мікропроцесора PIC16f1459.

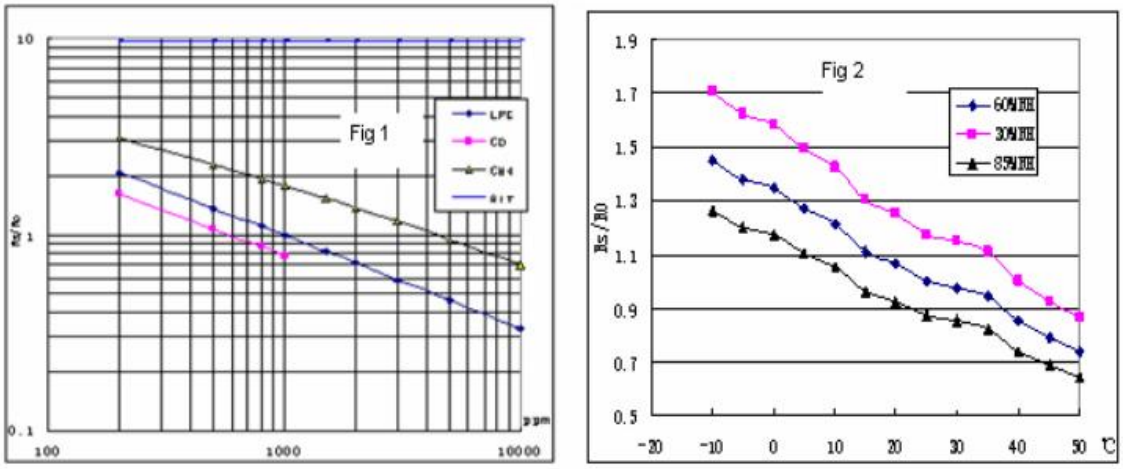


Рис. 5. Графіки відношення опору датчика до контрольного опору при різних концентраціях газів та залежності показань датчика від температури.

Висновки. Розроблено макет пристрою на базі мікропроцесора PIC16f1459 для вимірювання параметрів навколишнього середовища та програму для операційної системи "Android". Досліджено протокол передачі даних USB. Розроблений пристрій має оптимально малі розміри і енергоспоживання.

1. PIC16(L)F1454/5/9 Data Sheet (03/28/2014) [Електронний ресурс]. – Режим доступу http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40001639B.pdf
2. Особливості побудови мікроконтролерних пристроїв на базі інтегрованих плат / [Плахотний М.В., Козьяков В.С., Наливайчук М.В., Огородницький А.Д.] // Вісник Хмельницького національного університету, №3, 2014 (213)
3. Device Class Definition for Human Interface Devices (HID): Firmware Specification -- Final 1/30/97
4. MQ-9 Semiconductor Sensor for CO/Combustible Gas datasheet (2014) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.dfrobot.com/image/data/SEN0134/SEN0134_MQ-9.pdf

© Плахотний М.В., Козьяков В.С., Наливайчук М.В., Огородницький А.Д.

УДК 514.18: 628.92
Пугачов Є.В., Савчук Л.С.
Національний університет водного господарства та природокористування

ЗОНУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ПАНОРАМИ І ВИЗНАЧЕННЯ ОБЛАСТЕЙ ІНТЕГРУВАННЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЇХ (ПОВЕРХОНЬ) ПРИРОДНОЇ ОСВІТЛЕНОСТІ

Пугачов Є.В., Савчук Л.С. Зонування поверхонь панорами і визначення областей інтегрування для моделювання їх (поверхонь) природної освітленості. Робота присвячена розробленню зонування поверхонь панорами та визначення областей інтегрування для подальшого моделювання природної освітленості цих поверхонь. У статті показано області інтегрування для розрахункових точок, розміщених в різних зонах поверхонь панорами.
Ключові слова. Панорама, природна освітленість, зонт-рефлектор, оглядова площадка, світлопроріз,область інтегрування.

Пугачев Е.В., Савчук Л.С. Зонирование поверхностей панорамы и определения областей интегрирования для моделирования их (поверхностей) естественной освещенности. Работа посвящена разработке зонирования поверхностей панорамы и определения областей интегрирования для последуюшего моделирования естественной освещенности этих поверхностей. В статье показаны поверхности распространения прямого света от небосвода в здании панорамы.
Ключевые слова. Панорама, естественная освещенность, зонт-рефлектор, смотровая площадка, светопроем, область интегрирования.

Pugachov Ev., L. Savchuk L. Zoning of surfaces of a panorama and definition of areas of integration for modeling of their natural illumination. Work is devoted to development of zoning of surfaces of a panorama and definition of areas of integration for further modelling of natural illumination exposure of these surfaces. In article are shown surfaces of distribution of direct light from a firmament in the building of a panorama.
Keywords. Panorama, lighting, umbrella reflector, observation deck, window surface of distribution of light, integration area.

Постановка проблеми. Панорама – це замкнена картина, розміщена на стіні круглої в плані будівлі, яка разом із предметним планом та відповідним освітленням передає всю повноту подій, відображених автором. Глядач в панорамі знаходиться в центрі подій, що зображуються, і для огляду експозиції переміщається по кругу оглядової площадки. Прикладами панорам є "Оборона Севастополя" (Севастополь), "Бородінська битва" (Москва) та інші.

Важливу роль в панорамах відіграє їх освітленість, оскільки якість сприйняття панорами залежить від умов видимості та рівня освітленості живописного полотна. Під час проектування необхідно забезпечити таку освітленість, при якій можна розглядати не тільки деталі на картині та предметному плані, а й повністю передати кольорову гаму, уникнути появи відблисків, тіней і засліплюючої дії світла. Освітлення живописного полотна відбувається за рахунок відбитого світла від всіх поверхонь панорами *[2,3]*. Для розрахунку відбитого світла на поверхні експозиції потрібно знати пряму освітленість від небозводу всіх поверхонь панорами. Для її моделювання необхідно визначити області інтегрування по небесній півсфері, або по світлопрорізу, влаштованому у вертикальній огороджувальній конструкції. Оскільки всі поверхні що освітлюються прямим світлом є поверхнями обертання *(рис. 1)*, то можна моделювати освітленість вздовж їх твірних і, відповідно, так само зонувати поверхні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Метод, наведений у нормах проектування *[1]*, не дозволяє змоделювати пряму освітленість поверхонь панорами, оскільки він використовується для прямокутних вертикальних світлопрорізів. В ньому наближено враховується яскравість небозводу, він не дозволяє розрахувати інтегральні характеристики світлового поля, зокрема, світловий вектор. Методів розрахунку освітленості, пристосованих до панорам, аналіз досліджень та публікацій не виявив.

Мета досліджень. Розробити зонування поверхні панорами і відповідно до нього описати області інтегрування для визначення прямої природної освітленості від небозводу.

Основні результати дослідження. Як видно із рисунку 1, в будівлі панорами є 4 поверхні, що освітлюються прямим світлом від небозводу через циліндричний світлопроріз, розміщений у вертикальній огороджувальній конструкції товщиною *t*. Це:

- конічна поверхня 1;
- циліндрична поверхня зонта-рефлектора 2;
- циліндрична поверхня оглядової площадки 3;
- кільце на горизонтальній площині оглядової площадки 4.

© Пугачов Є.В., Савчук Л.С.

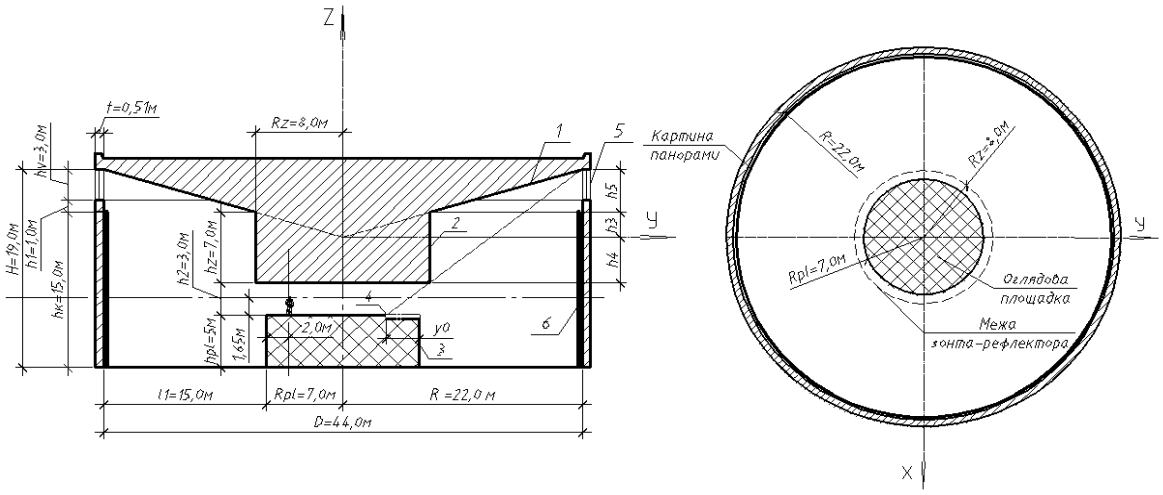


Рис. 1. **Схема будівлі панорами.**
1 - конічна поверхня; 2 - циліндрична поверхня зонта-рефлектора; 3 - циліндрична поверхня оглядової площадки; 4 - кільце на горизонтальній площині оглядової площадки, 5 – світлопроріз, 6 – експозиція
[авторська розробка]

Визначимо області інтегрування для розрахункових точок (РТ), розміщених на твірній конічної поверхні *(x=0)*. Залежно від положення розрахункової точки виникає дві зони областей інтегрування. Для всіх розрахункових точок першої зони, розміщеної на твірній конуса нижче площини нижньої кромки світлопрорізу, область інтегрування є сталою. Вона являє собою частину поверхні циліндричного світлопрорізу (рис. 2), що зверху обмежена еліпсом (крива перетину циліндра вікна та площини, дотичної до конуса вздовж твірної 1), а знизу – колом (крива перетину циліндра вікна та горизонтальної площини *z=h3+h1*, що проходить по низу світлопрорізу). Точки другої розрахункової зони (розташовані на твірній конуса вище площини нижньої кромки світлопрорізу) освітлюються областю світлопрорізу, обмеженою зверху згаданим вище еліпсом, а знизу – колом, що є результатом перетину поверхні циліндра світлопрорізу та горизонтальної площини, проведеної через РТ (*рис. 3).*

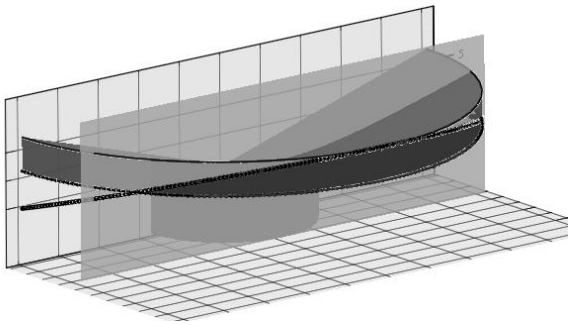


Рис. 2. **Область інтегрування для розрахункових точок першої зони конічної поверхні**
[авторська розробка]

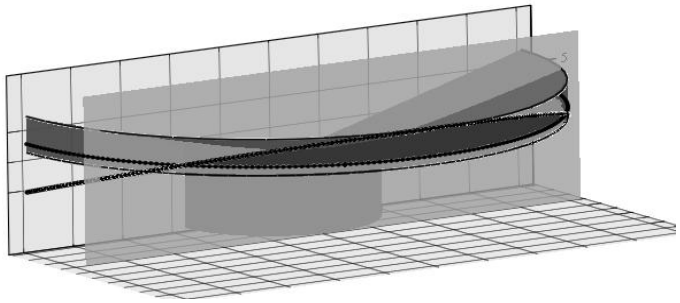


Рис. 3. **Область інтегрування для розрахункових точок другої зони конічної поверхні**

© Пугачов Є.В., Савчук Л.С.

[авторська розробка]

Для розрахункових точок, розміщених на твірній циліндричної поверхні зонта-рефлектора *(x=0)*, виникають три зони і, відповідно, три області інтегрування. Видиму із розрахункової точки частину поверхні світлопрорізу обмежують:

- вертикальна площина, що дотикається до твірної 2 циліндричної поверхні зонта-рефлектора;
- дві дотичні площини до конуса, інцидентні розрахунковій точці (конус затулює частину світлопрорізу);
- горизонтальні площини, інцидентні верхній та нижній кромкам світлопрорізу.

В результаті, залежно від положення дотичних до конуса площин, інцидентних розрахунковій точці, маємо три зони інтегрування. Для точок в першій зоні конус не не затулює світлопроріз, оскільки дві дотичні до конуса площини, інцидентні розрахунковій точці, перетинають циліндр світлопрорізу за площиною, дотичною до циліндра зонта-рефлектора (*рис. 4*). Для розрахункових точок другої зони дві дотичні до конуса площини, інцидентні розрахункові точці, частково затулюють видиму з розрахункової точки частину світлопрорізу. В результаті розрахункова точка освітлюється частиною поверхні світлопрорізу, яка знаходиться вище еліпсів перетину дотичних до конуса площин та циліндра світлопрорізу (*рис. 5)*. Зі збільшення висоти розрахункової точки (третя розрахункова зона), збільшується площа частини світлопрорізу, яку обрізають дотичні до конуса площини *(рис. 6)*.

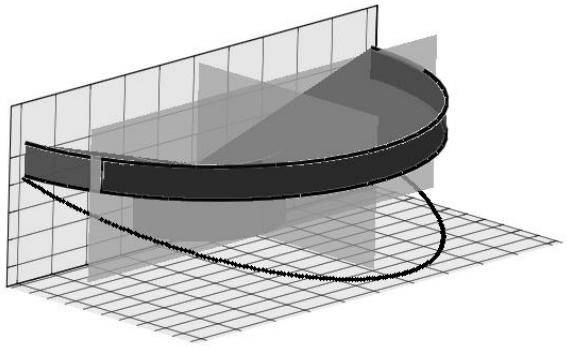


Рис. 4. **Область інтегрування для розрахункових точок першої зони, розміщених на твірній циліндричної поверхні зонта-рефлектора**
[авторська розробка]

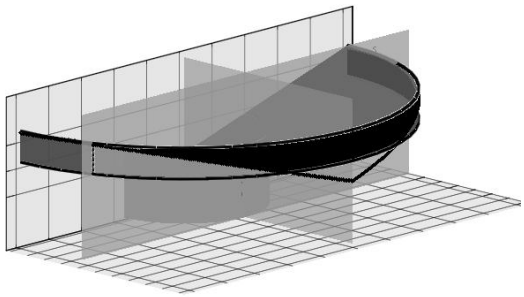


Рис.5. **Область інтегрування для розрахункових точок другої зони, розміщених на твірній циліндричної поверхні зонта-рефлектора**
[авторська розробка]

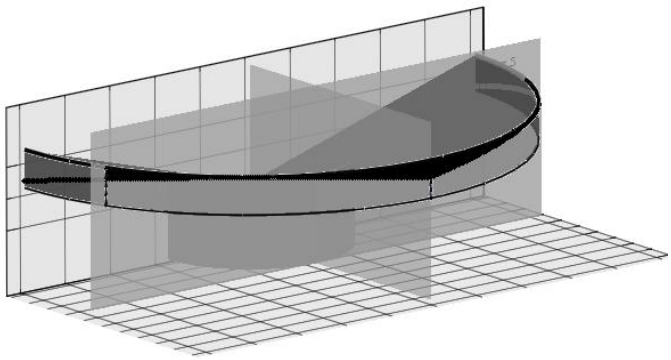


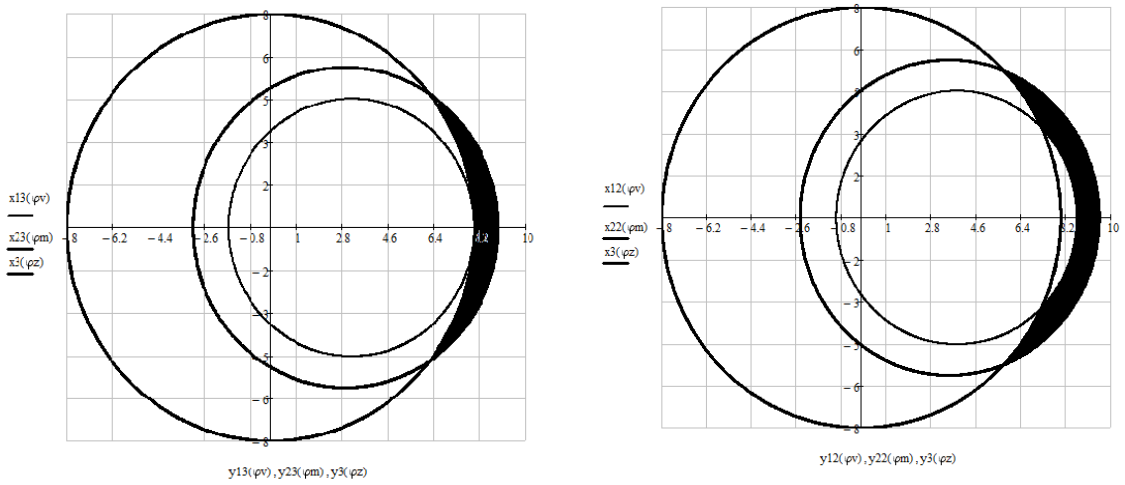
Рис. 6. **Область інтегрування для розрахункових точок третьої зони, розміщених на твірній циліндричної поверхні зонта-рефлектора**
[авторська розробка]

Для розрахункових точок, розміщених на твірній циліндричної поверхні оглядової площадки *(x=0)*, область інтегрування є сталою. При цьому вона обмежена дотичною площиною

© Пугачов Є.В., Савчук Л.С.

до циліндричної поверхні оглядової площадки та горизонтальними площинами, що проходять через верхню та нижню кромку світлопрорізу, тобто її форма аналогічна формі області інтегрування, показаної на рис. 4 для розрахункових точок, розміщених на твірній циліндричної поверхні зонта-рефлектора.

Визначимо області інтегрування для розрахункових точок, розміщених на кільці горизонтальної площини оглядової площадки. Для цих точок інтегрувати зручно не по поверхні світлопрорізу, а спроектувавши контури світлопрорізу та контур основи затулюючого циліндра (зонта-рефлектора) на довільну площину, наприклад, на горизонтальну площину, інцидентну нижній основі зонта-рефлектора (його основа і є проекцією). В результаті було отримано дві зони інтегрування. Для першої зони область інтегрування є спільною областю, утвореною в результаті перетину проекції конуса, інцидентного нижній кромці циліндричного світлопрорізу, та контуру основи затулюючого циліндра *(рис.7,а)*. Із аналізу рис. 7,б видно, що із переміщенням розрахункової точки вздовж осі Y область інтегрування збільшується і стає спільною областю, утвореною в результаті перетину всіх трьох проекцій.



а *б*

Рис. 7. **Області інтегрування для розрахункових точок, розміщених на кільці горизонтальної площини оглядової площадки: а – для розрахункових точок в першій зоні; б – для розрахункових точок в другій зоні**
[авторська розробка]

Висновки та перспектива подальших досліджень. Розроблене зонування і опис областей інтегрування дозволить визначити світловий вектор і освітленість поверхонь панорами прямим світлом від небозводу, а надалі дасть можливість змоделювати освітленість експозиції з урахуванням багаторазового відбивання світла.

1. Державні будівельні норми України./ДБН В.2.5.-28-2006./Інженерне обладнання будинків та споруд. Природне і штучне освітлення.
2. Катернога М.Т. Архитертура музейных и выставочных зданий. / Катернога М.Т.// Киев: издательство Академии Архитектуры Украины. – 1952. – 123с.
3. Рекомендации по проектированию музеев. / Центральний научно-исследовальский и проектный институт типового и экспериментального проектирования комплексов и зданий культуры, спррта и управления им. Б.С.Мезенцева// Москва: Стройиздат. – 1988.

© Пугачов Є.В., Савчук Л.С.

УДК 004.94
[1]Ройко О.Ю., [2]Бурчак І.Н., [2]Величко В.Л.
[1]Волинський технікум НУХТ.
[2]Луцький національний технічний університет.

ВИКОРИСТАННЯ БІНАРНОГО РОЗБИТТЯ ПРОСТОРУ В АЛГОРИТМІ СПРОЩЕННЯ ТРИВИМІРНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ШВИДКОГО ПРОТОТИПУВАННЯ

Ройко О.Ю., Бурчак І.Н., Величко В.Л. Використання бінарного розбиття простору в алгоритмі спрощення тривимірних моделей для швидкого прототипування. В статті розглядаються особливості застосування бінарного розбиття простору для систематизації невпорядкованої множини трикутних комірок, якими утворена зовнішня поверхня тривимірного об'єкту. Це дає змогу побудувати алгоритм спрощення сітки з трикутними комірками, спираючись на значення дискретних аналогів гаусової та середньої кривини у вузлах сітки.
Ключові слова: BSP-дерева, сітка з трикутними комірками, алгоритм спрощення, швидке прототипування, алгоритм тріангуляції.

Ройко А.Ю., Бурчак И.Н., Величко В.Л. Использование бинарного разбиения пространства в алгоритме упрощения трехмерных моделей для быстрого прототипирования. В статье рассматриваются особенности применения бинарного разбиения пространства для систематизации неупорядоченого множества треугольных ячеек, которыми образована внешняя поверхность трехмерного объекта. Это дает возможность построить алгоритм упрощения сетки с треугольными ячеек, опираясь на значение дискретных аналогов гаусовой и средней кривзины в узлах сетки.
Ключевые слова: BSP-деревья, сетка с треугольными ячейками, алгоритм упрощения, быстрое прототипирование, алгоритм триангуляции.

Royko O., Burchak I., Velychko V. Using binary space partitioning in algorithm for simplification the three-dimensional models for rapid prototyping. In the article considered features of application of binary space partitioning for organizing disordered set of triangular cells that formed the outer surface of a three-dimensional object. This allows to build a mesh simplification algorithm of triangular mesh based on the values of discrete analogues Gaussian and mean curvatures in the nodes.
Keywords: BSP-trees, mesh with triangular cells, simplification algorithm, rapid prototyping, triangulation algorithm.

Постановка проблеми. На практиці широко застосовуються тривимірні моделі, одержані способом сканування реального фізичного об'єкту сканером, або моделі, створені за допомогою програмного забезпечення для тривимірного моделювання. В усіх цих випадках модель являє собою сукупність координат дискретних об'єктів — вузлів, комірок, зв'язків. Однією з особливостей готових геометричних моделей є невпорядкованість та неструктурованість даних про модель. В результаті цього пошук суміжних або інцидентних елементів, їх додавання та вилучення, може представляти деякі труднощі, особливо при значних обсягах даних. Для моделей, одержаних шляхом сканування, важливим питанням є спрощення сітки в областях, де вона загущена надлишково. Очевидно, що в першу чергу це стосується областей, які є відсіками площин. В інженерній практиці дуже часто доводиться стикатися зі складальними одиницями та деталями, поверхня яких частково або повністю складається саме з відсіків площин. Спрощення сітки на плоских ділянках і видалення надлишкових даних щодо них може суттєво зменшити обсяг інформації про геометричну модель та сприяти підвищенню швидкості її обробки. Для виявлення плоских ділянок доцільно застосовувати значення дискретних аналогів гаусової та середньої кривини у вузлах сітки. Можна підсумувати, що побудова алгоритму спрощення моделей тривимірних об'єктів є актуальною проблемою і має широке практичне застосування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Застосування ієрархічних структур даних для побудови різноманітних алгоритмів комп'ютерного моделювання розглянуто в роботі [3]. Методики для визначення дискретних аналогів гаусової та середньої кривини у вузлах сітки з трикутними комірками, а також їх порівняння, наведені в [4].

Невирішені частини проблеми. Алгоритм спрощення дискретних моделей поверхонь на плоских ділянках повинен вирішувати наступні завдання: 1) впорядковувати та структурувати невпорядковану множину трикутних комірок, яка є моделлю тривимірного об'єкта; 2) виявляти області, які є відсіками площин; 3) на виявлених областях наносити сітку, яка утворена комірками більшого розміру, і таким чином зменшувати кількість комірок. Перспективним підходом для вирішення цих завдань є застосування ієрархічних структур даних для систематизації інформації про елементи сітки.

© Ройко О.Ю., Бурчак І.Н., Величко В.Л.

Метою дослідження є побудова методики та алгоритму спрощення сітки, що являє собою модель поверхні тривимірного об'єкта, в областях, які є відсіками площин.

Основні результати дослідження. Для структуризації та систематизації інформації про дискретні моделі об'єктів, що являють собою множину трикутних комірок, можна застосувати ієрархічні структури даних, зокрема BSP-дерева (BSP — Binary Space Partition, двійкове або бінарне розбиття простору). Вони переважно застосовуються для виявлення зіткнень між об'єктами або для впорядкування об'єктів тривимірної сцени в порядку віддалення від користувача [1].

З точки зору представлення інформації про дискретну модель поверхні важливою є властивість BSP-дерева впорядковувати об'єкти. З кожним не листовим вузлом дерева можна зв'язати деяку пряму на площині або площину у просторі, яка ділить множину об'єктів на дві частини. Для подальшого впорядкування необхідно рекурсивно повторити описані дії для кожної з частин (рис. 1).

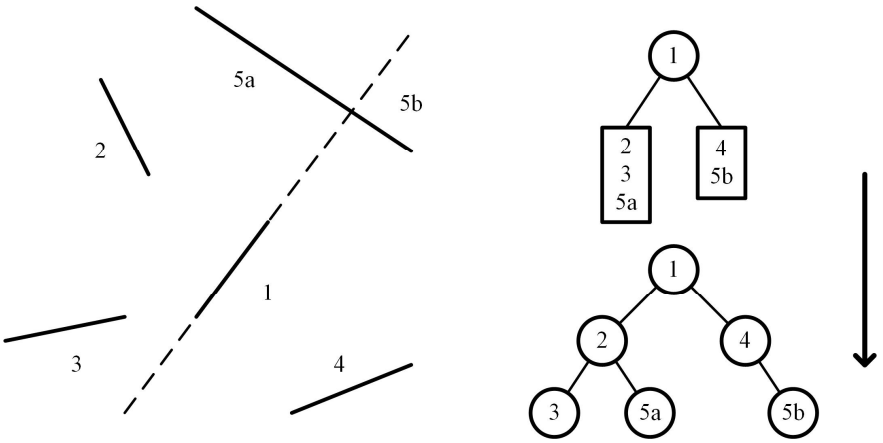


Рис. 1. **Впорядкування множини відрізків за допомогою BSP-дерева**
авторська розробка

Ця властивість дає змогу отримати систематизовану структуру даних із множини трикутників. Можна сформулювати алгоритм, який на вхід отримує дискретну модель поверхні і на виході повертає BSP-дерево, листовими вузлами якого є комірки сітки [2]:

1. Створити пусте дерево BSP.
2. Обрати два напрями координатних осей, вздовж яких модель має найбільшу протяжність.
3. Обрати січну площину Ω, таку, яка перетинає вісь, вздовж якої модель має найбільшу протяжність. Координати Ω занести в BSP.
4. Створити два піддерева BSP_1 та BSP_2.
5. Керуючись значеннями, отриманими при підстановці координат вузлів у рівняння площини Ω визначити орієнтацію комірок відносно січної площини та занести їх у відповідне дерево.
6. Якщо T_1 та T_2 містять по одній комірці, то занести її координати в листовий вузол та завершити алгоритм.
7. Повторити пункти 2-6 рекурсивно для BSP_1 та BSP_2 при іншій орієнтації січної площини.

Маючи алгоритм побудови BSP-дерева для множини трикутних комірок можна побудувати послідовність спрощення геометричної моделі. Сформулюємо наступну умову: якщо для вузла сітки $\mathbf{x}_i\left(x_i, y_i, z_i\right)$ значення дискретних аналогів кривини

$$H\left(\mathbf{x}_i\right)=0 \text{ та } K\left(\mathbf{x}_i\right)=0, \tag{1}$$

то вважатимемо його таким, що належить площині. Якщо для всіх вузлів комірки T справджується умова (1), то вважатимемо її такою, що апроксимує відсік деякої площини. Якщо

© Ройко О.Ю., Бурчак І.Н., Величко В.Л.

для деякого піддерева BSP_i листові вузли відповідають трикутним коміркам, що апроксимують деяку площину, то BSP_i вважатимемо таким, що описує відсік площини.

Таким чином методика виявлення плоских ділянок на поверхні моделі наступна:

1. У сформованому BSP-дереві для всіх піддерев BSP_i нижнього рівня висотою $h \geq 3$, які містять принаймні 6 листових вузлів визначити значення дискретних аналогів кривини.

2. Якщо BSP_i і всі його елементи відповідають умові (1), то помітити його корінь, як такий, що апроксимує відсік площини. Інакше помітити його корінь і всі батьківські вузли як такі, що не апроксимують площини.

Останнім етапом комплексного алгоритму спрощення тривимірних моделей об'єктів з врахуванням дискретного аналогу кривини є вилучення сітки на плоских ділянках поверхні моделі та нанесення нової сітки, утвореної більшими елементами. Таким чином загальна кількість трикутних комірок зменшиться, а отже і зменшиться інформаційний обсяг моделі.

Задача нанесення трикутної сітки на областях, де вона була вилучена, зводиться до відомої задачі тріангуляції багатокутника (рис. 3). Зокрема, це завдання можна вирішити, застосувавши вушний або монотонний методи тріангуляції [3]. Після виконання тріангуляції плоскої багатокутної області для нової множини трикутних комірок необхідно побудувати нове BSP-піддерево за описаною вище методикою, і результат приєднати до того вузла дерева, який відповідає даному багатокутнику. Таким чином, можна сформулювати остаточний комплексний алгоритм спрощення заданої сітки з трикутними комірками із врахуванням дискретного аналогу кривини:

1. Для заданої множини трикутних комірок будується BSP-дерево, яким індексуються елементи моделі.

2. Для комірок, що містяться у піддеревах побудованого BSP-дерева розраховуються значення дискретних аналогів гаусової та середньої кривини. Якщо обидва значення рівні нулю для деякої множини суміжних комірок, то вони вважаються такими, що апроксимують відсік площини, а піддерево у якому вони містяться, помічається відповідним чином.

3. Піддерева, які помічені як такі, що містять відсік площини видаляються з дерева разом з відповідними трикутними комірками.

4. Виконується тріангуляція плоских багатокутних областей, утворених в результаті видалення піддерев.

5. Для новоутворених трикутних комірок повторюється пункт 1 і результат заноситься в існуюче дерево. Утворене BSP-піддерево помічається як таке, що апроксимує відсік площини.

Результат виконання алгоритму спрощення сітки із врахуванням дискретного аналогу кривини представлений на рис. 2. Як видно з даного прикладу спрощення сітки відбувається лише на областях, що являють собою плоскі ділянки. Області, які представляють собою циліндричні отвори, пази тощо ігноруються.

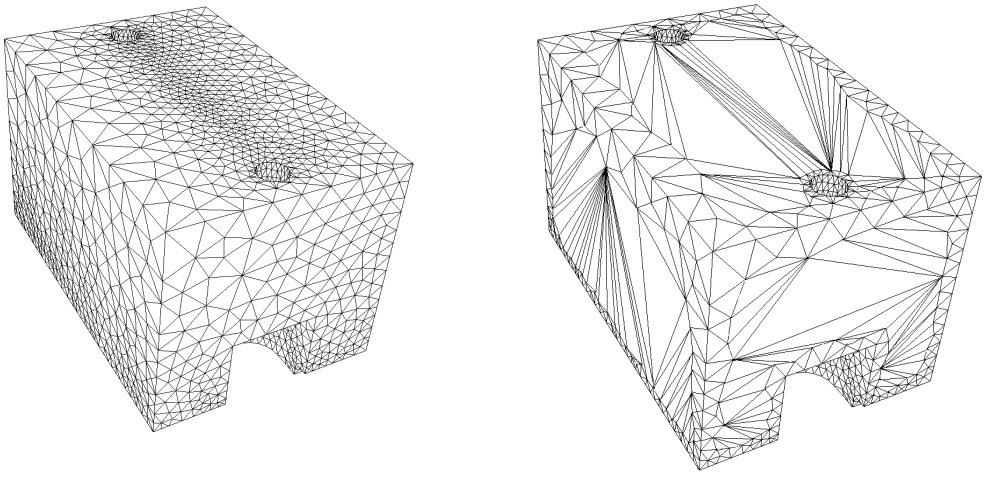


Рис. 2. **Приклад спрощення сітки в результаті роботи алгоритму**
авторська розробка

© Ройко О.Ю., Бурчак І.Н., Величко В.Л.

Очевидно, що ефективність алгоритму, а саме співвідношення кількості комірок в моделі після і до роботи алгоритму, залежить в першу чергу від кількості і розміру плоских ділянок на поверхні. Тому для різних моделей ефективність алгоритму спрощення може суттєво відрізнятися.

В результаті аналізу обчислювальної складності алгоритму було встановлено, що він має порядок $O\left(N\log_2 N\right)$, де N - кількість трикутних комірок, поданих на вхід алгоритму. При цьому найбільш затратним етапом виконання алгоритму спрощення з точки зору обчислювальних ресурсів є побудова BSP-дерева для всієї моделі. Очевидно, що суттєве збільшення складності моделей, а отже і зростання кількості вхідних даних, може негативно позначитись на часові виконання програми.

Порядок росту $O\left(N\log_2 N\right)$ означає, що існують додатні константи c та N_0, такі, що для всіх $N \geq N_0$ виконується нерівність

$$T\left(N\right) < cN\log_2 N, \tag{2}$$

де $T\left(N\right)$ — час виконання алгоритму. Графічно значення функції $T\left(N\right)$ лежать під кривими (рис. 3). На даному графіку криві побудовані для значень $c = \left\{1, 2, 4, 8\right\}$. Із рисунку видно, що при великих значеннях N функція $T\left(N\right)$, має характер близький до лінійного.

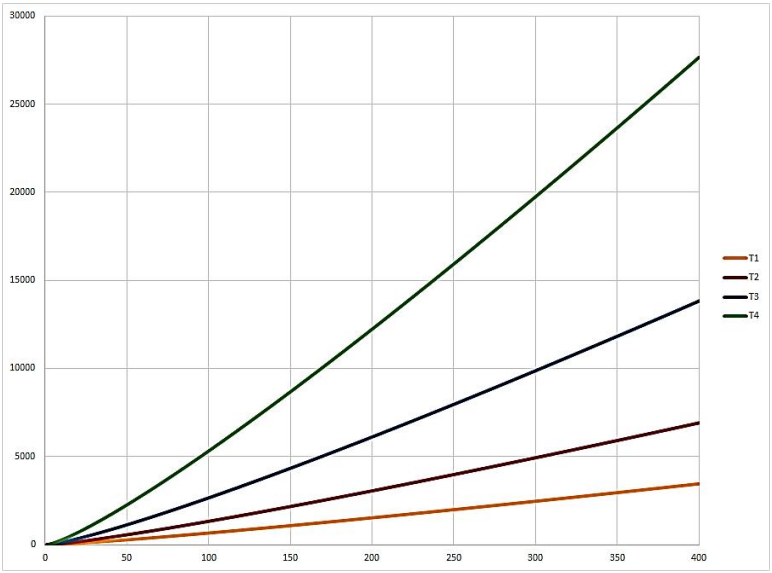


Рис. 3. **Графічна залежність часу виконання алгоритму спрощення від кількості вхідних даних**
авторська розробка

Висновки. Розроблений алгоритм спрощення з використанням бінарного розбиття простору має широкі перспективи застосування, враховуючи появу та поширення недорогих пристроїв для тривимірного друку. В подальшому варто розглянути можливість застосування інших структур даних для впорядкування множини комірок, оскільки використання BSP-дерев ставить значні вимоги до продуктивності обчислювального пристрою при спрощенні складних моделей.

1. Ласло М. Вычислительная геометрия и компьютерная графика на C++ / М. Ласло. – М: Бином, 1997. – 301 с.
2. Ройко О.Ю. Використання BSP-дерев для представлення інформації про дискретну модель поверхні / О.Ю. Ройко // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. – Тернопіль: ТНТУ, 2014. – с. 215–216.
3. Goodman J. та ін. Handbook of discrete and computational geometry / J. Goodman, J. O'Rourke. – New York: CRC press, 2010. – 1558 с.
4. Meyer M. та ін. Discrete differential-geometry operators for triangulated 2-manifolds / M. Meyer, M. Desbrun, P. Schröder, A. Barr // Visualization and mathematics. – 2003. – Вип. 3. – с. 35–57.

© Ройко О.Ю., Бурчак І.Н., Величко В.Л.

УДК 519.688
Собчук В. В. к. фіз.-мат. н., Федонюк А. А. к. фіз.-мат. н., Микитюк І. О. к. фіз.-мат.н.,
Музика Л. П., к. фіз.-мат.н.
Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки

УПРАВЛІННЯ ЦІНОВОЮ ПОЛІТИКОЮ ЗБУТОВИХ МЕРЕЖ НА РИНКУ ЧОРНИХ МЕТАЛІВ НА ПЛАТФОРМІ 1С 8.2 УПП

Собчук В. В., Федонюк А. А., Микитюк І. О., Музика Л. П. Управління ціновою політикою збутових мереж на ринку чорних металів на платформі 1С 8.2 УПП. Вивчається проблематика управління ціновою політикою компаній, розроблена методика управління ціновою політикою для компаній з розвиненою мережею збуту. Побудовано алгоритм автоматизації цінової політики з врахуванням регіональних особливостей великих мережевих компаній на ринку B2B.
Ключові слова: алгоритм, автоматизація, управління, цінова політика, ERP-системи.

Собчук В. В., Федонюк А. А., Микитюк И. О., Музыка Л. П. Управления ценовой политикой сбытовых сетей на рынке черных металлов на платформе 1С 8.2 УПП. Изучается проблематика управления ценовой политикой компаний, разработана методика управления ценовой политикой для компаний с развитой сбытовой сетью. Построен алгоритм автоматизации ценовой политики с учетом региональных особенностей крупных сетевых компаний на рынке B2B.
Ключевые слова: алгоритм, автоматизация, управления, ценовая политика, ERP-системы.

Sobchuk V. V., Fedoniuk A. A., Mikitiuk I. O., Muzyka L. P. Management of pricing policy of distribution networks on the metal market on the platform 1C 8.2. Enterprise. We study the problems of management of pricing policy, the technique of control of pricing for companies with a wide regional network is developed. We construct the algorithm of automation of pricing policy taking into account the regional specific features of major networking companies on the B2B market.
Keywords: algorithm, automation, management, pricing, ERP-systems.

Постановка наукової проблеми. Цінова політика підприємства — знаряддя, що дозволяє встановлювати на товари (послуги) такі ціни і так варіювати ними в залежності від становища на ринку, щоб забезпечити запланований обсяг прибутку і реалізацію стратегії підприємства по досягненню встановлених позицій на ринку. Сучасний ринок вимагає оперативного управління ціновою політикою мереж, що складаються з десятків представництв, які реалізують тисячі найменувань продукції. Управління ціновою політикою для таких масивів товарів на високоволатильних ринках без автоматизації цих процесів неможливе. Це одна з найактуальніших проблем, яку щоденно доводиться вирішувати сотням компаній. Дана робота присвячена розробці алгоритму автоматизації ціноутворення в ERP-системах.

Аналіз досліджень. Аналіз літературних джерел засвідчує, що вивченню даної проблеми приділяється найдзвичайно мала увага. В типовій супровідній літературі розробники програмного забезпечення платформ класу ERP взагалі лише згадуються елементи та об'єкти платформи, які призначені для реалізації управління ціновою політикою компанії. Зазвичай кожна компанія самостійно встановлює ціни для елементів номенклатури. Єдиного дослідження, яке поєднувало б в собі дослідження алгоритмів ціноутворення, які ґрунтуються на топології довідників та субдовідників елементів номенклатури, у відкритому інформаційному просторі знайти неможливо. Власне нами зроблена спроба започаткувати опис такого алгоритму в дані й роботі. Алгоритм буде розглядатися як практичний механізм розвитку інформаційної платформи 1С 8.2 УПП, що передбачає модернізацію стандартного функціоналу підсистеми ціноутворення даної платформи.

Мета та задача дослідження: вивчити особливості автоматизації цінової політики компаній з розвиненими регіональними мережами та розробити алгоритм імплементації в середовищі ERP-системи 1С 8.2.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Поряд з тим, що ціна на продукт для компанії є важливим фактором, що визначає фінансовий результат її діяльності, вона, до того ж відіграє ключову роль як умова успішної реалізації товарів, в даному випадку, ціна як тактичний засіб дає підприємству цілий ряд переваг [1]:

- по-перше, на відміну від більшості методів, що застосовуються для стимулювання попиту, використання ціни не вимагає додаткових грошових витрат, як це відбувається при проведенні рекламних заходів, індивідуалізації продукту, просуванні тощо;

© Собчук В. В., Федонюк А. А., Микитюк І. О., Музика Л. П.

- по-друге, споживачі знаходять для себе привабливість товарів, що виражена в ціні, легше, ніж на основі реклами, індивідуалізації продукту тощо;
- по-третє, навіть коли такі методи стимулювання, як організація персональних продажів та реклами, є основними, ціна може використовуватись як дієвий засіб їх підтримки.

Взагалі кажучи, ціну необхідно розглядати як одну з невід'ємних властивостей продукту поряд зі споживчими властивостями товару, його якістю і т.д. [1]

На практиці використовують ряд цінових стратегій:

- *стратегія високих цін* ("зняття вершків" — "price-skimming") передбачає продаж спочатку значно вище витрат виробництва, а потім їх зниження. Це стосується товарів-новинок, захищених патентами. Подібна стратегія можлива в умовах високого рівня поточного попиту, сприйняття високої ціни з боку споживача як свідчення високої якості товару;
- *стратегія низьких цін*, або стратегія "проникнення" на ринок. Застосовується з метою стимулювання попиту, що ефективно на ринках з великим обсягом виробництва та високою еластичністю попиту, коли покупці різко реагують на зниження цін і збільшують попит. Компанія, за рахунок масового виробництва, витримує низький рівень цін;
- *стратегія диференційованих цін* проявляється у встановленню цін в поєднанні зі всілякими знижками та надбавками до середнього рівня цін для різних ринків, їх сегментів і покупців;
- *стратегія пільгових цін* спрямована на роботу з покупцями, в яких зацікавлена компанія, пропонуючи їм товар за пільговою ціною;
- *стратегія гнучких, еластичних цін*. Ціни встановлюються в залежності від можливостей покупця, купівельної сили цільових сегментів споживачів;
- *стратегія стабільних, стандартних, незмінних цін*;
- *стратегія неокруглених цін*, за якої покупець купує товар не за $100, а за S99.99. Покупець розглядає ці ціни як низькі або як доказ ретельного підрахунку та встановлення ціни компанією;
- *стратегія цін масових закупівель*;
- *стратегія тісного пов'язування рівня цін з якістю товару* та ін.

Перш, ніж застосовувати на практиці ту чи іншу цінову політику, треба регулярно стежити за рівнем цін, що формується. Уявлення про динаміку цін зазвичай формується з розгляду цін фактичних угод; біржових, цін аукціонів та торгів; цін, наведених в статистичних довідниках, цін пропозицій великих компаній, довідкових цін.

Найбільш повне уявлення про рівні цін, які формуються, дають фактичні угоди та договори. Ці ціни можуть розглядатися як конкурентні ціни при веденні переговорів.

Біржові котирування служать хорошим орієнтиром при торгівлі біржовими товарами, вони відображають фактичні угоди на певний період. При їх аналізі слід мати на увазі, що вони схильні до впливу економічної кон'юнктури.

Важливо відзначити, що підприємство може змінювати цінову стратегію. В конкретний момент часу може діяти лише одна цінова стратегія.

Відомо, що:

A. нижньою межею рівня ціни, що встановлюється підприємством, є величина витрат виробництва, нижче якої продаж продукції буде збитковим;
B. верхньою межею ціни, що встановлюється, є ринкова ціна, що формується, з однієї сторони, під впливом попиту та пропозиції, а з іншої — конкуренції зі сторони виробників аналогічних товарів.

В економіці підприємства вихідним принципом ціноутворення є відшкодування витрат на виробництво та реалізацію продукції, послуг, робіт та отримання прибутку в розмірі, достатньому для здійснення розширеного відтворення та виплати відповідних податків державі та муніципальним органам і утворення фонду споживання в обсязі, що забезпечує визначений стандарт життя робітників підприємства.

Виберемо в якості цільового ринку ринок металопрокату та металовиробів. Аналізуючи ціни конкурентів і системи знижок, які вони надають на конкретних цільових ринках, на яких здійснює діяльність компанія, легко переконатися, що учасниками ринку в тій чи іншій мірі застосовуються такі види знижок з ціни:

- знижки з прейскурантної та довідкової ціни;

© Собчук В. В., Федонюк А. А., Микитюк І. О., Музика Л. П.

- бонусні знижки за оборот, які надаються постійним покупцям залежно від обороту продажів;
- прогресивні знижки надаються покупцеві за кількість, обсяг покупки, серійність;
- товарообмінний залік або знижка — надається за повернення старого, раніше купленого в даної компанії товару;
- експортна знижка при продажі товару на експорт;
- функціональні знижки або знижки у сфері торгівлі надаються виробником товарів службам збуту торгових компаній за виконання певних функцій;
- спеціальні знижки — надаються продавцем тим покупцям, в яких продавець більш зацікавлений;
- приховані знижки надаються покупцеві у вигляді доставок, порізки, безоплатно переданих зразків і т.д.;
- надаються також приховані, конфіденційні знижки, які не підлягають фіксуванню в контрактах, а реалізовуються на основі усної домовленості.

Одночасно з діючими політиками знижок широко застосовується так звана тактика проникаючого ціноутворення (penetration), суть якої полягає в тому, щоб генерувати початковий попит шляхом встановлення низької ціни на продукт, що знову вводиться на ринок. Ринок металургійної продукції має свою індивідуальну особливість, яка склалась в часи екстенсивного зростання в 2002—08 рр. Всі нові оператори на цьому ринку, які виходять на нові для себе (традиційні для класичних учасників ринку) ринки з цією стратегією, на протязі багатьох років підтримують ціни на низькому рівні. И коли ріст цін в 2002—08 рр. був надто стрімким, дана стратегія здавалась вкрай ефективною. Після різкого розвороту ринку в III-ому кварталі 2008 року, конкуренція між учасниками ринку багаторазово збільшилась, при одночасному звуженні ринку (практично у всіх сегментах Європейських регіональних ринків). Учасники ринку при цьому не лише не змінили "класичну" стратегію проникнення, що базується на низьких цінах, вони схильні вважати її ледь не єдиною вірною. Це, очевидно, помилкове переконання. Приклади успішних стратегій проникнення на інших товарних ринках можуть бути успішними і на ринку металургійної продукції, як тільки учасники цього ринку приділять даному питанню належну увагу [4].

Всі вище описані фактори в тій чи іншій мірі впливають на ціноутворення, при цьому зрештою рівень ціни, що встановлюється, природньо знаходиться в проміжку:

– між низькою ціною (витрати виробництва), що не приносить прибутку, і

– теоретично високою ціною, що визначається попитом (ринкова ціна).

Сучасні компанії пропонують на ринку широкий спектр товарів, робіт, послуг. Ці компанії ведуть свій облік та автоматизують процеси управління, використовуючи сучасні ERP – системи. Розглянемо підхід до автоматизації процесу установки цін на товари з точки зору вимог та функціональних можливостей ERP–систем на прикладі "1С 8.2 Управление промышленным предприятием". Дана розробка адаптована та апробована для компаній, що працюють на ринку металопрокату та металовиробів, при цьому її можна успішно використовувати для вирішення аналогічних проблем на будь-яких інших ринках.

Для підприємств, що пропонують на ринку широку гаму товарів, які можна чітко класифікувати за набором характеристик, в інформаційній системі можна широко застосовувати інструментарій обліку за характеристиками і за серіями. В такому випадку, до *характеристик* бажано віднести такі параметри як, наприклад, розмір, довжина, діаметр, клас, стандарт і т.д. Такі ознаки як, наприклад, виробник, торгівельна марка, додаткові характеристики партії — враховувати в *серіях*. При такому підході до визначення поняття елемента номенклатури ми отримуємо можливість вести партійний облік товарів, де товар, де-факто, є елементом чотиривимірного простору $a = a(x_1, x_2, x_3, x_4)$. В ERP–системі ідентифікатором партії товару буде елемент:

a			
x_1	x_2	x_3	x_4
Наименование	Характеристики	Серии	Партиеобразующий документ

© Собчук В. В., Федонюк А. А., Микитюк І. О., Музика Л. П.

Застосування даного механізму дає широкі можливості побудови звітності в різних аналітичних розрізах. Чим точніше структуровані набори характеристик, тим якісніше буде здійснюватися аналіз даних в процесі експлуатації системи.

Важливо відзначити, що в партієутворюючих документах вкрай важливо відображати весь набір параметрів x_i. При цьому в документах списання, можна обмежитись вибором лише x_1 чи пари (x_1,x_2), чи трійки (x_1,x_2,x_3). Від даного вибору буде залежати застосування принципу FIFO та способів фільтрації інформаційної системи, так як показано на рис.1.

Рис. 1. Застосування принципу FIFO та способів фільтрації

З цього випливає, що в ціни повинні бути встановлені:

1. для кожного найменування товару,
2. для кожного найменування товару і кожного набору його характеристик,
3. для кожного найменування товару і кожного набору його характеристик та серій.

Розглянемо детально другий випадок, як самий показовий (в першому випадку ціноутворення не складне, в останньому — фактично буде використовуватись ідентифікований облік із застосуванням відповідних інструментів ціноутворення, наприклад, регістрацією цін постачальника). У прикладі, що розглядається, ціни повинні бути встановлені для кожного найменування товару і набору його характеристик.

Необхідно відзначити, що для багатьох товарів і для наборів їх характеристик існує єдина ціна — таку особливість називають *ціновою групою*. Зокрема, якщо кількість товарів, якими компанія оперує на ринку, складає більше чотирьох тисяч, то кількість значень цін, що застосовуються, при цьому — (*цінових груп*) не більше двохсот.

Відмітимо, що надалі традиційні об'єкти ERP–системи будемо виділяти напівжирним шрифтом `Courier New`, зокрема, наприклад довідник **`"Номенклатура"`** будемо позначати: **`СП "Номенклатура"`**; нові об'єкти авторської розробки будемо позначати префіксом — **`NEW`**.

Традиційно в інформаційній системі 1С 8.2 УПП в **`СП "Номенклатура"`** у верхньорівневих папках "Товары", "Продукция" знаходиться повний перелік покупних товарів чи продукції власного виробництва,які реалізуються компанією на ринку:

елементами цих папок є номенклатура, ранжована за визначеною ознакою (наприклад, товщина/діаметр), об'єднані в папки за групами номенклатури;

- для кожного елементу номенклатури створено свій набір *характеристик*: (Класс; Раскрой; Марка стали; Категория (стали); Длина; Стандарт; Доп. характеристика)
- для кожного елементу номенклатури створено свій набір *серій*: наприклад, ознака Производитель, або ознака Производитель/Стан.

© Собчук В. В., Федонюк А. А., Микитюк І. О., Музика Л. П.

Для елементів довідників інформаційної системи 1С 8.2 УПП введемо позначення:

$\mathcal{H}_{\chi}$ — елементи довідника (**СП**)"**Номенклатура**";

$\mathbb{C}_{\mathcal{G}}$ — елементи **СП "NEWЦеновыеГруппыНоменклатуры"**;

$\mathfrak{R}_{\mathbb{C}_{\mathcal{G}}}$ — запис в регістрі відомостей (**РГ**) **"NEWЦеновыеГруппыНоменклатуры"**, що встановлює на актуальну дату відповідність кожному *найменуванню номенклатури* x_1 та *характеристиці* x_2 належність до визначеної цінової групи:

$$\mathfrak{R}_{\mathbb{C}_{\mathcal{G}}} \supset \left\{ \mathfrak{R}_{\mathbb{C}_{\mathcal{G}(kj)}} := \left(t;\ \mathcal{H}_{Xk};\mathbb{C}_{\mathcal{G}j} \right) \right\} \qquad (*)$$

$k = \overline{1,\ \mathcal{N}}$, де $\mathcal{N} \in \mathbb{N}$ — кількість однозначно товарів в товарному портфелі підприємства;

$j = \overline{1,\ G}$, де $G \in \mathbb{N}$ — кількість цінових груп в товарному портфелі;

$\mathfrak{P}_{r,t}$ — актуальний, на визначену дату *прейскурант цін* на номенклатуру, задається документом (**ДК**) **"УстановкаЦенНоменклатуры"** [3].

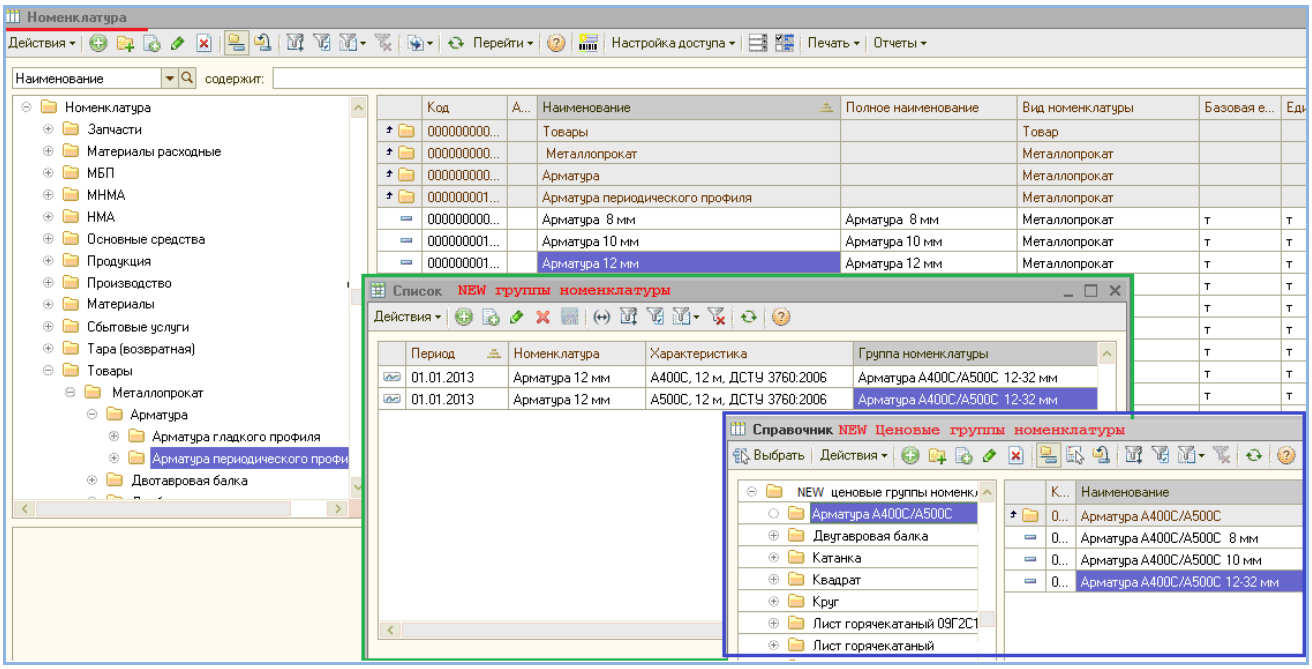


Рис. 2. Приклад створення в системі 1С 8.2. УПП, визначений включенням (*)

Приклад запису в системі 1С 8.2. УПП:

Більшість участників ринку металопрокату та металопродукції просувають свою продукцію через власні регіональні мережі, або мережі компаній-партнерів. Враховуючи широку линійку номенклатури, що формує товарний портфель компаній та розгалужену мережу торгівельних майданчиків в різних регіонах, управління ціновою політикою стає однією з найбільш ключових задач компанії. Окремо необхідно відмітити, що регіональні відмінності на ту чи іншу продукцію обумовлена самими різними факторами:

- ціни в різних регіонах відображають логістичну складову в собівартості продавця;
- ціни в різних регіонах відображають націленість конкуруючих виробничих холдингів на утримання "прийнятної" (корпоративно встановленої) частки ринку;
- ціни відображають ємність та активність самого регіонального ринку — в регіонах з високим внутрішнім споживанням вища концентрація конкуренції і, як наслідок, діють більш низькі ціни;

© Собчук В. В., Федонюк А. А., Микитюк І. О., Музика Л. П.

- наявність в регіоні виробника впливає на ціни в регіоні на продукцію його виробництва тощо.

Найчастіше одночасно працюють в сукупності всі фактори і від цього ефективне управління ціноутворенням, особливо для середніх та крупних гравців ринку, на практиці вкрай складна задача, що вимагає зручного інструмента для її регулярного та швидкого рішення.

З метою підвищення ефективності рішення даної задачі ти забезпечення раціонального підходу до ціноутворення компанії розроблений документ **"NEWУстановкиЦенПоЦеновымГруппам"**.

Даний документ призначено для установок на актуальну дату двох масивів цін:

1. *базових корпоративних цін* $\{\mathbb{C}_{\mathcal{G}}\}$ — граничні (мінімальні/максимальні) відпускні ціни компанії на визначеному корпоративному базисі (наприклад, СРТ–центральний склад);

де $\{\mathbb{C}_{\mathcal{G}}\} := \begin{pmatrix} \mathbb{C}_{\mathcal{G}_1} & c_1 \\ \vdots & \vdots \\ \mathbb{C}_{\mathcal{G}_j} & c_j \end{pmatrix}$ — масив значень базових цін c_i, $i = \overline{1,\ j}$ для кожного елемента $\mathbb{C}_{\mathcal{G}_i}$, $i = \overline{1,\ j}$, СП **"NEWЦеновыеГруппыНоменклатуры"**

2. $\{\Delta\mathbb{C}_{\mathcal{G}r}\}$ — установка "*націнки* / (*уцінки*), *застосовуваної відносно корпоративного базису*" для кожного елемента СП **"NEWЦеновыеГруппыНоменклатуры"**. Дані величини визначають відхилення (додатні/від'ємні) від *базової корпоративної ціни* на кожному регіональному торгівельному майданчику [3].

Зауваження: для однієї і тієї ж цінової групи $\mathbb{C}_{\mathcal{G}}$ номенклатури встановлюється свій рівень цін на кожному регіональному торгівельному майданчику — унікальний *рівень регіональної ціни* для кожної цінової групи $\mathbb{C}_{\mathcal{G}}$. При цьому, на одному і тому ж регіональному торгівельному майданчику, для різних цінових груп $\mathbb{C}_{\mathcal{G}}$ номенклатури будуть свої значення $\{\Delta\mathbb{C}_{\mathcal{G}r}\}$.

Для побудови ефективної системи управління ціновою політикою компанії особливу увагу необхідно приділити налаштуванням та грамотній організації довідника **"ТипыЦенНоменклатуры"** [2].

Інформаційна база зберігає декілька відпускних цін для кожної позиції номенклатури, які класифікуються за *типами цін*. Можна ввести наступні типи відпускних цін: оптова, дрібнооптова, роздрібна і т.д. Користувачі можуть додавати нові типи цін.

Рис. 3. Робота механізму ціноутворення в 1С

Для зручності політики ціноутворення передбачені такі стандартні категорії відпускних цін:

- *базові ціни*. Ці ціни задаються для кожної *номенклатури* і кожної її *характеристики* лише вручну. Визначаються вони користувачем і зберігаються в системі. При зверненні до цих цін в системі береться останнє за часом значення;
- *розрахункові ціни*. Так само, як і базові ціни, розрахункові ціни ціни задаються користувачем і їх значення зберігається в системі. Відмінність полягає в тому, що для цих цін існує автоматичний спосіб їх розрахунку на основі даних базових цін. Таким чином, *розрахункові ціни* отримуються з *базових* шляхом деякої процедури, наприклад,

© Собчук В. В., Федонюк А. А., Микитюк І. О., Музика Л. П.

збільшенням значень *базової* ціни на визначений відсоток націнки. Незалежно від того, яким способом в результаті отримана *розрахункова* ціна, в системі зберігаються лише саме результативне значення ціни та *тип базових цін*, на основі яких відбувався розрахунок. Розрахунковими цінами можуть бути оптові та роздрібні ціни, отримані на основі цін постачальників чи на основі планової собівартості продукції. *Розрахункова* ціна може встановлюватися дискретно по інтервалах *базової* ціни, наприклад: якщо *базова* ціна від $2 до $2.5 — продаж по ціні € 2,1, якщо *базова* ціна від $2.5 до $3 — продаж по ціні € 2,55;

- *динамічні ціни*. Значення цих цін в системі не зберігаються, зберігається лише спосіб їх обчислення. Ці ціни, як і *розрахункові*, отримуються з *базових* цін з допомогою спеціальних механізмів. Проте результати розрахунку в системі не зберігаються, обчислення проводяться безпосередньо в момент звернення до цих цін. Це дозволяє використовувати ціни в тому випадку, якщо відпускні ціни жорстко пов'язані з *базовою* ціною, яка досить часто змінюється. *Динамічна* ціна також може встановлюватись дискретно за інтервалами *базової* ціни.

Для *динамічних* цін обов'язково вказується відсоток знижки чи націнки, на якій будуть корегуватися *базові* ціни при розрахунку. Для *розрахункових* цін відсоток знижки буде виступати як значення за замовчуванням, яке можна перевизначити в процесі розрахунку ціни.

Тип ціни *планова собівартість* призначений не для покупців, а для внутрішнього контролю відпускних цін компанії з метою виключення випадків збиткових продажів, коли в результаті застосування знижок відпускна ціна опускається нижче рівня собівартості.

Відпуск товару покупцю здійснюється за тим чи іншим типом ціни. Тип ціни задається в договорі контрагента, чи вибирається на початку процедури заповнення документу реалізації товару. Після цього, в процесі заповнення табличної частини документу конкретними позиціями номенклатури, будуть автоматично підставлятися ціни вибраного типу.

Стандартні можливості інформаційної системи передбачають побудову *розрахункових* цін відносно *базових* лише у відносному показнику. Це достатньо вагоме обмеження, яке створює перешкоди при побудові повноцінної цінової політики, наприклад, в рамках цінової стратегії неокруглених цін. В інформаційній системі 1С 8.2 нескладно створити новий, авторський **"СпособРасчетаЦены"**, зокрема, для реалізації нашої задачі створено спосіб розрахунку цін **"NEW-ПоСуммеНаценки"**, що дозволяє оперувати не лише відносними показниками націнки/уцінки для розрахункових цін відносно *корпоративного базису*, але застосовувати абсолютні націнки/уцінки. Тоді стандартний інструментарій **СП "ТипыЦенНоменклатуры"**, вже з розширеними можливостями, можна повноцінно застосовувати для побудови максимально автоматизованої системи управління ціновою політикою компанії.

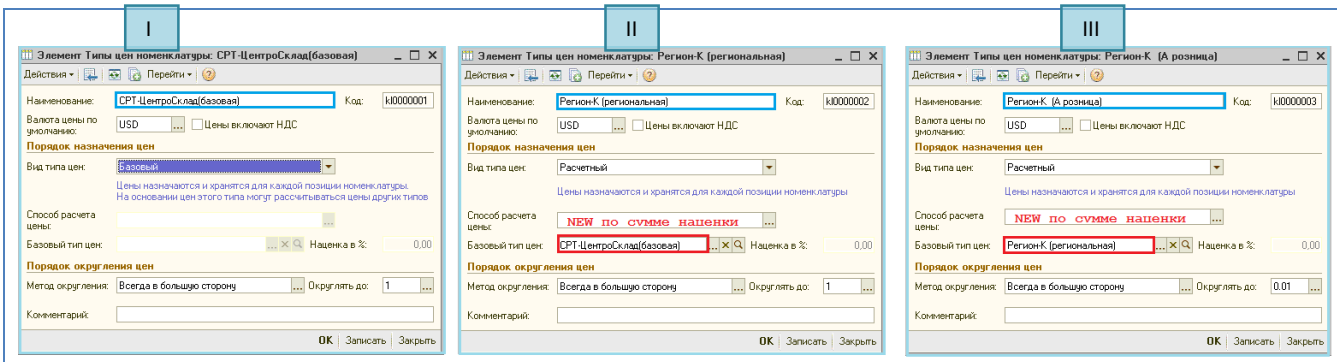


Рис. 4. Приклад налаштувань елементів довідника "ТипыЦенНоменклатуры"

На рис. 4. в якості прикладу наведено зразки налаштувань трьох ключових типів цін:

I. обов'язково налаштовується як мінімум один *базовий* тип цін, наприклад: "СРТ-ЦентроСклад(базова)".

II. визначається група цін, які є "розрахунковими" відносно *базового* типу цін за визначеним способом розрахунку цін, наприклад: тип ціни "Регион-К(регіональна)" є

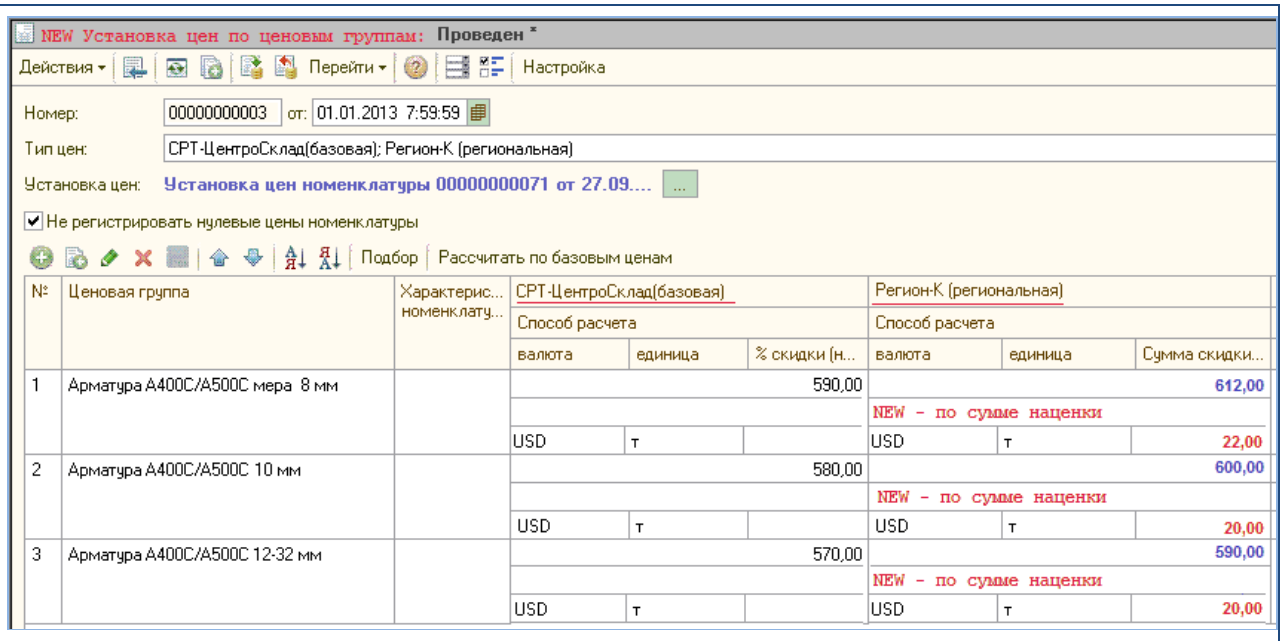
© Собчук В. В., Федонюк А. А., Микитюк І. О., Музика Л. П.

розрахунковим відносно базового типу цін "СРТ-ЦентроСклад(базова)" з допомогою способу розрахунку цін **"NEW-ПоСуммеНаценки"** — отримуємо *регіональну базову ціну*, яка є базисною ціною для побудови диференціальної регіональної цінової політики компанії на конкретному торгівельному майданчику (або групи майданчиків, якщо дана група працює в рамках єдиної цінової політики в регіоні присутності).
На цьому рівні встановлюються базові ціни регіональних складів (максимальні чи мінімальні — в залежності від діючої політики компанії)

III. визначається група цін, які є "розрахунковими" відносно *регіонального базового типу цін* за визначеним способом розрахунку цін, але вже на більш низькому рівні, наприклад: тип ціни "Регион-К (А роздріб)" є "розрахунковими відносно базового типу цін "СРТ-ЦентроСклад(базова)" з допомогою способу розрахунку цін **"NEW–ПоСуммеНаценки".**
На цьому рівні встановлюються актуальні ціни регіональних торгівельних майданчиків. Наприклад, якщо компанія в тому чи іншому регіоні застосовує оптові, дрібнооптові та роздрібні ціни, то описаним у випадку (**III**) способом необхідно створити додатково ще два типи цін: "Регион-К (А роздріб)"; "Регион-К (В дрібнооптові)"; "Регион-К (С оптові)".
Відзначимо також, що немає ніяких обмежень на кількість розрахункових регіональних типів цін — вони визначаються виключно діючою ціновою стратегією компанії.

Важливо відмітити, що розроблений інструментарій, незалежно від способів розрахунку (націнки до *мінімальних базових цін* чи знижок від *максимальних базових цін*) дозволяє застосовувати один і той самий механізм. Змінюються лише налаштування елементів довідника **"ТипыЦенНоменклатуры"** та значення актуальних *корпоративних* та, як наслідок, *регіональних базових цін*.

Таким чином, для побудови ефективної системи автоматизованого управління ціновою політикою компанії необхідно у відповідності з затвердженою ціновою стратегією компанії та встановлених способів визначення розрахункових цін відносно базових налаштувати елементи довідника **"ТипыЦенНоменклатуры"** та застосувати на практиці запропонований модернізований інструментарій інформаційної системи 1С 8.2 УПП.


NEW Установка цен по ценовым группам: Проведен *

Действия | Перейти | Настройка

Номер: 00000000003 от: 01.01.2013 7:59:59

Тип цен: СРТ-ЦентроСклад(базовая); Регион-К (региональная)

Установка цен: Установка цен номенклатуры 00000000071 от 27.09....

Не регистрировать нулевые цены номенклатуры

Подбор | Рассчитать по базовым ценам

№	Ценовая группа	Характерис... номенклату...	СРТ-ЦентроСклад(базовая)			Регион-К (региональная)		
			Способ расчета			Способ расчета		
			валюта	единица	% скидки (н...	валюта	единица	Сумма скидки...
1	Арматура А400С/А500С мера 8 мм				590,00			612,00
						NEW - по сумме наценки		
			USD	т		USD	т	22,00
2	Арматура А400С/А500С 10 мм				580,00			600,00
						NEW - по сумме наценки		
			USD	т		USD	т	20,00
3	Арматура А400С/А500С 12-32 мм				570,00			590,00
						NEW - по сумме наценки		
			USD	т		USD	т	20,00

Рис. 5. Приклад документу "NEWУстановкиЦенПоЦеновымГруппам" при встановленні базових регіональних цін

Розглянемо приклад роботи в інформаційній системі документу **"NEWУстановкиЦенПоЦеновымГруппам"**:

© Собчук В. В., Федонюк А. А., Микитюк І. О., Музика Л. П.

Зазначимо, що для типу цін "Регион-К(региональная)" націнка, що застосовується відносно *корпоративного базису* $\{\Delta\mathbb{C}_{gr}\}$, для різних цінових груп різна: 100 и 160 UAH).

Застосовуючи розроблений механізм для формування згідно описаної у випадку **(III)** методології — водночас формуємо ціни для регіонального торгівельного майданчику.

В цьому випадку, *регіональною базовою ціною* буде раніше визначена мінімальна відпускна ціна для даного регіонального майданчику, а масив $\{\Delta\mathbb{C}_{gr}\}$ відображатиме відхилення дрібнооптових та роздрібних цін від *регіональної базової ціни* в даному регіоні збуту.

Приклад формування регіональних цін для торгівельних майданчиків з визначенням цін для трьох сегментів споживачів — оптових, дрібнооптових та роздрібних — наведено на рис. 6.

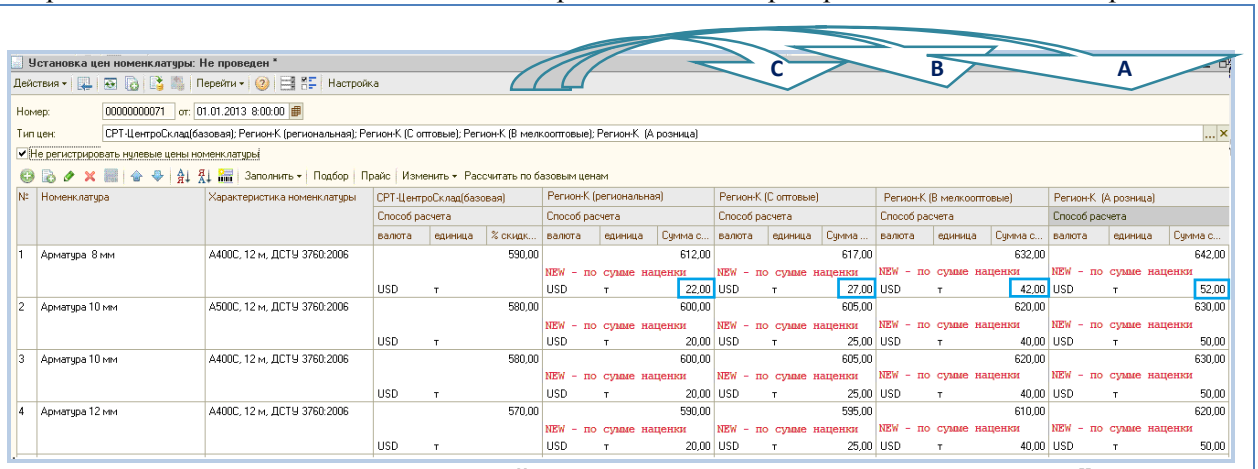


Рис. 6. Приклад документу "NEWУстановкиЦенПоЦеновымГруппам" при встановленні регіональних цін торгівельних майданчиків

Розроблений в 1С 8.2 УПП механізм формує документ **"УстановкаЦенНоменклатуры"** (на рис. 5 позначений літерою "А"), в якому встановлені ціни для *цінової групи* $\mathbb{C}_g$ розгортаються вже для всіх елементів цінової групи, тобто формується актуальний на визначену дату регіональний прейскурант $\mathfrak{B}_{r,t}$ для всіх елементів *номенклатури* та кожної! *характеристики*:

$$\mathfrak{B}_{r,t} := \{\mathbb{C}_g\} \odot \{\Delta\mathbb{C}_{gr}\}, \qquad (**)$$

де $\odot$ — операція, що реалізує довільний *спосіб розрахунку цін*, що використовується в налаштуваннях типів цін довідника **"ТипыЦенНоменклатуры"**.

Ціни, визначені документом **"УстановкаЦенНоменклатуры"**, є основою для формування друкованих версій прайс-листів компанії для відповідних торгівельних підрозділів.

Наведемо декілька прикладів встановлення розрахункових цін регіональних торгівельних майданчиків з різними рівнями диференціації цін в залежності від обсягів закупки. Зауважимо, що дані градації визначаються ціновою стратегією компанії, а автоматизація формування відповідних прейскурантів забезпечується вищеописаним модернізованим механізмом інформаційної системи 1С 8.2 УПП.

Приклад 1

Рівень прайс-листа				**Рівень базових цін := $\mathfrak{B}$**	Рівень оптових цін
До 1 т	1 т- 3 т	3 т – 10 т	10 т – 25 т	Від 25 т	Від 65 т
$\mathfrak{B}$ +7%	$\mathfrak{B}$ +5%	$\mathfrak{B}$ +3%	$\mathfrak{B}$ +1,5%	$\mathfrak{B}$	опт = $\mathfrak{B}$ – 150 грн.

© Собчук В. В., Федонюк А. А., Микитюк І. О., Музика Л. П.

Приклад 2

Рівень прайс-листа				Рівень оптових цін	
Рівень базових цін := 𝔅 – до 1 т	1 т- 3 т	3 т – 10 т	10 т – 25 т	От 25 т	От 65 т
𝔅	𝔅 -2%	𝔅 -4%	𝔅 -5,5%	𝔅:= -7%	𝔅:= -7%-150 грн/т.

Приклад 3

Рівень прайс-листа				**Рівень базових цін := 𝔅**	Рівень оптових цін
До 1 т	1 т- 3 т	3 т – 10 т	10 т – 25 т	Від 25 т	Від 65 т
𝔅 +350 грн.	𝔅 + 150грн.	𝔅 +100 грн.	𝔅 +50 грн.	𝔅	опт = 𝔅 – 150 грн.

Приклад 4

Рівень прайс-листа				Рівень оптових цін	
Рівень базових цін := 𝔅 до 1 т	1 т- 3 т	3 т – 10 т	10 т – 25 т	От 25 т	От 65 т
𝔅	𝔅 - 200 грн.	𝔅 - 400 грн.	𝔅 - 550 грн.	𝔅-600 грн.	𝔅-750 грн.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. В роботі детально вивчена проблематика управління ціновою політикою компаній, що працюють на ринку металопрокату. Розроблено методику управління ціновою політикою для компаній з розвиненою мережею регіональних представництв. Побудовано алгоритм автоматизації цінової політики компаній з урахуванням регіональних особливостей великих мережевих компаній. Даний алгоритм апробовано в середовищі ERP-системи 1С 8.2. Enterprise для збутових мереж на ринку чорних металів. Цей алгоритм може бути реалізований в конфігурації 1С 8.2: «Управління виробничим підприємством» і «Управління торговим підприємством». Викладений підхід також легко переноситься для реалізації в ERP-системах інших розробників.

1. Грибов В. Экономика предприятия. Учебное пособие плюс практикум / Грибов В., Грузинов В. – М. : Финансы
2. и статистика, 2005. – 336 с.
3. Алексеев А. 1С:Предприятие 8.2. Конфигурация "Управление производственным предприятием" Редакция 1.2.
4. Руководство пользователя (в 2-х частях) / Алексеев А. и др. – М. : Фирма «1С», 2012 – 754 с.
5. Собчук В.В. Управління ціновою політикою збутових мереж / Собчук В.В., Собчук А.В., // Матеріали III
6. міжнародної науково-практичної конференції «Математика. Інформаційні технології. Освіта» – Луцьк; Світязь, 6–8 червня 2014 р. – С. 95–98.
7. Собчук В.В. Оценка развития регионального потребления в Украине, (в условиях 2010 года) / Собчук В.В. //
8. Тезисы VIII ежегодной конференции «Рынки сортового проката и метизов» – Алушта, 5–7 октября, 2010. – С. 43–46.

© Собчук В. В., Федонюк А. А., Микитюк І. О., Музика Л. П.

УДК 004.9
Тишин П.М. канд. физ-мат. наук, Маковецкий А.С.
Одесский национальный политехнический университет

ОПИСАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, С ПРИМЕНЕНИЕМ МНОГОСОРТНОГО ЯЗЫКА ПРИКЛАДНОЙ ЛОГИКИ

Тішин П.М., Маковецький О.С. Опис закономірностей при діагностиці розподілених інформаційних систем, із застосуванням багатосортної мови прикладної логіки. У статті побудована модель бази знань, яка описує нештатні і штатні ситуації, в розподілених інформаційних системах. Даний опис сформульовано в рамках багатосортової мови прикладної логічної теорії. В рамках розробленої моделі ставиться задача діагностики, яка полягає у визначенні всіх можливих альтернативних діагнозів на основі знань предметної області та даних спостережень, значень особливостей і виборі найбільш значущих з них в даній конкретній ситуації.
Ключові слова: бази знань, багатосортна мова прикладної логічної теорії, розподілені інформаційні системи.

Тишин П.М., Маковецкий А.С. Описание закономерностей при диагностике распределенных информационных систем, с применением многосортного языка прикладной логики. В статье построена модель базы знаний, которая описывает нештатные и штатные ситуации, в распределенных информационных системах. Данное описание сформулировано в рамках многосортного языка прикладной логической теории. В рамках разработанной модели ставится задача диагностики, которая состоит в определении всех возможных альтернативных диагнозов на основе знаний предметной области и данных наблюдений, значений особенностей и выборе наиболее значимых из них в данной конкретной ситуации.
Ключевые слова: базы знаний, многосортный язык прикладной логической теории, распределенные информационные системы

Tishin P.M., Makovetskiy A.S. Description of regularities in the diagnosis of distributed information systems using polysorted language of applied logic. In this paper, a model of knowledge base that describes abnormal and staffing situations in distributed information systems was built. This description is formulated in the framework of polysorted language of applied logic theory. Within the developed model there is the problem of diagnostics which is to determine all the possible alternative diagnoses based on subject domain knowledge and observational data, the values of features and selecting the most important ones in this particular situation.
Keywords: knowledge bases, polysorted language of applied logic theory, distributed information systems.

Постановка научной проблемы. Современные распределенные информационные системы (РИС) являются сложными системами сбора, обработки, передачи и хранения информации и определяют основную тенденцию развития информационных систем - переход от локальных к распределенным («облачным») вычислениям. Одним из необходимых условий эффективного функционирования РИС является штатное функционирование составляющих ее элементов. Они потенциально подвержены множеству внешних и внутренних воздействий, нарушающих штатное функционирование: перегрузки коммуникационных и обрабатывающих подсистем РИС; отказы оборудования; сбои программного обеспечения; компьютерные вирусы; атаки злоумышленников. Ввиду этого особую важность приобретают разработки, связанные с оперативным контролем функционирования всех подсистем РИС. Стремительный рост данных систем вызывает необходимость резкого увеличения количества администраторов, которые их обслуживают. Увеличения количества серверов, администрируемых одним специалистом, позволит не только сэкономить средства на обслуживание новых мощностей, но и обеспечить высокий темп их прироста. Такое увеличение может быть достигнуто только за счет большей автоматизации, что в свою очередь, потребует средств для более эффективного контроля ситуаций, за счёт оперативной диагностики РИС.

Анализ исследований. С одной стороны, в настоящее время перспективным направлением построения систем диагностики является применение интеллектуальных подходов, основанных на знаниях, которые учитывают закономерности в работе программных и аппаратных компонентов РИС [1, 2]. Такие системы производят интеллектуальный анализ данных, поступающих из подссистем мониторинга компонентов РИС, основываясь на знаниях, накопленных в базе знаний. База знаний, при этом, является ключевым компонентом диагностической системы.

С другой стороны, при построении баз знаний для диагностических систем, применялся подход с использованием многосортного языка прикладной логики [3, 4]. Он предполагает использование многосортного языка прикладной логики [5, 6] для описания основных

© Тішин П.М., Маковецький О.С.

закономерностей встречающихся в работе программных и аппаратных компонентов РИС. По сравнению с другими языками подобного рода он имеет ряд преимуществ.

Во первых, все традиционные формальные языки проектируются как языки жесткие, в которые закладываются определенный синтаксис и определенная семантика. В отличие от них язык прикладной логики с одной стороны, обладает их свойствами, а с другой этот язык может пополняться новыми синтаксическими и семантическими конструкциями.

Второе преимущество заключается в том, что на языке прикладной логики уже описано несколько моделей баз знаний, существенно более сложных, чем на других языках.

Целью данной работы является разработка нового подхода, для описания закономерностей, встречающихся в работе программных и аппаратных компонентов РИС [3, 4], основанного на многосортном языке прикладной логики, результаты которого можно использовать при построении интеллектуальных систем диагностики, основанных на знаниях.

Основная часть. Задача диагностики, в рамках данной работы, состоит в определении всех возможных альтернативных диагнозов на основе знаний предметной области и данных наблюдений, значений особенностей (постоянные во времени) и выборе наиболее значимых из них в данной конкретной ситуации. Предполагается, что в каждый диагноз могут входить несколько причин отклонений, протекающих одновременно или последовательно. Считается, что все наблюдения протекают на определенном временном отрезке, называемом периодом наблюдения, на котором моменты времени измеряются целыми неотрицательными числами, прошедших с момента начала наблюдений.

При решении задачи диагностики предполагается что определены следующие базы знаний:

- знания, удовлетворяющие ограничениям целостности знаний;
- знания о наблюдениях и их возможных значениях;
- знания описывающие нештатные и штатные ситуации, а так же значения параметров в этих ситуациях;
- знания о причинно-следственных связях между причинами отклонений и наблюдениями.

Кроме того, предполагается, что в системе находится следующие результаты наблюдений:

- наблюдавшиеся особенности и результаты их наблюдения (значения);
- наблюдавшиеся параметры, моменты их наблюдения и их значения в эти моменты;

В терминах используемой модели математическая постановка задачи диагностики может быть сформулирована следующим образом — требуется найти причины отклонений, которые приводят РИС в ту или иную нештатную ситуацию.

В качестве примера приведём модель базы знаний, описывающую нештатные и штатные ситуации, а так же значения параметров в этих ситуациях. Данное описание сформулировано в рамках многосортного языка прикладной логической теории.

Описываемая модель содержит следующие аксиомы:

(1) Термин знания о штатных ситуациях (ЗШС) это множество структурных значений с атрибутами следствие, варианты, факторы, каждое их которых описывает знания о конкретной штатной ситуации. Значением первого атрибута является имя параметра, второго – множество вариантов штатных ситуаций для этого параметра, третьего – множество особенностей.

ЗШС (следствие собст_параметры_службы,
варианты {} варианты штатных ситуаций,
факторы {}особенности)

(2) Термин знаний варианты штатных ситуаций это множество структурных значений с атрибутами область значений следствия, условия на факторы, каждое из которых описывает знания о конкретном варианте штатной ситуации. Значением первого атрибута является множество значений параметра в этом варианте, а второго – условие.

варианты штатных ситуаций (
область значений следствия множества значений,
условие на факторы условия)

(3) В знаниях о штатных ситуациях в любом варианте нормы область значений следствия – это собственное подмножество возможных значений параметра, являющегося следствием этой штатной ситуации.

© Тішин П.М., Маковецький О.С.

(x: ЗШС)
(v: варианты(x))
область значений следствия(v) возможные значения(следствие(x))

(4) Термин действительности штатные ситуации (ШС)это множество структурных значений с атрибутами следствие и вариант, каждое из которых описывает наблюдавшующую штатную ситуацию. Значением первого атрибута является имя параметра, а второго – варианты штатных ситуаций.

ШС (следствие собст_параметры_службы,
вариант варианты штатных ситуаций)

(5) Если присутствует некоторая штатная ситуация, то в множестве знания о штатных ситуациях присутствует такой элемент, у которого следствие совпадает со следствием штатной ситуации, в множестве вариантов штатных ситуаций этого элемента содержится вариант штатных ситуаций из штатной ситуации и для него выполнено условие на факторы.

(x: ШС)((z: ЗШС) следствие(z) = следствие(x)&& вариант(x) варианты(z)&& выполнено(условие на факторы(вариант(x))))

(6) Термин знания о нештатных ситуациях (ЗНШС) это множество структурных значений с атрибутами причина, период развития, следствие, варианты, факторы, необходимое условие(ну), модальность, каждое из которых описывает знания о конкретной нештатной ситуации. Значением причины является имя причины отклонения, значением периода развития – номер периода развития причины, значением следствия – имя параметра, значением вариантов – множество вариантов ншс, значением факторов множество особенностей, значением необходимого условия – множество условий, значением модальности – необходимость или возможность.

ЗНШС (причина причины отклонения,
период развития I[1, чпр(причина)],
следствие собст_параметры_службы,
варианты {}варианты ншс,
факторы {}особенности,
ну условия,
модальность приоритеты)

(7) Термин варианты ншс это множество структурных значений с атрибутами число периодов динамики(чпд), описание динамики, условие на факторы, каждое из которых описывает знания о конкретном варианте нештатной ситуации. Значением первого атрибута является положительное целое число. Второй атрибут является функцией, которая номеру периода динамики сопоставляет период динамики. Значение третьего атрибута – множество условий.

варианты ншс (чпд I[1,),
описание динамики (I[1, чпд] периоды динамики),
условие на факторы условия)

(8) Термин действительности нештатные ситуации (НШС)это множество структурных значений с атрибутами причина, период развития, следствие, вариант, динамика значений, модальность, каждое из которых описывает некоторую нештатнную ситуацию. Значением причины является имя причины отклонения, значением периода развития - номер периода развития, значением следствия – имя параметра, значением варианта – вариант ншс, значением динамики значений – разбиение, значением модальности значение приоритета.

НШС (причина причины отклонения,
период развития I[1, чпр(причина)],
следствие собст_параметры_службы,
вариант варианты ншс,
динамика значений разбиения,
модальность приоритеты)

© Тішин П.М., Маковецький О.С.

(9) Если присутствует нештатная ситуация, на некотором периоде ее развития, то начало его динамики значений совпадает с моментом начала периода развития, а конец – с концом этого периода.

(x: НШС) el(динамика значений(x), 0) =
= el(развитие(причина(x)),период развития(x) – 1) &
& el(динамика значений(x),length(динамика значений(x))) =
= el(развитие(причина(x)),период развития(x))

(10) Если в ситуации присутствует нештатная ситуация, на некотором периоде ее развития, то в модель знаний входит элемент множества знания о нештатных ситуациях, у которого:- причиной является эта причина отклонения с тем же периодом развития,- следствие совпадает со следствием нештатной ситуации,- выполнено необходимое условие,- модальность совпадает с модальностью нештатной ситуации,- множеству вариантов ншс принадлежит вариант ншс нештатной ситуации, причём такой, что количество интервалов в динамике значений нештатной ситуации равно чпд этого варианта и выполнено условие на факторы.

(x: НШС)(□(z: ЗНШС)
причина(z) = причина(x) &
& период развития(z) = период развития(x) &
& следствие(z) = следствие(x) &
& выполнено(необходимое условие(z))&
& модальность(z) == модальность(x) &
& вариант(x) □ варианты(z) &
& length(динамика значений(x)) – 1 = чпд(вариант(x))&
& выполнено(условие на факторы(вариант(x)))).

Основной алгоритм решения сформулированной задачи диагностики можно представить следующим образом:

1. Выбрать все наблюдаемые параметры с момента начала наблюдений до текущего момента времени.
2. Выполнить проверку необходимых условий для данных параметров.
3. Если для некоторого параметра не выполнено необходимое условие то принять решение, что нахождение причины отклонения невозможно, и выйти из задачи.
4. Если для всех параметров выполнены необходимые условия то перейти к шагу 5.
5. Проверить гипотезу о том, что наблюдается ШС (см. функцию Проверка_ШС).
6. Если гипотеза о том, что наблюдается ШС, подтвердилась, то считать:
- что в результате наблюдается ШС и отклонения отсутствуют;
- перейти к шагу 8.
7. Если гипотеза о том, что наблюдается ШС, не подтвердилась, то:
- перебрать все причины отклонений из базы знаний, причем для каждой проверить выполнение необходимого условия для этой причины отклонений;
- если необходимое условие выполнено, то проверить гипотезу о том, что наблюдается НШС вызванная этим отклонением (см. функцию Проверка_НШС).
- в случае ее подтверждения добавить это отклонение к множеству решений.
- перейти к шагу 8.
8. Завершить работу, выдав полученные результаты.

Приведем алгоритмы основных функций которые используются для решения задачи.

Функция Проверка_ШС предназначена для проверки гипотезы о том, что наблюдается ШС. Гипотеза о том, что наблюдается ШС, считается подтвержденной, если для каждого наблюдаемого параметра подтверждена гипотеза о том, что наблюдаемые значения этого параметра могут иметь место в некоторой ШС. Если хотя бы для одного наблюдаемого параметра такая гипотеза опровергается, то считается, что имеет место НШС.

Ниже приведено описание алгоритма функции Проверка_ШС

гипотеза ШС = ЛОЖЬ
ДЛЯ ВСЕХ параметр наблюдавшиеся параметры ВЫПОЛНЯТЬ

© Тішин П.М., Маковецький О.С.

```
гипотеза = ЛОЖЬ
гипотеза = Проверка_ШС_по_параметру(параметр)
ЕСЛИ гипотеза == ЛОЖЬ
ТО
        гипотеза ШС = ЛОЖЬ
        ВЫХОД ИЗ ЦИКЛА
ИНАЧЕ
        гипотеза ШС = ИСТИНА
ЗАКОНЧИТЬ ТО
ЗАКОНЧИТЬ ДЛЯ ВСЕХ
```

Функция Проверка_ШС_по_параметру(параметр) предназначена для проверка гипотезы о том, что все наблюдаемые значения некоторого параметра могут иметь место в ШС. Эта гипотеза считается подтвержденной, если для каждого наблюдавшегося значения параметра найден некоторый вариант ШС, протекавшей на протяжении всего периода наблюдений. Для осуществления этого поиска строится множество гипотез о развитии причинно-следственных связей (далее – МГ), куда входят варианты ШС, которые могут определять значения этого параметра. Наблюдаемые значения каждого параметра проверяются последовательно, начиная с самого раннего.

Ниже приведено описание алгоритма функции Проверка_ШС_по_параметру (параметр)

```
ДЛЯ ВСЕХ х ШС ВЫПОЛНЯТЬ
        ЕСЛИ следствие(х) == параметр
        ТО
                ДЛЯ ВСЕХ v вариант(х) ВЫПОЛНЯТЬ
                        ЕСЛИ условия на факторы (v) == ИСТИНА
                                ДОБАВИТЬ В МГ(х, v, период динамики =1)
                ЗАКОНЧИТЬ ДЛЯ ВСЕХ
        ЗАКОНЧИТЬ ТО
ЗАКОНЧИТЬ ДЛЯ ВСЕХ
гипотеза= ЛОЖЬ
1: ДЛЯ ВСЕХ m МГ ВЫПОЛНЯТЬ
        p=текущий период динамики
        ЕСЛИ (поиск_ШС(p , m, параметр) == ИСТИНА)
        2: ТО
                запомнить, что все наблюдаемые значения рассматриваемого признака
                могут наблюдаться в ШС
                гипотеза = ИСТИНА
        2: ИНАЧЕ
                запомнить, что все наблюдаемые значения рассматриваемого признака не
                могут наблюдаться в ШС
                гипотеза= ЛОЖЬ
        2: ЗАКОНЧИТЬ ТО
1: ЗАКОНЧИТЬ ДЛЯ ВСЕХ
```

Функция Проверка_НШС предназначена для проверки гипотезы о том, что наблюдается НШС, начавшаяся в момент начала наблюдений. Гипотеза о том, что наблюдается НШС, считается подтвержденной в том случае, если для каждого наблюдавшегося параметра не удается опровергнуть гипотезу о том, что его наблюдавшиеся значения соответствуют знаниям о возможном развитии параметра в этой НШС.

Ниже приведено описание алгоритма функции Проверка_НШС(причина отклонения)

```
1: ДЛЯ ВСЕХ параметр наблюдавшиеся параметры
        2: ДЛЯ ВСЕХ х НШС ВЫПОЛНЯТЬ
                ЕСЛИ (НЕ (следствие(х) == параметр )) И (причина(х) == причина
                отклонений ) ВЫПОЛНЯТЬ
```

© Тішин П.М., Маковецький О.С.

```
result = Проверка_НШС_по_параметру (параметр, х, причина отклонения)
ЕСЛИ (result  == ИСТИНА)
3: ТО
        гипотеза НШС = ИСТИНА
3: ИНАЧЕ
        гипотеза НШС= ЛОЖЬ
        4: ВЫХОД ИЗ ЗАДАЧИ
3: ЗАКОНЧИТЬ ТО
    2: ЗАКОНЧИТЬ ДЛЯ ВСЕХ
1: ЗАКОНЧИТЬ ДЛЯ ВСЕХ
```

Функция Проверка_НШС_по_параметру предназначена для проверки гипотезы о том, что все наблюдавшиеся значения некоторого параметра могут иметь место в НШС. Эта гипотеза считается подтвержденной, если для каждого наблюдаемого значения параметра найдена его причина:

- в случае, если данный параметр не входит в НШС – вариант ШС;
- в случае, если данный параметр входит в НШС – вариант НШС.

Для осуществления этого поиска строится множество гипотез о развитии причинных связей, куда входят указанные выше причинно-следственные связи (либо из первой группы, либо из второй), которые могут определять значения этого параметра. Наблюдаемые значения каждого параметра необходимо проверять последовательно (по времени наблюдения), начиная с самого раннего.

Ниже приведено описание алгоритма функции Проверка_НШС_по_параметру

```
ЕСЛИ (НУ(причина отклонения) == ИСТИНА) И (следствие(х) ==
параметр) И (причина(х) == причина отклонений )
1: ТО
    2: ДЛЯ ВСЕХ v вариант(х) ВЫПОЛНЯТЬ
        ЕСЛИ условия на факторы (v) == ИСТИНА
            3: ТО
                ДОБАВИТЬ В МГ(х, v, период динамики =1)
            3: ЗАКОНЧИТЬ ТО
    2: ЗАКОНЧИТЬ ДЛЯ ВСЕХ
1: ЗАКОНЧИТЬ ТО
ЕСЛИ МГ== пусто
1: ТО
    Проверка_ШС
1: ИНАЧЕ
    t =first (параметр)
    ЕСЛИ поиск_НШС_приоритет (МГ, параметр, t) == ИСТИНА
    2: ТО
        гипотеза = ИСТИНА
    2: ИНАЧЕ
        гипотеза= ЛОЖЬ
    2: ЗАКОНЧИТЬ ТО
1: ЗАКОНЧИТЬ ТО
```

Здесь НУ(причина отклонения)- функция принимающая значения истина или ложь, в зависимости от выполнения необходимых условий для наличия данной причины отклонения, а функция first (параметр) - определяет начальный момент наблюдения параметра.

Функция поиск_НШС_приоритет(МГ, параметр, t)

Функция поиск_НШС_приоритет предназначена для проверка гипотезы о том, что некоторое значение параметра возможно в некотором варианте НШС. Стратегия решения данной подзадачи учитывает следующие основные моменты:

- в случае отсутствия на момент наблюдения значения параметра в МГ вариантов НШС считается, что гипотеза опровергнута;

© Тішин П.М., Маковецький О.С.

- выбор из МГ причинно-следственный связей, которые имеют наивысший приоритет (а значит, только среди них может быть причина рассматриваемого параметра) ведется с учетом их приоритетов.

Ниже приведено описание алгоритма функции поиск_НШС_приоритет

```
1: ДЛЯ ВСЕХ m МГ ВЫПОЛНЯТЬ
      p=выбрать текущий период динамики в зависимости от m, t
1: ЗАКОНЧИТЬ ДЛЯ ВСЕХ
1: ДЛЯ ВСЕХ pr приоритеты ВЫПОЛНЯТЬ
      2: ДЛЯ ВСЕХ m МГ ВЫПОЛНЯТЬ
            ЕСЛИ (приоритет(m) = = pr )
            ТО
                  вр = поиск_НШС (p, m, параметр);
                  ЕСЛИ (вр = положительный)
                  ТО
                        временный результат текущей подзадачи= вр
                        выход из циклов 2 и 1
                  ИНАЧЕ
                        временный результат текущей подзадачи= вр
                  ЗАКОНЧИТЬ ЕСЛИ
            ЗАКОНЧИТЬ ТО
      2: ЗАКОНЧИТЬ ДЛЯ ВСЕХ
1: ЗАКОНЧИТЬ ДЛЯ ВСЕХ
```

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Таким образом, был разработан новый подход к описанию закономерностей, возникающих в процессе функционирования аппаратных и программных компонентов РИС, основанный на многосортном языке прикладной логики. Созданные на его основе базы знаний могут быть использованы для построения интеллектуальных систем диагностики РИС с гибким синтаксисом описания знаний. Гибкость в описании знаний и расширенные возможности выразительных средств позволят упростить процесс модернизации базы знаний диагностической системы уже в процессе её функционирования.

Разработанный подход позволит в дальнейшем разрабатывать базы знаний, обладающие более сложной и гибкой структурой, а так же решать более сложные задачи.

1. Hanemann. A. A Hybrid Rule-Based/Case-Based Reasoning Approach for Service Fault Diagnosis [Текст] / A. Hanemann // in Proceedings of 20th International Conference on Advanced Information Networking and Application (AINA2006), includes proceedings of International Symposium on Frontiers in Networking with Applications (FINA 2006). – Vienna: 2006. – P. 734–738.
2. Lewis L. Managing Computer Networks: A Case-Based Reasoning Approach [Текст] / L. Lewis. – Norwood: Artech House Inc., 1995. – 205 p.
3. Нестеренко С. А., Тишин П. М., Маковецкий А. С. Разработка модели онтологии диагностики сервис-ориентированных сетевых структур на основе многосортного языка прикладной логики [Текст] / С.А. Нестеренко, П.М. Тишин, А.С. Маковецкий // Электротехнические и компьютерные системы. – Одесса: 2012. – № 07(83). – С 102-108.
4. Нестеренко С. А., Тишин П. М., Маковецкий А. С. Модель онтологии априорного подхода прогнозирования проблемных ситуаций в сложных вычислительных системах [Текст] / С.А. Нестеренко, П.М. Тишин, А.С. Маковецкий // Электротехнические и компьютерные системы. – Одесса: 2013. – № 10(86). – С 111-119.
5. Клещев А. С., Артемьева И. Л. Необогащенные системы логических соотношений [Текст] / А. С. Клещев, И. Л. Артемьева // Научно–техническая информация. Серия 2 –2000. – Ч. 1.– № 7.– С. 18–28. – Ч. 2. – № 8. – С. 8–18.
6. Клещёв А. С., Москаленко Ф. М., Черняховская М. Ю. Модель онтологии предметной области «Медицинская диагностика». Часть 2. Формальное описание причинно - следственных связей, причин значений признаков и причин заболеваний. [Текст] / А. С. Клещёв, Ф. М. Москаленко, М. Ю. Черняховская // НТИ. Серия 2. – 2006. – No 2. – С.19-30.

© Тішин П.М., Маковецький О.С.

УДК 514.18
Холковський Ю.Р.
Національний авіаційний університет

МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОПАРАМЕТРИЧНИХ СЕРЕДОВИЩ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНОГО МЕТОДУ

Холковський Ю.Р. Моделювання багатопараметричних середовищ за допомогою дискретно-інтерполяційного методу. У статті розглядається нетрадиційний дискретно-інтерполяційний підхід щодо геометричного моделювання багатопараметричних об'єктів, процесів та середовищ, пропонується побудова їх дискретних математичних моделей. Актуальність даної роботи полягає у розробці раціональних методів моделювання складних багатопараметричних процесів та середовищ..
Ключові слова: інтерполяція, вузол інтерполяції, однопараметрична множина, дискретно задана функція, дискретні моделі, багатопараметричне середовище.

Холковский Ю.Р. Моделирование многопараметрических сред с помощью дискретно-интерполяционного метода. В работе рассматривается нетрадиционный дискретно-интерполяционный метод моделирования многопараметрических объектов, процессов и сред, предлагается построение их дискретных математических моделей. Актуальность данной работы состоит в разработке рациональных методов моделирования сложных многопараметрических процессов и сред.
Ключевые слова: интерполяция, узел интерполяции, однопараметрическое множество, дискретно заданная функция, дискретные модели, многопараметрическая среда.

Kholkovsky Yu.R. Design of multivariable environments by means of discretely-interpolation method.
The unconventional discretely-interpolation method of design of multivariable objects, processes and environments is in-process examined, the construction of their discrete mathematical models is offered. The relevance of this work is to develop best practices for modeling complex multivariable processes and environments.
Keywords: interpolation, interpolation node, one-parameter set, discretely given function, discrete models, multivariable environment.

Постановка проблеми. Багатопараметричні об'єкти, процеси та середовища відносяться до класу об'єктів та систем, що доволі тяжко описуються аналітично і моделюються. Сюди відносяться складні просторові криволінійні форми, як моделі технічних та архітектурно-будівельних об'єктів, певні виробничі та природні процеси, явища та середовища, що характеризуються, по-перше, великою кількістю параметрів, по-друге, ці параметри, як правило мають різноманітну структуру та різноякісні властивості. До того ж, властивості параметрів можуть мати певну анізотропію у часі або просторі. Стає зрозумілим, що побудова аналітичних, тобто континуальних математичних моделей таких об'єктів та середовищ є неможливою задачею. Але ж такі об'єкти та системи досить широко розповсюджені, досліджуються та використовуються у сучасних інженерних розробках, конструкціях, технологіях та наукових дослідженнях. Актуальними є задачі класифікації та дослідження таких систем, визначення їх параметрів та їх властивостей, прогнозування стану багатопараметричних середовищ у часі й просторі. Відповідно, для вирішення подібного роду задач необхідна розробка раціональних алгоритмів і методів і на їх основі створення математичних моделей моделювання багатопараметричних об'єктів та систем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У літературі досить рідко зустрічаються окремі випадки розглядання питань геометричного моделювання багатопараметричних систем і середовищ, а також побудови їх математичних моделей. Особливо це стосується таких багатопараметричних систем і середовищ, як, наприклад, екологічні системи, які відрізняються великою кількістю різноманітних і різноякісних параметрів, і для яких аналіз та прогнозування стану є вкрай важливими практичними задачами. Зазначимо, що алгоритми та методи геометричного моделювання складних багатопараметричних систем з побудовою їх математичних моделей у літературних джерелах практично відсутні. Звідки і випливають наступні цілі дослідження.

Метою дослідження є вивчення складних багатопараметричних об'єктів, процесів та середовищ, розробка алгоритмів побудови, методу та дискретних математичних моделей щодо моделювання таких систем.

Основні результати дослідження. У багатьох задачах геометричного моделювання процесів та систем виникає необхідність побудови деякої однопараметричної множини. Таким об'єктом може бути деяка поверхня, як геометрична модель складної просторової криволінійної

© Холковський Ю.Р.

технічної форми, що застосовуються у техніці, будівництві, архітектурі. Також це може бути деяка гіперповерхня, як **n**-вимірна модель певного середовища, що задана аналітично чи дискретно. Як уже зазначалося, побудова аналітичних, тобто континуальних, математичних моделей складних об'єктів та систем практично неможлива. У таких випадках, як правило, переходять до побудови дискретних моделей з певним рівнем адекватності. Відомо, що, дискретний спосіб представлення інформації про об'єкт, чи систему, що моделюється, є універсальним і одним з раціональних.

При моделюванні складних багатопараметричних систем та середовищ, що не піддаються аналітичному опису часто доцільно й раціонально використовувати дискретні математичні моделі, що являють собою певні множини у вигляді чисельних масивів, які, у свою чергу, можуть бути представлені у вигляді дискретних геометричних моделей (точкових чи лінійних). Наше дослідження показує, що такі моделі оптимально підходять для подальшого проектування. В першу чергу це пов'язано з подальшим розвитком та ускладненням таких систем, процесів та середовищ, а також і з великим рівнем їх параметричності.

В роботі пропонується оригінальний нетрадиційний підхід щодо моделювання багатопараметричних об'єктів, процесів, середовищ, що базується на використанні дискретно-інтерполяційного методу. Отже, розглянемо його сутність.

По-перше, у якості інструментарія були використані інтерполяційні поліноми Лагранжа. Вибір саме таких інтерполяційних поліномів Лагранжа, на нашу думку, серед певної кількості інтерполяційних поліномів є оптимальним. Це обумовлено необов'язковим рівномірним розташуванням вузлів інтерполяції, можливістю представлення по кожній змінній своєї кількості вузлів інтерполяції. Також важливим чинником є й фактор збіжності цих поліномів.

По-друге, на основі запропонованого підходу та інтерполяційних поліномів Лагранжа були побудовані певні інтерполяційні схеми, що характеризуються певною кількістю вузлів інтерполяції і, що найголовніше, характером самих вузлів інтерполяції. Відповідно, отримані таким чином інтерполяційні схеми дозволяють отримати, у випадку одновимірної інтерполяції, однопараметричну множину певних об'єктів чи навіть процесів.

По-третє, і це найголовніше, під вузлами інтерполяції у запропонованому нами підході надалі розуміються не точки, як у випадку класичної інтерполяції, а більш складні математичні об'єкти (лінії та поверхні), або ж, навіть, певні процеси, системи та середовища, що представлені у вигляді деяких функціоналів, як сукупності їх властивостей та параметрів, у чому власне й полягає нетрадиційність та оригінальність запропонованого дискретно-інтерполяційного підходу.

По-четверте, схема розташування саме таких вузлів інтерполяції надалі й розуміється як схема інтерполяції.

Важливо зазначити, що такий підхід щодо моделювання складних багатопараметричних об'єктів, систем та середовищ, наприклад, екологічних систем, процесів чи екологічних ситуацій у літературі взагалі відсутній.

У п'ятому, однопараметричні множини, як деяка сукупність, навіть, різноякісних і різноструктурних параметрів, отримані таким чином, саме й є дискретними математичними моделями таких процесів, систем та середовищ.

По-шосте, елементом таких множин є деяка дискретна функція або функціонал, що у загальному випадку може бути представлена, як дискретний чисельний масив, розмірність якого може варіюватись. Відповідно, інтерполювання функцій, що можуть бути задані неявно чи параметрично, зводиться до розміщення у вузлах інтерполяції рівнянь, якщо можливий аналітичний спосіб завдання, чи дискретних масивів та отримання деякого функціонала з вектором параметрів, що включає в себе інтерполяційний параметр, координатні змінні, параметри, що характеризують форму та положення об'єктів, певні параметричні характеристики процесів та середовищ.

По-сьоме, запропонований дискретно-інтерполяційний підхід дозволяє включати в однопараметричну множину параметри та характеристики систем, процесів та середовищ, що мають різну структуру і навіть властивості. Надзвичайно важливим і цікавим слідством цього є застосування запропонованого підходу щодо моделювання різних роду явищ і середовищ, що характеризуються великою кількістю різноякісних параметрів, які часто просто неможливо функціонально-аналітично поєднати у звичайній математичній моделі. Наприклад, саме такою, власне кажучи, й є, задача прогнозування екологічного стану певної екосистеми і, відповідно, екологічної безпеки цієї системи.

© Холковський Ю.Р.

Дискретний підхід можна вважати більш загальним, тому що від неперервно-аналітичної моделі практично завжди можна перейти до дискретної, а саме в нашому випадку до дискретно-інтерполяційної.

При використанні запропонованого дискретно-інтерполяційного підходу поліном Лагранжа може набути такого вигляду:

$$\Phi(u)_n = \sum_{i=0}^{n-1} F_i(p_1, p_2, \dots, p_m) \prod_{\substack{j=0 \\ j\neq i}}^{n-1} \frac{u - u_j}{u_i - u_j} \qquad (1),$$

де **u** – параметр інтерполяції, $\mathbf{F(p_1, p_2, \dots p_k)}$ - вузлова функція, $\mathbf{p_1, p_2, \dots p_k}$ – параметри вузлової функції, **n** – кількість вузлів інтерполяції.

Багатопараметричні системи та середовища, на прикладі екологічних систем, можуть бути настільки складними структурно й параметрично, що використання апарату одновимірної інтерполяції може виявитися недостатнім. У таких випадках доцільно використати апарат двовимірної інтерполяції. Ось у чому полягає його сутність, враховуючи саме запропонований дискретно-інтерполяційний метод моделювання.

Для вирішення певної задачі, наприклад, можна знайти вид степеневого многочлена $\mathbf{\Phi_{m,n}(u,v)}$ степеня **m** по **u** та **n** по **v**, та визначити значення функціонала **F** у довільній точці з параметрами **(u,v)**. Цілком зрозуміло, геометрично це означає, що при двовимірній інтерполяції через вузлові точки проходить деяка поверхня $\mathbf{z=\Phi_{m,n}(u, v)}$.

Якщо побудувати регулярну сітку та задати у вузлах сітки значення функції **z**, то вся площадка розпадається на **mn** прямокутників, в один з яких і потрапить точка **(u,v)** (рис.1).

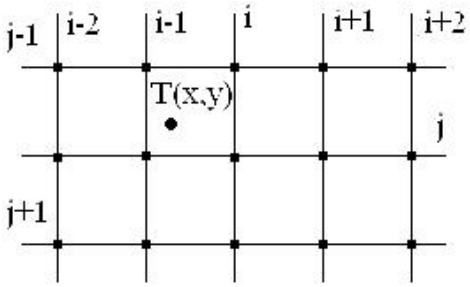


Рис.1 **Регулярна сітка при двовимірній інтерполяції**

Надалі відбувається інтерполяція при різних $\mathbf{u_i}$, но фіксованих $\mathbf{v_j}$, після чого необхідно перейти до $\mathbf{v_{j+1}}$ і повторити знову всю процедуру. Отже, отримуємо двовимірну інтерполяцію $\Rightarrow$ $\mathbf{P_{m,n}(x, y)}$ степеня **m** по **x** і степеня **n** по **y** $\Rightarrow$ **z(x, y)** у довільній точці **T(x, y)**. Через вузлові точки проводиться деяка поверхня $\mathbf{z= P_{m,n}(x, y)}$. Таким чином ми можемо отримати таку формулу двовимірної інтерполяції за Лагранжем для побудови дискретних моделей складних багатопараметричних систем та середовищ:

$$P_{m,n}(x, y) = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{\substack{j=0 \\ j\neq i}}^{n-1} z(x_j, y_j) \prod_{\substack{p=0 \\ p\neq i}}^{m-1} \prod_{\substack{q=0 \\ q\neq j}}^{n-1} \frac{(x - x_i)(y - y_j)}{(x_p - x_i)(y_q - y_j)} \qquad (2)$$

Зазначимо, що у найбільш загальному випадку при **n**-вимірній інтерполяції через вузлові точки проходить деяка гіперповерхня, що являє собою многочлен **n** змінних, а формула буде мати складніший, але аналогічний вигляд.

Відомо, що інтерполяційний поліном фактично є зрізаним рядом (аналогом ряду Тейлора) у наслідок того, що він обмежений степенем **n**. Звідки випливає, що важливим фактором є введення певного критерію інтерполяції. Тому для збіжності відповідного аналога ряду Тейлора необхідно спадання абсолютної величини коефіцієнта при **u** з ростом степеня **u**. Як відомо й прийнятно,

© Холковський Ю.Р.

критерієм гарної апроксимації у випадку багатовимірної інтерполяції є спадання абсолютних величин похідних по всім змінним із зростанням їх порядку.

Отже, запропонований дискретно-інтерполяційний підхід може бути найбільш єфективним при моделюванні об'єктів, процесів та середовищ, що характеризуються великою кількістю різноструктурних та різноякісних параметрів. Наприклад, при моделюванні багатопараметричного середовища, яким є певна екологічна система, може бути розглянута задача якісної й кількісної оцінки впливу забруднення на навколишнє середовище з часом і у просторі. Для таких випадків виникають такі перспективні задачі щодо вивчення та моделювання екологічної ситуації у певному екологічному середовищі чи екосистемі:

1. Аналіз екологічного стану певного середовища
2. Визначення загального рівня шкідливості певної екологічної системи.
3. Визначення й локалізація місць найбільшого та найменшого забруднення.
4. Динамічне та довгострокове прогнозування забруднення навколишньої території, як результату певної екологічної ситуації середовища.

Для вирішення зазначених вище задач можна отримати у вигляді функціонала таку дискретно-інтерполяційну модель щодо визначення локальних параметрів екологічної ситуації певного середовища:

$$\Phi_{\text{шкідл}.}(p_k) = \sum_{i=0}^{n-1} F_i(p_k) \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^{n-1} \frac{u - u_j}{u_i - u_j} \qquad (3),$$

де $\mathbf{F_i(p_k) = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_{k-1}, p_k\}}$, а $\mathbf{p_1, p_2, p_3}$, …- параметри екологічної системи.

Висновки. Використання запропонованого дискретно-інтерполяційного методу дає можливість будувати дискретні математичні моделі досить складних систем, процесів і середовищ, що характеризуються великою кількістю параметрів та властивостей, які можуть мати не тільки різноманітну структуру, але й певну анізотропність властивостей у часі й просторі.

1. Холковський Ю. Р. Інтерполяція дискретних масивів у загальному випадку як спосіб моделювання багатопараметричних об'єктів та процесів / Ю. Р. Холковський // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип.4 – Т51. – Стор. 156-160.
2. Холковський Ю. Р. Моделювання складних просторових форм із використанням дискретно-інтерполяційного підходу / Ю. Р. Холковський // Труды 14-й Международной научно-практической конференции «Современные проблемы геометрического моделирования». – Мелитополь: ТГАТУ, 2012. – С.
3. Холковський Ю. Р. Дискретно-інтерполяційна екоматриця, як геометрична модель багатопараметричних процесів та систем в екології / Ю. Р. Холковський // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. «Прикладна геометрія та інженерна графіка». – Мелітополь: ТГАТУ, 2012. – Вип.4 – Т55. – Стор. 308-311.

© Холковський Ю.Р.

УДК 514.18
[1]Шоман О.В., [1]Дашкевич А.О., [2]Даниленко В.Я.
[1]Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут",
[2]Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ВИЗНАЧЕННЯ ФОРМ-ФАКТОРІВ ПЕРЕДАЧІ ПРОМЕНЕВОЇ ЕНЕРГІЇ

Шоман О.В., Дашкевич А.О., Даниленко В.Я. Визначення форм-факторів передачі променевої енергії. В статті розглядаються основні алгоритми розрахунку форм-факторів і освітленості в комп'ютерних моделях випромінюючих систем. З'ясовано можливості врахування самозатінення поверхні складного об'єкта на прикладі випромінюючої поверхні джерела спіралеподібної форми. Визначено форм-фактори випромінювання від джерела на площини за допомогою прийнятного алгоритму оцінки освітленості.
Ключові слова: форм-фактор, кутовий коефіцієнт випромінювання, алгоритм, освітлення, проекції.

Шоман О.В., Дашкевич А.О., Даниленко В.Я. Определение форм-факторов передачи лучевой энергии. В статье рассматриваются основные алгоритмы расчета форм-факторов и освещенности в компьютерных моделях излучательных систем. Выяснены возможности учета самозатенения поверхности сложного объекта на примере излучающей поверхности источника спиралеподобной формы. Определены форм-факторы излучения от источника на плоскости с помощью приемлемого алгоритма оценки освещенности.
Ключевые слова: форм-фактор, угловой коэффициент излучения, алгоритм, освещение, проекции.

Shoman O.V., Dashkevich A.A., Danylenko V.J. Determination of form factors of radial energy transmission. In the article the basic algorithms of calculation of form factors and luminosity are examined in the computer models of radiate systems. Possibilities of account of shading itself surface of difficult object are found out on the example of similar to the spiral form radiative surface of source. Form factors of radiation is certain from a source on a planes by means of acceptable algorithm of luminosity estimation.
Key words: form factor, radiation configuration factor, algorithm, illumination, projections.

Постановка проблеми. Теорія теплообміну випромінюванням (феноменологічна теорія) говорить про те, що потік теплового випромінювання являє собою міру нескінченної множини геометричних променів, хід яких підпорядкований законам геометричної оптики [5]. Оцінка частки випромінювання, яку приймає поверхня теплоприймача, в практичних задачах проводиться з використанням кутових коефіцієнтів випромінювання [5]. Вибір способу визначення цих коефіцієнтів (методи безпосереднього інтегрування, використання алгебри кутових коефіцієнтів, експериментальні методи та ін.) зумовлений геометричною формою поверхонь, що обмінюються енергією. Пряме інтегрування рівнянь потоків енергії для одержання значень кутових коефіцієнтів можливе лише у простих випадках. Для систем зі складною конфігурацією, наприклад, коли геометрична форма поверхонь не може описуватися аналітично, недоцільно використовувати методи, що пов'язані з процесом безпосереднього інтегрування. За таких умов набагато ефективніше використовувати геометричні методи оцінки енергії випромінювання [3, 4, 10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Алгоритми обчислення інтегралів потребують для визначення кутових коефіцієнтів випромінювання (ККВ) врахування факту належності точки до ділянки поверхні випромінювача, "зверненої" до поверхні приймача. Це дуже актуально у випадках для неопуклої поверхні, на якій можуть бути ділянки, затінені іншими ділянками тієї ж поверхні [10]. В методі радіально-паралельних проекцій (RP-проекцій), розробленому проф. Куценком Л.М. [3] та розвинутому далі [2, 4, 10], нема потреби у виконанні етапу аналізу та розрахунку взаємної видимості точок, що належать ділянкам поверхонь об'єктів променевого енергообміну. Тут необхідні знання з опису радіально-паралельної проекції геометричного об'єкта, що будується послідовним проеціюванням об'єкта на поверхню півсфери радіуса 1, а потім – на великий круг сфери, суміщений з координатною площиною *Oxy*, дотичною до поверхні приймача. В роботах Л. М. Куценка [3, 4] оцінка площі RP-проекції здійснюється за допомогою опису RP-проекції поверхні у вигляді нерівності $f(x, y) \geq 0$.

Замість поняття ККВ в дослідженнях з удосконалення алгоритмів комп'ютерної графіки, що стосуються, наприклад, визначення освітленості тривимірних комп'ютерних моделей, прийнято використовувати поняття форм-фактору [12, 17] (поняття "form factor" є аналогом до понять "shape factor" [16], "configuration factor" [21], "view factor" [14]).

Невирішені частини проблеми. На етапах розробки та дослідження джерел променевої енергії (наприклад, джерел світла) зі складною геометричною формою саме алгоритми комп'ютерної графіки можуть допомогти створити універсальний алгоритм підрахунку

© Шоман О.В., Дашкевич А.О., Даниленко В.Я.

ефективності джерела світла ще до моменту його виготовлення, тобто створити інструмент, який дозволить досліджувати вплив геометричної форми джерел світла на розподіл світлового потоку (світлової енергії). Проведений аналіз методів та алгоритмів визначення форм-факторів показує, що вони не всюди враховують самозатінення ділянок поверхні випромінювача, тому при дослідженнях реальних об'єктів виникає необхідність внесення змін до алгоритмів освітлення.

Формулювання мети дослідження. Розглянути основні алгоритми розрахунку форм-факторів і освітленості в комп'ютерних моделях систем передачі променевої енергії. З'ясувати можливості врахування самозатінення поверхні складного об'єкта на прикладі випромінюючої поверхні джерела спіралеподібної форми. Визначити форм-фактори передачі променевої енергії від джерела на інші поверхні за допомогою прийнятного алгоритму оцінки освітленості.

Основна частина. Кутовий коефіцієнт випромінювання є геометричним інваріантом [5], що визначає частку променевої енергії, яку "віддає" одна поверхня і "приймає" інша поверхня. У разі, коли один геометричний елемент є джерелом світла, ККВ характеризує частку енергії прямого освітлення іншого елемента, яка припадає на одиницю потужності випромінювання від джерела світла. На рис. 1 зображено схеми енергообміну випромінюванням між елементарними ділянками двох поверхонь, де Φ_{ij} – світловий потік, n_i та n_j – нормалі до елементарних ділянок поверхонь. ККВ не залежить від відбивальних характеристик поверхонь; він залежить від відстані та взаємної орієнтації двох поверхонь, а також від наявності між ними непрозорих (для даного виду енергії) об'єктів.

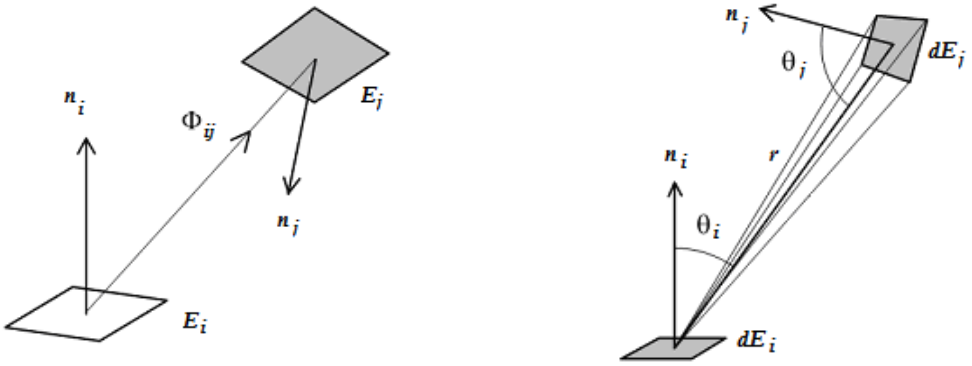


Рис. 1 [12]. **Схеми енергообміну випромінюванням між елементарними ділянками двох поверхонь**

Згідно з теорією променевого теплообміну [1] формула визначення інтегрального кутового коефіцієнта має вигляд:

$$F_{E_iE_j} = \frac{1}{E_j}\int_{E_j}\int_{E_i}\frac{\cos\theta_i\cos\theta_j}{\pi r^2}dE_i dE_j, \qquad (1)$$

де θ_i – кут між вектором нормалі до ділянки E_i та вектором, направленим від точки ділянки E_i до точки ділянки E_j; θ_j – кут між вектором нормалі до ділянки E_j та вектором, направленим від точки ділянки E_j до точки ділянки E_i; r – відстань між точками ділянок.

Локальний ККВ обчислюється за формулою [1]:

$$F_{dE_jE_i} = \int_{E_i}\frac{\cos\theta_i\cos\theta_j}{\pi r^2}dE_i\,. \qquad (2)$$

Наведене рівняння в загальному випадку не має аналітичного розв'язку, тому його розв'язання може йти шляхом використання чисельних методів. Серед таких методів можна виділити метод сфери (півсфери) одиничного радіуса (рис. 2) [1, 12, 17], методи півкуба (рис. 3) [12, 17] та "кубічного тетраедра" [13]. Зауважимо, що метод сфери одиничного радіуса

© Шоман О.В., Дашкевич А.О., Даниленко В.Я.

модернізовано у вигляді методу RP-проекцій [2–4, 9, 10]; можливості методу півкуба для визначення ККВ розглянуто в роботах [6, 7].

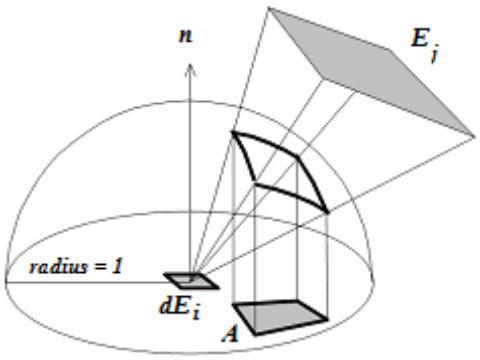


Рис. 2. **Метод півсфери**

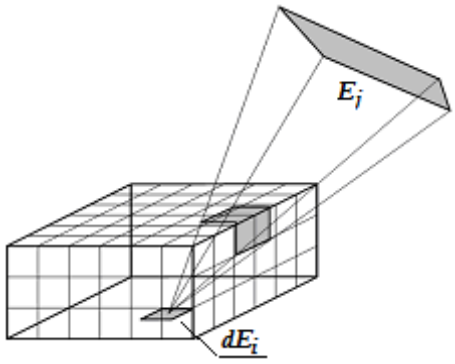


Рис. 3. **Метод півкуба**

Графічно (рис. 2) за методом півсфери (методом Нусельта [1]) одержується проекція *A* і для обчислення ККВ береться відношення її площі до площі круга з радіусом, що дорівнює одиниці. Але обчислювати ККВ за методом Нусельта не завжди доцільно через існування нераціональних етапів проеціювання на півсферу. Дійсно, при інтегруванні суттєвий внесок в інтегральні суми надають лише елементарні ділянки поверхні-випромінювача, розташовані в "зеніті" півсфери. А елементарні ділянки поверхні-випромінювача, що розташовані "біля горизонту" півсфери, майже не впливають на значення інтегральної суми.

В роботі для програми, що розробляється, було обрано метод півкуба [12, 17] як більш простий у реалізації і як такий, що має меншу обчислювальну складність. В алгоритмі півкуба значення форм-фактору (аналогія ККВ в термінах комп'ютерної графіки) дорівнює відношенню площі проекції поверхні, що випромінює, на поверхню півкуба до площі поверхні самого півкуба, яка складається з суми площ п'яти його граней (див. рис. 3). Швидкість і точність цього методу розрахунку залежать від розміру і кількості дискретних областей на гранях півкуба. Для більшої точності великі поверхні, як правило, доцільно розбивати на множину невеликих поверхонь перед виконанням будь-яких розрахунків форм-факторів.

Розглянемо основні алгоритми розрахунку освітленості в комп'ютерних моделях систем передачі енергії випромінюванням.

Серед комп'ютерних алгоритмів освітлення, інтенсивний розвиток яких відбувається останнім часом, можна виділити: моделі локального освітлення (не враховують передачу світла між поверхнями та вторинне освітлення), які були історично першими (до них належать алгоритми Гуро [20] та Фонга [22]); моделі глобального освітлення – алгоритми фотонних карт (Photon Maps) [15], алгоритм трасування променів (Ray Tracing) [24], алгоритм освітленості (Radiosity) [12, 17, 18] та гібридні алгоритми на їх основі [19].

Із вказаних алгоритмів найбільш простими в реалізації є алгоритми локального освітлення, але вони не надають необхідної точності результату [11, 19, 23]. З іншого боку, алгоритми трасування променів та "radiosity" є більш точними, але швидкість розрахунку їх суттєво менша порівняно з моделями Гуро та Фонга [1, 2]. Алгоритм трасування променів більше підходить для розрахунків дзеркальних відображень, а алгоритм "radiosity" – для дифузного освітлення [4, 6, 7].

Алгоритм "radiosity" полягає в тому, що всі поверхні (в тому числі і поверхню випромінювача світла), які використовуються у розрахунках, необхідно поділити на елементарні ділянки площі – так звані "патчі" (рис. 4) [12]. Після цього оцінюється освітлення для всіх патчів:

$$E = \sum_{i=1}^{n} \frac{I_i \cos\theta_i}{d_i}, \tag{3}$$

де I_i — інтенсивність випромінювання точкового джерела світла S_i; d_i – відстань від джерела світла до поверхні-приймача.

Форм-фактор dF_{ij} випромінювання від елементарного патчу dE_i до елементарного патчу dE_j визначається [12]:

© Шоман О.В., Дашкевич А.О., Даниленко В.Я.

$$dF_{ij} = \frac{\cos\theta_i \cos\theta_j dA_j}{\pi r^2}, \tag{4}$$

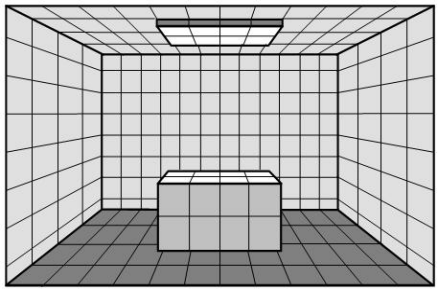


Рис. 4 [12]. **Розбиття поверхонь на елементарні ділянки площі**

де θ_i та θ_j – кути між прямою, що сполучає dE_i та dE_j, та нормалями n_i та n_j (див. рис. 2), r – відстань між елементарними патчами dE_i та dE_j, dA_j – площа патчу dE_j.

Форм-фактор випромінювання від скінченої поверхні E_i до елементарного патчу dE_j визначається за формулою (2). Для обчислення пропонується використовувати метод півкуба, який описано вище.

Таким чином розраховується значення форм-фактору між усіма патчами поверхні-приймача та усіма патчами поверхні-джерела. Після цього оцінюється загальна кількість енергії випромінювання, яку отримує поверхня-приймач:

$$F = \sum_{j=1}^{n} dF_{ij} \ . \tag{5}$$

Наведену схему покладено в основу алгоритму і програми обчислення форм-факторів для випромінюючої поверхні джерела "спіралеподібної" форми. Ця поверхня моделює випромінюючу поверхню стандартної компактної люмінесцентної лампи [8]. Модель (рис. 5) було створено в програмі AutoDesk 3ds Max. На рис. 6 наведено приклад проекції моделі випромінюючої поверхні лампи на поверхню півкуба. Розроблена модель враховує самозатінення поверхні.

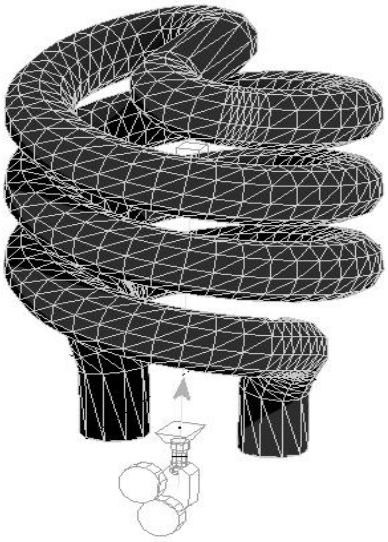


Рис. 5. **Модель випромінюючої поверхні лампи та ділянка поверхні півкуба**

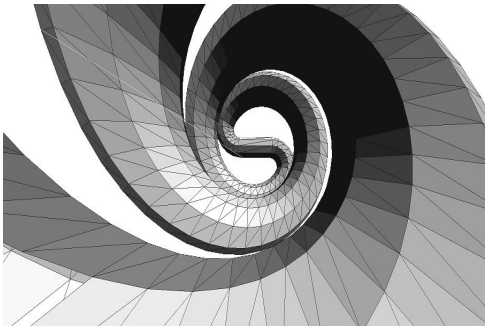


Рис. 6. **Проекція моделі випромінюючої поверхні лампи на поверхню півкуба**

Засобами бібліотеки комп'ютерної графіки OpenGL було реалізовано складений алгоритм. Розглянемо реалізацію запропонованого алгоритму. На рис. 5 наведено довільний розташунок

© Шоман О.В., Дашкевич А.О., Даниленко В.Я.

точки зору (елементарний патч). З нею пов'язано півкуб (зображення у вигляді камери), який зорієнтовано уздовж нормалі до поверхні-приймача. Далі засобами графічної бібліотеки OpenGL можна отримати проекцію моделі випромінюючої поверхні лампи на півкуб (рис. 6). Ця проекція використовується для розрахунку форм-фактору замість розрахунку інтегралу по складній поверхні. Наступним кроком пропонується рахувати кількість пікселів отриманої проекції та обчислювати відношення цієї кількості до загальної кількості пікселів зображення.

На рис. 7, *а, б, в* наведено результати розрахунків у вигляді гістограм розподілу значень форм-факторів відносно змодельованої поверхні випромінювача за різної орієнтації її в прямокутній системі координат.

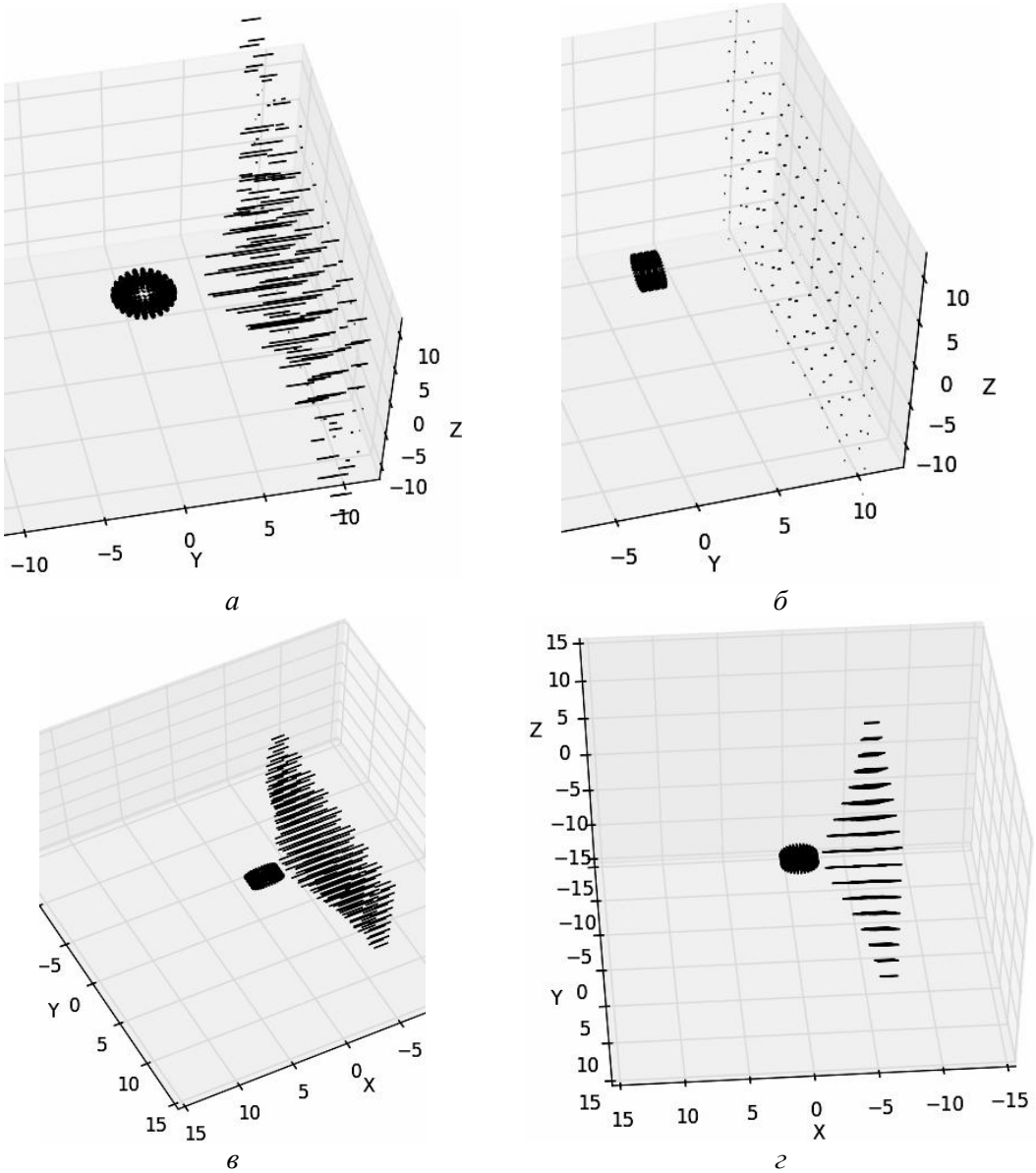


Рис. 7. **Гістограми значень форм-факторів:**
а, б* – на площинах, паралельних до *xz*; *в, г* – на площинах, паралельних до *yz

Висновки. Відповідно до складності геометричної форми поверхонь об'єктів, що обмінюються енергією, стають достатньо ефективними ті чи інші методи та способи визначення форм-факторів променевого енергообміну, оскільки можливості кожного з алгоритмів розрахунку спрямовані на певні класи геометричних об'єктів. Запропонований підхід до визначення форм-факторів передачі випромінювання від об'єкта складної геометричної форми враховує самозатінення випромінюючої поверхні і є більш універсальним. Проведений комп'ютерний експеримент виявив доцільність використання одержаних результатів для розрахунків ламп

© Шоман О.В., Дашкевич А.О., Даниленко В.Я.

зі "спіралеподібною" випромінюючою поверхнею. Разом з цим, перспективними будуть дослідження різних класів геометричних об'єктів із самозатіненням їх елементів.

1. Зигель Р. Теплообмен излучением / Р. Зигель, Дж. Хауэлл ; пер. с англ. под ред. Б. А. Хрусталева. – М. : Мир, 1975. – 934 с.
2. Кукуруза Д. В. Інтегральні кутові коефіцієнти випромінювання для "рельєфного" теплоприймача / Д. В. Кукуруза // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – 2004. – Вип. 6. – С. 117–123.
3. Куценко Л. Н. Машинная графика в задачах проекционной природы / Л. Н. Куценко // Новое в жизни, науке и технике. Сер. "Математика, кибернетика". – 1990. – № 8. – 48 с.
4. Попов В. М. Метод оцінки теплового потоку, що випромінюється еліпсоїдом як факелом полум'я / В. М. Попов, Л. М. Куценко, В. В. Семенова-Куліш. – Х. : ХІПБ МВС України, 2000. – 144 с.
5. Рубцов Н. А. Геометрические инварианты излучения / Н. А. Рубцов, В. А. Лебедев. – Новосибирск : ИТ АН СССР (СО), 1989. – 242 с.
6. Самарін В. О. Вибір раціонального методу визначення кутових коефіцієнтів випромінювання / В. О. Самарін, О. В. Шоман // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – 2012. – Вип. 90. – С. 302–308.
7. Самарін В. О. Знаходження локальних кутових коефіцієнтів випромінювання методом півкуба / В. О. Самарін, О. В. Шоман // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – 2011. – Вип. 88. – С. 287–292.
8. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю. Б. Айзенберга. – [3-е изд., перераб. и доп.] – М. : Знак, 2006. – 972 с.
9. Шоман О. В. Конструктивні підходи до опису RP-проекцій геометричних об'єктів / О. В. Шоман // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – 2012. – Вип. 89. – С. 392–396.
10. Шоман О. В. Самоопромінення каналової поверхні / О. В. Шоман, В. О. Самарін, Я. П. Легета // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – 2009. – Вип. 82. – С. 73–79.
11. Шоман О. В. Спосіб побудови геометричної моделі контурів вигоряння з урахуванням геометричних інваріантів випромінювання / О. В. Шоман О.В., К. В. Анісімов // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – 2011. – Вип. 87. – С. 440–446.
12. Ashdown I. Radiosity: A Programmer's Perspective / I. Ashdown. – Heart Consultants Limited, Canada, 2002. – 515 p.
13. Beran-Koehn J. C. A cubic tetrahedra adaption of the hemicube algorithm / J. C. Beran-Koehn, M. J. Pavicic // In James Arvo, editor, Graphics Gems II, Academic Press, Boston, 1991. – P. 299–302.
14. Carlson R. W. View Factor for Radiant Heart Transfer between the Wall and End of a Cylinder / R. W. Carlson , J. Garsia // Annals of Nuclear Energy. – 1984. – Vol. 11, № 4. – P. 187–196.
15. Christensen N. J. A Practical Guide to Global illumination and Photon Maps / N. J. Christensen, H. W. Jensen // SIGGRAPH. – 2000. – July 23. – Course notes #8.
16. Chung B. T. F. Radiation Shape Factors from Plane Point Sources / B. T. F. Chung, P. S. Sumitra // ASME J. Heat Transfer. – 1972. – Vol. 94, № 3. – P. 328–330.
17. Cohen M. F. Radiosity and realistic image synthesis / M. F. Cohen, J. R. Wallace. – Academic Press Inc., USA, 1995. – 381 p.
18. Gijsenij A. Color constancy for multiple light sources / A. Gijsenij, R. Lu, T. Gevers // Image Processing, IEEE Transactions on. – 2012. – Vol. 21, № 2. – P. 697–707.
19. Goral C. Modeling the interaction of light between diffuse surfaces / C. Goral, K. Torrance, D. Greenberg, B. Battaile // Computer Graphics. – 1984. – Vol. 18. – № 3. – P. 213–222.
20. Gouraud H. Continuous shading of curved surfaces / H. Gouraud // IEEE Transactions on Computers. – 1971. – Vol. 20, № 6. – P. 623–629.
21. Howell J. R. A Catalogue of Radiation Configuration Factors / J. R. Howell. – N.Y. : McGraw-Hill, 1982. – P. 89–242.
22. Phong B. Illumination for computer generated pictures / B. Phong // Communications of ACM. – 1975. – Vol. 18, № 6. – P. 311–317.
23. Savc M. A Novel Colour-Constancy Algorithm: A Mixture of Existing Algorithms / M. Savc, D. Zazula, B. Potocnik // Journal of the Laser and Health Academy. – 2012. – Vol. 2012, № 1. – P. 5–36.
24. Wald I. Realtime Ray Tracing and Interactive Global Illumination / I. Wald. – Germany : Saarland University, 2004. – 297 p.

© Шоман О.В., Дашкевич А.О., Даниленко В.Я.

УДК 515.2:681.3
Юрчук В.П. д.т.н., Карпюк В.В., Махорін Я.Г., аспірант
НТУУ «Київський політехнічний інститут»

КОНСТРУЮВАННЯ СПРЯЖЕНИХ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН НА ЕОМ

Юрчук В.П., Карпюк В.В., Махорін Я.Г. Конструювання спряжених робочих поверхонь сільськогосподарських машин на ЕОМ. У статті розглянуто ефективний алгоритм конструювання спряжених поверхонь, та узагальнено кінематичні моделі формотворення поверхонь при спряженні обертальних та гвинтових рухів.
Ключові слова: Спряжені поверхні, конструювання, формоутворення, кінематичне, гвинтове, алгоритм, AutoCAD, кочення.

Юрчук В.П., Карпюк В.В., Махорин Я.Г. Конструирование сопряженных рабочих поверхностей сельскохозяйственных машин на ЭВМ. В статье рассмотрены эффективный алгоритм конструювання сопряженных поверхностей, и обобщенно кинематические модели формообразования поверхностей при сопряжении вращательных и винтовых движений.
Ключевые слова: сопряженное поверхности, конструирование, формообразования, кинематическое, винтовое, алгоритм, AutoCAD, качения

Yurchuk V., Karpyuk V., Mahorin Y. Construction conjugated working surface of agricultural machines on computer. Abstract. In the article the effective algorithm konstroyuvannya conjugated surfaces and generalized kinematic model of shaping surfaces during coupling and screw rotational movements.
Keywords: conjugated surface design, forming, kinematics, screw algorithm, AutoCAD, rolling

Постановка проблеми. В сільському господарстві часто використовуються спряжені поверхні в якості робочих органів машин. При конструюванні яких, необхідно зробити розрахунок поверхні деталі та інструмента, а також виконати побудову їхнього графічного зображення. Побудова отриманих спряжених поверхонь вищих кінематичних пар повязана з великим обсягом графічних робіт. Використання САПР AutoCAD дозволяє підвищити продуктивність, точність та якість виконаних креслень та виконати автоматизацію усіх етапів розрахунків та побудов.

Аналіз останніх досліджень. Виготовлення деталей з спряженими поверхнями вимагає виконання дослідження особливостей спряження гелікоїдів заготовки та інструмента або спряжених поверхонь гвинтових механізмів. Аналітичне визначення параметрів спряжених поверхонь пов'язане з великою кількістю обчислень. Експериментальне моделювання спряження гелікоїдів деталі та інструмента пов'язано зі значними матеріальними витратами. Найбільш ефективним методом формування сряжених гелікоїдів є метод геометричного комп'ютерного моделювання.

Формулювання цілей статті. Тому виникає потреба в узагальненому описі кінематичних схем формування поверхонь при спряженні обертальних та гвинтових рухів, та розробки ефективних способів костроювання спряжених поверхонь.

Основна частина. На основі проведеної роботи узагальнено кінематичні схеми формоутворення поверхонь при спряженні обертальних та гвинтових рухів. Вони наведені в таблиці 1.

Для побудови спряжених поверхонь вильчатих та дискових ВРО за допомогою діаграми кінематичного гвинта визначимо початкові параметри переміщення поверхонь. Нам відомі міжосьова відстань між вильчатими і дисковими копачами, яка визначається параметрами серійних базових конструкцій коренезбиральних машин. Нехай вона дорівнює *AB*. Також нам відома швидкість початкової поверхні вильчатого копача ω_A. Конструктивно визначаємо точку контакту *K* і звідси маємо:

$AK+KB=AB$, а також, враховуючи відомі залежності, пов'язані з міжосьовою відстанню: $AK=a$; $Kb=b$. Відомим також є величина кута установки осі вильчатого копача a.

*Науковий керівник Юрчук В.П.

Знаємо, що для результуючого кінематичного гвинта існує залежність: $b = p \cdot ctg\alpha$, визначаємо гвинтовий параметр p, а також параметри дискового копача: ω_B, β, напрямок осі результуючого руху та ще до десяти інших параметрів [1].

© Юрчук В.П., Карпюк В.В., Махорін Я.Г.

ВІДНОСНИЙ РУХ ВИРОБУ ТА ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ПРОФІЛЮВАННІ	ВІДНОСНИЙ РУХ ЗА ДОПОМОГОЮ АКСОЇДІВ	АКСОЇД	
		ІНСТРУМЕНТУ	ВИРОБУ
Гвинтовий та обертальний навколо мимобіжних осей, (вісь обертального руху перпендикулярна гвинтовій поверхні)	Кочення площини по гелікоїду	Площина	Гелікоїд евольвентний
Гвинтовий та обертальний навколо мимобіжних осей, (вісь обертального руху паралельна гвинтовій поверхні)	Кочення циліндра по гелікоїду	Циліндр	Гелікоїд евольвентний
Гвинтовий та обертальний навколо мимобіжних осей, (осі відносних рухів не перпендикулярні)	Кочення конуса з ковзанням по гелікоїду	Конус	Гелікоїд евольвентний
Гвинтовий та обертальний навколо мимобіжних осей, (осі відносних рухів перпендикулярні внутрішній та зовнішній дотичним гвинтової поверхні)	Кочення конса з ковзанням по гелікоїду	Конус	Гелікоїд евольвентний
Гвинтовий та обертальний навколо мимобіжних осей, (осі відносних рухів рівнобіжні внутрішній та зовнішній дотичним гвинтової поверхні)	Ковзання конуса по гелікоїду	Конус	Гелікоїд евольвентний
Гвинтовий та обертальний навколо мимобіжних осей	Кочення гіперболоїда по гелікоїдув	Гіперболоїд Гіперболоїд	Гіперболоїд архімедів Гелікоїд конволютний
Гвинтовий та обертальний навколо мимобіжних осей	Кочення з ковзанням гіперболоїда по гелікоїду	Гіперболоїд Гіперболоїд	Гелікоїд архімедів Гелікоїд конволютний
Два гвинтових рухи	Кочення гелікоїда по гелікоїду	Гелікоїд архімедів Гелікоїд конволютний Гелікоїд конволютний Гелікоїд евольвентний	Гелікоїд конволютний Гелікоїд архімедів Гелікоїд конволютний Гелікоїд евольвентний
Три гвинтових рухи	Кочення з ковзанням гелікоїда по гелікоїду	Гелікоїд архімедів Гелікоїд конволютний Гелікоїд конволютний Гелікоїд евольвентний	Гелікоїд конволютний Гелікоїд архімедів Гелікоїд конволютний Гелікоїд евольвентний

Таблиця 1. Кінематичні способи формоутворення поверхонь при спряженні обертальних та гвинтових рухів.

Алгоритм побудови дозволяє також виконати обернену задачу, тобто, маючи параметри робочої поверхні дискового копача, отримати поверхню вильчатого копача.

З наведених досліджень можна зробити висновок, що діаграма кінематичного гвинта при конструюванні ВРО коренезбиральних машин дозволяє наглядно показати накладання (пряма задача) і розкладання (обернена задача) руху твердого тіла. Одночасно при цьому можна визначити кінематичні характеристики спряжених поверхонь ВРО у гвинтовому русі, геометричні параметри їх орієнтації, будувати спряжені поверхні з лінійним дотиком, а також графічно визначити до тринадцяти кінематичних параметрів.

Використовуючи запропоноване графічне рішення задачі, визначення параметрів поверхонь спряжених ВРО у вигляді конволютних гелікоїдів з використанням методу діаграми кінематичного гвинта, можна побудувати трьохвимірні геометричні моделі спряжених конволютних гелікоїдів ВРО при відносному русі коливання з ковзанням.

Найбільш ефективним і оригінальними методами комп'ютерної побудови спряжених робочих поверхонь є методи, розроблені проф. А.М. Підкоритовим та його учнями [2,3]. Ці методи

© Юрчук В.П., Карпюк В.В., Махорін Я.Г.

дозволяють значно підвищити продуктивність розрахунково-графічних робіт і отримати на сучасних ЕОМ наочне зображення робочих поверхонь за заздалегідь заданими вимогами.

Розв'язання даної задачі можна виконати з використанням команд: LINE, SPLINE, RULESURF або EDGESURF САПР AutoCad.

Нехай нам необхідно визначити $\Sigma_1(c_1, h_1, \omega_{C1})$ робочої поверхні конволютного гелікоїда дискового копача, де c_1 - вісь обертання гелікоїда; $h_1 = u_1/\omega_{C1}$ - параметр гвинтової поверхні; ω_{C1} - кутова швидкість твірної лінії *c*, яка утворює гвинтову поверхню; u_1 - швидкість поступального руху твірної с вздовж осі гвинта.

Визначити: а) $\Sigma_2(c_2, h_2, \omega_{C2})$ робочої поверхні конволютного гелікоїда дискового копача, де c_2 - вісь обертання гелікоїда; $h_2 = u_2/\omega_{C2}$ - параметр гвинтової поверхні; ω_{C1} - кутова швидкість твірної лінії *c*, яка утворює гвинтову поверхню; u_2 - швидкість поступального руху твірної с вздовж осі гвинта.

Б) $\Phi(c, h, \omega_C)$ поверхні ґрунтового посередника, який відповідає параметрам миттєвого відносного руху спряжених поверхонь, де c - вісь миттєвого відносного гвинтового руху; $h = u/\omega_C$ – параметр миттєвого відносного гвинтового руху; ω_C - кутова швидкість миттєвого відносного гвинтового руху; u - швидкість поступального руху ковзання твірної вздовж осі миттєвого відносного руху; кут θ_1 - кут між віссю c_1 конволютного гелікоїда дискового копача і віссю с грунтового посередника, який відповідає гелікоїду миттєвого відносного гвинтового руху Ф; кут θ - кут між осями OC_1 і OC_2 спряжених поверхонь Σ_1 і Σ_2; кут θ_2 - кут між віссю c_1 конволюнтного гелікода вильчатого копача Σ_2 і віссю с миттєвого відносного гвинтового руху, який відповідає гелікоїду грунтового посередника; K_1, K_2 – відстань між осями дискового копача Σ_1 і вилкового Σ_2; KK_1 – відстань між віссю c_1 конволюнтного гелікоїда Σ_1 і віссю с миттєвого відносного гвинтового руху Ф - грунтового посередника; KK_2 – відстань між віссю c_2 вилки Σ_2 і віссю грунтового посередника – миттєвого відносного гвинтового руху Ф.

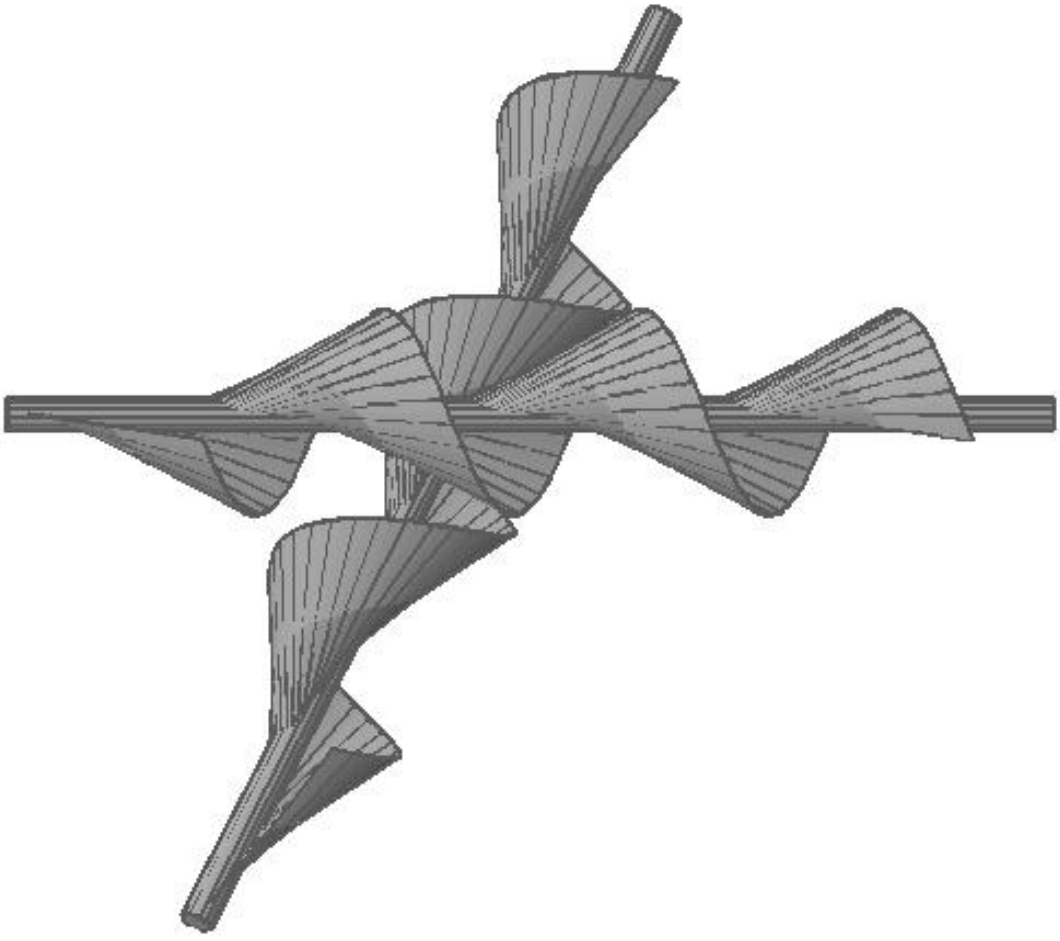


Рис. 1. Побудова на ЕОМ спряжених гвинтових поверхонь ВРО активної дії.

© Юрчук В.П., Карпюк В.В., Махорін Я.Г.

Алгоритм побудови поверхонь наступний:

1) За допомогою команди LINE, із заданим типом осьової лінії – center, будується вісь конволюнтного гелікоїда диска Σ_1 (рис.1);
2) Командою SPLINE будується внутрішня гвинтова напрямна, яка лежить на основному циліндрі конволюнтного гелікоїда диска Σ_1 робочої поверхні вилки;
3) Також командою SPLINE будується зовнішня гвинтова напрямна конволютного гелікоїда Σ_1;
4) За допомогою системної змінної SURFTAB1 будується число ліній відображення поверхні конволюнтного гелікоїда Σ_1 дисковог копача;
5) Функцією CONECT будуємо поверхню конволюнтного гелікоїда Σ_1 дискового копача;
6) КомандоюLINE, із заданим типом осьової лінії – center, будуємо вісь конволюнтного гелікоїда Σ_2 вильчатого копача;
7) За допомогою команди SPLINE будуємо внутрішню гвинтову напряму, яка лежить на основному циліндрі конволюнтного гелікоїда диска Σ_2 вольчатого копача;
8) За командою SPLIN також будуємо зовнішню гвинтову напряму конволюнтного гелікоїда диска Σ_2 вольчатого копача;
9) Системною змінною SURFTAB1 задаємо число ліній відображення поверхні конволюнтного гелікоїда Σ_2 вольчатого ВРО;
10) Командою CONECT будуємо поверхню конволюнтного гелікоїда Σ_2 вильчатого копача;
11) За допомогою команди LINE, із заданим типом осьової лінії – center, будуємо вісь миттєвого відносного гвинтового руху гвинтового посередника;
12) Командою SPLINE будуємо внутрішню гвинтову напряму, яка лежить на основному циліндрі миттєвого відносного гвинтового руху ґрунтового посередника;
13) Командою SPLINE будуємо зовнішню гвинтову напряму миттєвого відносного гвинтового руху;
14) За допомогою системної змінної SURFTAB1 будуємо лінії відображення поверхні миттєвого відносного гвинтового руху;
15) Функцією CONECT будуємо поверхню миттєвого відносного гвинтового руху;

Висновки

1. Таким чином , в результаті вирішення поставленої задачі, побудована трьохвимірна комп'ютерна модель поверхні нового вильчатого ВРО, яка відповідає спряженим лінійчатим конволюнтним гелікоїдам при відносному коченні із ковзанням.
2. Для дослідників та інженерів-конструкторів ґрунтообробних машин та знарядь така інформація може служити вихідною для проведення пошуку при побудові нових поверхонь чи при корегуванні існуючих виконуючих робочих органів коренезбиральних машин.
3. Одночасно з цим одержані геометричні моделі поверхонь ВРО дозволяють вийти на параметри дії на ґрунтовий посередник, що є дуже важливим фактором у землеробські механіці.

1. Босой Е. С., Верняев О. В., Смирнов И. И., Султан-Шах Е. Г. Теория конструкции и расчет сельськохозяйственных машин. – М.: Машиностроение, 1977. – 586 с.
2. Подкорытов А. Н. Теоретические основы автоматизированных методов геометрического моделирования сопряженных криволинейных поверхностей, исключающих интерференцию : автореф. дис. д-ра техн. наук. – М., 1989. – 32 с.
3. Подкоритов А. М., Юрчук В. П., Кость О. О. Проектування робочих органів коренезбиральних машин шляхом використання теорії спряжених поверхонь / співавт. : В. П. Юрчук, О. О. Кость // Геометр. та комп`ютер. моделювання : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Х., 2007. – Вип. 17. – С. 16 – 21. – Бібліогр.: 6 назв.

© Юрчук В.П., Карпюк В.В., Махорін Я.Г.

УДК 514.18
Башта О.Т., Джурик О.В., Джурик Н.О.
Національний авіаційний університет

METHODICAL PROVISIOIN OF TEACHING GRAPHICAL DISCIPLINES IN ENGLISH- SPEAKING PROJECT OF NAU

Bashta O.T., Dzhuryk O.V., Dzhuryk N.O. Methodical provision of teaching graphical disciplines in English-speaking project of NAU. Methodical elaborations used during studying process of graphical disciplines in English are considered.
Keywords: methodical elaboration, higher school, English language, graphical discipline.

Башта О.Т., Джурик О.В., Джурик Н.О. Методичне забезпечення викладання графічних дисциплін в англомовному проекті НАУ. Розглядаються методичні розробки, які використовуються в навчальному процесі при викладанні графічних дисциплін англійською мовою.
Ключові слова: методична розробка, вища школа, англійська мова, графічна дисципліна.

Башта Е.Т., Джурик Е.В., Джурик Н.А. Методическое обеспечение преподавания графических дисциплин в англомовном тпроекте НАУ. Рассматривается методическое обеспечение учебного процесса при преподавании графических дисциплин на английском языке.
Ключевые слова: методическая разработка, высшая шщкола, английский язык, графическая дисциплина.

Problem formulation. Eurointegrational process requires the adaptation to Europe standards by Ukrainian higher schools. One of the first steps in this direction is the transition of professing in English language. The practice of profession of general education and special disciplines is needed to be adapted with European practice.

In last years in most of academies of Ukraine there are special projects within the framework of which students (as Ukrainian, as foreign) are studying all the course of education in English. Russian and English languages are the official languages of ICAO. ICAO (International Civil Aviation Organization) is the specialized UN agency that sets international standards of civil aviation and coordinates its development with the goal to improve safety and efficiency. It also ensures the organization and coordination of international cooperation in all matters of civil aviation. So, teaching English is especially important in aviation universities. In particular, in National Aviation University (within special project) exists the program for twelve technical departments in which all the subjects from the first to the fifth or sixth years are taught in English.

The main part. Department of Computer Technologies of Design and Graphics of NAU provides teaching of such disciplines as "Descriptive Geometry", "Descriptive Geometry and Engineering Graphics", "Engineering Graphics", "Engineering and Computer Graphics", "Computer Graphics" in English for eleven technical specialties.

To support the learning process, all educating work programs and complex tests for detecting the residual knowledge were translated into English. All calculations and graphic works, homework assignments, tests, module tasks, module tests and examination cards are created in English. Lectures are also delivered in English.

An urgent need in writing of methodic literature that would help with studying of descriptive geometry, engineering and computer graphics in English appeared. The authors published methodical books like "Problems and exercises of Descriptive Geometry" (which consists of problems in descriptive geometry without examples of solution), furthers for laboratory works "Computer Graphics" (consisting of tasks, options and examples of their implementation using two graphics systems - AutoCAD and P-CAD), next a textbook "Geometric Constructions with elements of Computer Drawing" (consisting of two parts: "General rules of drawings," where basic terms and definitions are set according to ГОСТ 3321-96 and "Geometric constructions" with application of graphic system in AutoCAD), two manuals "AutoCAD" (containing theoretical material and tasks with options and examples of their implementation).

During the teaching of engineering and computer graphics in the first and second years several problems appeared, because most of students, who are fluent in English, usually do not orientate in technical terms and it is difficult for lecturer to explain their meanings.

© Башта О.Т., Джурик О.В., Джурик Н.О.

Therefore, the authors developed and published Ukrainian-Russian-English illustrated textbooks which includes, "Glossary of descriptive geometry, engineering and computer graphics," which has not only translational function, but also interprets the meaning of technical terms. The dictionary is published with the approval of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

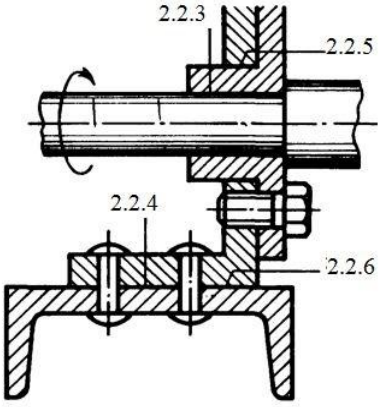
The proposed tutorial is not a systematic course in engineering and computer graphics. Its purpose is to help students and teachers, who study or teach these subjects in English.

In the dictionary, explanations are made in the form of internationally accepted symbols, drawings, diagrams, charts, formulas. Typically, this illustration shows the image that is most prevalent in the international educational and technical literature for explanation of this term. Illustrations are made in simple graphical language that facilitates the understanding.

Illustrations, except from informational purpose help to memorize the material which has been illustrated. Therefore, in textbooks this illustrates the meaning of terms which would also be clear without explanation.

Nowadays, the student must have an understanding of those technological processes, with the help of manufactured products, naming various complex materials. Therefore, engineering graphics course has a close connection with many technical disciplines and the Glossary provides many terms (Fig. 1) which are used in general engineering industries.

2.2.2. З'єднання
Соединение
Joint



2.2.3. Рухоме з'єднання
Подвижное соединение
Movable joint

2.2.4. Нерухоме з'єднання
Неподвижное соединение
Fixed joint

2.2.5. Рознімне з'єднання
Разъемное соединение
Detachable joint

2.2.6. Нерознімне з'єднання
Неразъемное соединение
Permanent joint

Fig. 1. Types of joint, presented in the Glossary, "Machine elements" part [authoring]

© Башта О.Т., Джурик О.В., Джурик Н.О.

The studying of fundamental mathematics in particular, descriptive geometry, in technical high schools is very important in the formation of future engineers. Reduction of hours of a course of descriptive geometry, it's mainly semester passage determines the reduction of amount considered questions. There are some differences in lectures and practical and laboratory classes in English. It should be noted that the information in a foreign language is absorbed by students much more slowly than on the mother tongue so, as a result the lack of time appears. In the study of descriptive geometry course there are also some difficulties associated with poor development of spatial imagination of the students. Therefore, the authors have developed and published, "Problems in descriptive geometry" in English.

The original collection includes problems which correspond to the course program of descriptive geometry for technical specialties.

It can be used by students during their studying "Descriptive Geometry" as a certain subject and as composite part of educative disciplines like "Descriptive Geometry and Engineering Graphics", "Engineering and Computer Graphics" which are studied on technical specialities in the National Aviation University as well as in other higher technical educational universities.

With the introduction of the Bologna system the number of classroom hours reduces and the number of hours of private study increases. That is why the main purpose of the textbook is to help students in their independent work. This fact determined such nature of the textbook, as showing the process of solving some typical problems related to the major issues of the course.

Basically, solved problems and tasks that are proposed to be explored independently, includes the most common metric and positional problems on point, line and plane. Quite a lot of attention is paid to positional consideration of problems on curves and multifaceted surfaces which are the most complex and significant part of the course in descriptive geometry. It consists of lectures, practical studies, performing of graphic works and self-studying. At the lecture the students are acquainted with theoretical basis of the course. At practical class students solve problems under lecturer's guidance. During performing the graphical work and self-study students consolidate obtained knowledge.

Usually in the book of problems in this discipline exists only the statement of a problem and its result. For students of the first courses it is nearly impossible to follow the track of performed constructions because of a large number of lines in one drawing. But in "Descriptive geometry in worked problems" in English, pictorial sketches are provided in some of the solved patterns to ensure a better understanding of the essence of the task and a clear spatial concept. The initial drawing is suggested to be copied for the better comprehension of the worked problems and mastering the relevant constructions. Thus the student can perform all necessary constructions on this copy. There are references (in square brackets), which are in the list of literature for those, who want to familiarize with theoretical information in details.

Compared to existing and applied in the present time literature, " Descriptive geometry in worked problems " in English is followed by a gradual solution of problems which has a distinct advantage in the structure where the solving of each task is divided into several stages with a detailed text explaining of the graphics. This makes it easier to read the drawing and to follow the sequence of their construction. Many problems, which demand complicated solutions, containing additional theoretical material, that is necessary for solving the given problem. With such a structure, students without the help of a teacher can solve problems, do graphical work and develop their spatial vision.

At the beginning of this book graphical solutions of typical problems, relating to the basic precepts of the course are given. After that theoretical knowledge and text description of the problems solutions are given.

For example:

Problem 81. Construct the cross-section of the screw cut by the horizontal plane α ($\alpha 2$).

The surface generated by the movement of a plane figure over the surface of a cylinder along a helix contained in it, so that the plane of the figure always passes through the axis of the cylinder, is called a helical surface. The body limited by this surface is called a screw. The threads of screw are of different shapes, depending on the form of the generating profile, i.e., dependent on the shape of the plane figure being moved. Among the threads most commonly used are of square, rectangular, triangular, trapezoidal and semicircular cross section.

Step 1. Screw has a thread of triangular section.Obtain the characteristic points 1 (11, 12) and 2 (21, 22).

© Башта О.Т., Джурик О.В., Джурик Н.О.

Step 2. Through axis of the screw draw auxiliary plane β(β1), perpendicular to the plane of projection П1. This plane intersects each protrusion in triangular. Obtain the profile of thread ABC (A1, B1, C1; A2, B2, C2). The point 3 (31, 32) in which plane α intersects side AB of this triangle, is the point contained in the line of intersection the screw and plane α. Having constructed the horizontal projection 31 of this point.

Step 3. Through axis of the screw draw auxiliary horizontal-projecting plane μ(μ1). Construct point 4 (41, 42) in the similar method.

Step 4. Construct horizontal-projecting planes δ(δ1), θ(θ1) and construct points 5 (51, 52) and 6 (61, 62) in the similar method.

Step 5. Join the points 11, 31, 51, 41, 61 and 21 by a continuous line, obtained the horizontal projection of one of the branches of the line of intersection of the screw and plane α. The other branch of this curve symmetrical to given branch in relation to the axis of symmetry 1121 of screw.

Plane α intersects the given surface along an arc of the spiral of Archimedes.

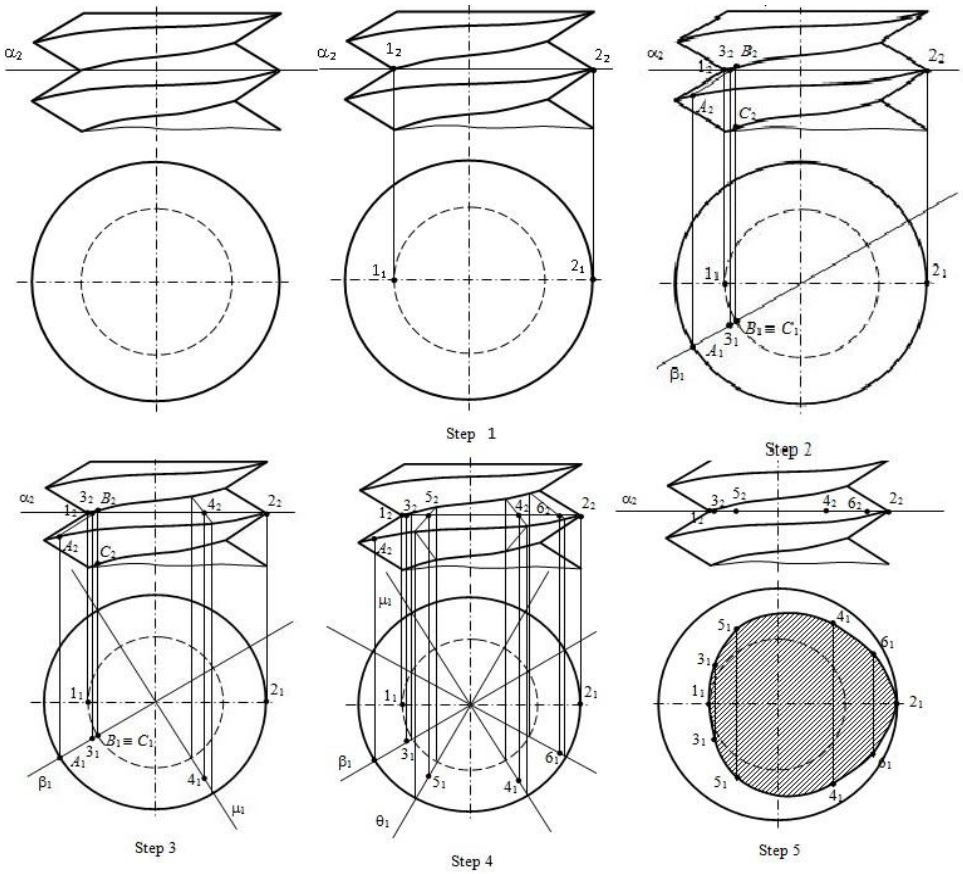


Fig. 2. Solution of a problem 81 of Chapter 8 «Cylindrical and conical helical lines and screws» [authoring]

It is very difficult to put all the necessary material in English in the given time for lectures. Thus, it should be considered when the workload being planned.

Conclusion. In students, studying of graphical disciplines in English, there are certain difficulties. That is why the development of illustrated manuals and other materials for these subjects in English facilitates the learning of material.

Therefore, teaching courses in English should be directed not only on achieving deep professional skills, but also on professional communication that is necessary to establish the scientific and business cooperation with European countries.

© Башта О.Т., Джурик О.В., Джурик Н.О.

The search of new solutions goes on all the time, and there is the prospect of Ukraine's approach to the educational level of Europe.

1. Ковальов Ю.М. Проблеми викладання інженерної та комп'ютерної графіки англійською мовою / Ю.М.Ковальов, О.Т.Башта, О.В.Джурик, Н.О.Гірник // Новітні комп'ютерні технології. Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. – С. 107 – 108.
2. Башта О.Т. Teaching of discipline «Computer Graphics» in the professional training of specialists of Computer sciences / О.Т.Башта, О.В.Джурик, Н.О.Гірник, Ю.Ю.Грищенко // Новітні комп'ютерні технології. Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012. – С. 10 – 13.
3. Башта О.Т. Комплексний підхід до викладання графічних дисциплін англійською мовою / О.Т.Башта, О.В.Джурик, Н.О.Гірник, Т.В.Ізюменко // Інноваційні аспекти геометро-графічної освіти. Матеріали всеукраїнської науково-методичної конференції – Севастополь: Севастоп. нац.. техн. ун-т, 2012. – С. 87 – 90.

© Башта О.Т., Джурик О.В., Джурик Н.О.

УДК 371.13.001.76
Власій О. О. к.т.н., Дудка О. М., к.п.н. доц., Кібірєва Л. М. студентка
Державний вищий навчальний заклад «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПОЧАТКОВОЇ ТА СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Власій О.О., Дудка О.М., Кібірєва Л.М. Особливості розробки програмного забезпечення для початкової та середньої освіти. У статті розглянуто особливості розробки прикладного програмного забезпечення для початкової та середньої освіти з метою реалізації міжпредметних зв'язків для забезпечення системного підходу до оволодіння учнями практичними знаннями і навичками. Запропоновано і обгрунтовано доцільність використання флеш-технологій для розробки мультимедійного педагогічного програмного забезпечення. Наведено авторську реалізацію мультимедійного програмного продукту на тему «Множини».
Ключові слова: прикладне програмне забезпечення, мультимедіа, інтерактивність, флеш-технологія, міжпредметний зв'язок.

Власий О.О., Дудка О.М., Кибирева Л.М. Особенности разработки программного обеспечения для начального и среднего образования. В статье рассмотрены особенности разработки прикладного программного обеспечения для начального и среднего образования с целью реализации междисциплинарных связей для обеспечения системного подхода к овладению учащимися практическими знаниями и навыками. Предложена и обоснована целесообразность использования флэш-технологий для разработки мультимедийного педагогического программного обеспечения. Приведен пример авторской реализации мультимедийного программного продукта на тему «Множества».
Ключевые слова: прикладное программное обеспечение, мультимедиа, интерактивность, флэш-технология, междисциплинарная связь.

Vlasii O., Dudka O., Kibirieva L. Features of the development of software for primary and secondary education. There are considered the features of the development of application software for primary and secondary education in order to implement interdisciplinary connections to ensure a systematic approach to mastering the pupils' practical knowledge and skills. Proposed and proved the feasibility of using flash technology for the development of multimedia teaching software. An example of realizing a multimedia authoring software product «Sets» is represented.
Keywords: software, multimedia, interactivity, flash technology, thematic block connection.

Постановка наукової проблеми. Еволюція сучасної освіти, інформатизація навчання, масова комп'ютеризація закладів освіти, постійна модернізація комп'ютерної техніки, розвиток комп'ютерних мереж, розширення персональної комп'ютеризації суспільства, збільшення обсягу програмних продуктів, розрахованих на застосування в навчальному процесі – умови, які створюють нове інформаційно-комунікаційне педагогічне середовище. Це середовище постійно і все більш агресивно збільшує мотивацію учнів до споживання контенту, що циркулює в ньому, створюючи нову дидактичну модель – трисуб'єктні відносини, які включають трьох повноправних суб'єктів навчання – учня, вчителя та інформаційного середовища [1].

Тотальна інформатизація суспільства, входження комп'ютерів у життя людини з раннього дитинства, новітні можливості отримання інформації вимагають переосмислення ролі комп'ютера у житті людини загалом, і у житті школярів зокрема. Інформатика як навчальний предмет «перекочувала» із переліку дисциплін для старшокласників у обов'язковий предмет для молодших школярів та в середню школу. З 2013/2014 навчального року курс інформатики введено у навчальні плани початкової школи. Тому питання розробки прикладного програмного забезпечення педагогічного спрямування із врахуванням особливостей користувачів молодшого та середнього шкільного віку є актуальним і вимагає детальнішого вивчення.

Задачі, які розв'язуються в межах курсу інформатики, часто належать до інших предметних галузей знань – математики, фізики, хімії, біології, історії та ін. Водночас слід зауважити, що одним із пріоритетних методів навчання в сучасній педагогіці став метод проектів як засіб розвитку креативно-пізнавальної діяльності учнів, який передбачає, зокрема, інтеграцію знань з різних предметів. Такий підхід до навчання вимагає створення відповідного прикладного програмного забезпечення, яке шляхом реалізації міжпредметних зв'язків сприятиме систематизації знань з різних галузей та розвитку вмінь застосовувати набуті знання у нестандартних ситуаціях. Адже міжпредметність – це сучасний принцип навчання, який впливає на відбір і структуру навчального матеріалу цілої низки предметів, посилюючи системність знань учнів, активізує методи навчання, орієнтує на застосування комплексних форм організації навчання, забезпечуючи єдність навчально-виховного процесу [2].

© Власій О.О., Дудка О.М., Кібірєва Л.М.

Аналіз досліджень. Питанням дослідження особливостей розробки прикладного програмного забезпечення педагогічного характеру займалися М. Жалдак, Н. Морзе, І. Дмитренко, В. Шакотько, Й. Ривкінд, Ф. Ривкінд, Т. Пушкарьова, Н. Олефіренко та ін. У сучасних науково-педагогічних джерелах акцентується увага на високій ефективності використання мультимедіа-технологій в навчальному процесі (Н. Савченко, О. Шликова, Т. Баджет, Т. Воген, Д. Джонасен, М. Кирмайер, У. Рош, К. Сандлер та ін.) [3]. Вчені зазначають, що засоби мультимедіа традиційно використовуються як інформаційні системи для створення конструкторських навчальних середовищ. Можливості реалізації міжпредметних зв'язків для вдосконалення змісту й методики навчання інформатики в загальноосвітніх навчальних закладах досліджували, зокрема, П. Атутов, С. Батишев, М. Берулава, Ю. Васильєв, Р. Гуревич, М. Думченко, А. Єремкін, І.Звєрев, Л. Зоріна, В. Ільченко, І. Козловська, Н. Лошкарьова, В. Максимова, М. Махмутов, О. Сергєєв, В. Федорова та ін. [2].

Варто зауважити, що інформаційні технології (ІТ) з метою застосування міжпредметних зв'язків можна використовувати не лише на уроках інформатики. Серед можливостей використання ІТ в навчально-виховному процесі виділяють як урочний час з різних предметів, так і позаурочний час і в школі, і вдома [4]. Тому актуальним постає питання розробки програмних продуктів педагогічного спрямування з реалізацією міжпредметності, які можна використовувати не тільки на уроках з різних предметів, а які б зацікавили школярів і в позаурочний час.

В [5] виділено основні напрями викладання інформатики на початковому етапі освіти:

- технічно-інформаційний,
- навчально-інформаційний,
- розвивальний.

І хоча за такою класифікацією міжпредметність віднесено до технічно-інформаційного напряму, вважаємо, що використання ІТ з метою реалізації міжпредметних зв'язків належить не тільки до інформаційно-технічного, а й до навчально-інформаційного та розвивального напрямів викладання не лише інформатики, а й інших предметів. Доцільність застосування інтерактивних моделей на уроках математики, фізики, географії та ін. проаналізовано, наприклад, у [6,7].

У [3] підкреслюється, що, хоча нині накопичено потужний фонд електронних ресурсів, які можна використовувати у шкільному навчальному процесі для досягнення навчальної, розвивальної і виховної мети, та проблема потреби вчителя у дидактичних засобах, які відповідають обраним методам і методичним прийомам, формам організації навчальної діяльності, особливостям контингенту учнів класу, залишається відкритою.

Реалізація сучасної освітньої парадигми значною мірою залежить від учителя. Сьогодні учитель перестав бути основним джерелом знань для учнів, які отримують значний обсяг інформації в інформаційно-комунікаційному середовищі, створеному телебаченням, відеофільмами, комп'ютерними програмами й іграми, інтернет-середовищем, різноманітною навчальною й науково-популярною літературою тощо. Це вимагає від учня здатності орієнтуватися у численних змінних потоках інформації, критично ставитись до неї, мати змогу створювати, обробляти та передавати необхідну інформацію, постійно самовдосконалюватись в особистісному та професійному плані відповідно до вимог розвитку суспільства.

Виходячи з цього, **мета** статті полягає у дослідженні особливостей розробки прикладного програмного забезпечення для початкової та середньої освіти з метою реалізації міжпредметних зв'язків, застосування якого сприяє особистісному розвитку школярів відповідних вікових груп шляхом підвищення мотивації до навчання та забезпечує тісний зв'язок із сучасним інформаційно-комунікаційним простором. Адже у процесі навчання важлива не інформаційна технологія сама собою, а те, наскільки її використання реалізує досягнення освітніх цілей.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.

Вимоги сучасного життя потребують нових підходів до організації навчально-виховного процесу. Нині вчителі досить часто зустрічаються з проблемою зниження рівня пізнавальної активності учнів, небажанням працювати самостійно, та і просто вчитися. Серед багатьох причин втрати дітьми інтересу до навчання можна назвати одноманітність уроків. Відсутність можливості повсякденного пошуку нової, цікавої інформації призводить до шаблонного викладання, а це руйнує та знищує дитячий інтерес до навчання. Творчий підхід учителя до побудови та проведення уроку, насиченість різноманітними прийомами, методами та формами викладання зможуть забезпечити його ефективність. Одним зі способів розвитку пізнавальної активності є використання нових інформаційних технологій (інтерактивних мультимедійних програм,

© Власій О.О., Дудка О.М., Кібірєва Л.М.

зокрема), що дає змогу привернути увагу учнів до навчання.

Розробка прикладного програмного забезпечення для початкової та середньої освіти має ряд особливостей, адже йде мова про педагогічні програмні засоби (ППЗ), основною метою застосування яких є забезпечення навчання за індивідуальними і оптимальними навчальними програмами з керуванням процесу навчання [8]. Основні аспекти проблеми розробки та використання педагогічного програмного забезпечення у складі сучасних інформаційних технологій можна знайти у [3, 9]. Важливими моментами в реалізації ППЗ є високий рівень створення інформаційно-технічного забезпечення з використанням сучасних ІТ та забезпечення відповідності міжнародним стандартам. Водночас, ППЗ повинні бути розроблені згідно з навчальними програмами, затвердженими Міністерством освіти і науки України. Оскільки предметом дослідження даної статті є можливість реалізації міжпредметних зв'язків в процесі використання новітніх засобів навчання, то варто зауважити, що при підготовці до розробки відповідного ППЗ виникає необхідність вивчення навчальних програм з різних предметів та пошуку суміжних предметних областей для демонстрації вибраного матеріалу. Водночас обсяг змісту навчального матеріалу та спосіб його подання повинні повністю відповідати віковим психологічним і фізіологічним особливостям учнів та сучасним освітнім тенденціям.

За методичним призначенням серед ППЗ виділяють навчальні, тренувальні, контролюючі, імітаційні, навчально-ігрові програмні засоби. Оскільки сучасний інформаційний простір пропонує безліч ігрових програм, в більшості дуже невисокої якості, що захоплюють увагу дітей та переводять їх в ілюзорний світ комп'ютерних фантазій, то надзвичайно актуальним є питання створення ППЗ саме навчально-ігрового характеру, які повинні стати конкурентоздатними не тільки в освітньому, а й в інформаційному просторі загалом.

Процес розробки будь-якого програмного продукту включає етапи постановки завдання, вибору засобів розробки, проектування відповідної моделі, реалізації проекту, тестування, документування та впровадження. Зупинимося на особливостях деяких етапів розробки прикладних програм саме педагогічного характеру.

Насамперед потрібно мати на увазі, що майбутній програмний продукт повинен зробити учня не об'єктом демонстрації використання ІТ, а активним суб'єктом використання ІТ з метою заохочення пізнавальної діяльності та зацікавленості матеріалом. На етапі постановки завдання доцільно детально проаналізувати шляхи зацікавленості сучасного школяра, які допоможуть відвернути дітей від агресивних комп'ютерних ігор і показати, що ігри можуть оживати зі сторінок підручників. При проектуванні програмного продукту необхідно враховувати наявні вимоги до ППЗ, знати дидактичні та методичні основи розробки ППЗ. Адже до програмних продуктів педагогічного характеру ставиться ряд додаткових вимог [9, 10]:

- педагогічні,
- технічні,
- фізіолого-гігієнічні.

Педагогічні вимоги включають реалізацію принципів дидактики та методики, обґрунтування вибору тематики, забезпечення рівня мотивації навчання. Фізіолого-гігієнічні вимоги передбачають врахування вікових та індивідуальних особливостей учнів, відповідність естетичного оформлення функціональному призначенню ППЗ. Серед технічних вимог слід виділити, зокрема, надійність та стійкість роботи ППЗ, забезпечення захисту від несанкціонованих дій користувача, ефективне використання технічних ресурсів.

На етапі реалізації проекту варто вибрати найбільш відповідні інструментальні засоби розробки ППЗ, які дозволяють в повному обсязі використати можливості сучасних ІТ. Це можуть бути засоби розробки, які доступні навіть учням з метою підвищення зацікавленості дітей саме у процесі створення прикладних програм – наприклад, скретч-проекти. Варто відзначити широкі можливості та достатньо зручний інструментарій створення мультимедійних прикладних програм засобами флеш-технологій.

Етап тестування та апробації програмного продукту педагогічного спрямування має велике значення. Адже саме на цьому етапі він в реальному житті проходить перевірку доцільності обраних методів, засобів та прийомів створення, оцінюється, на нашу думку, основним критиком – школярем.

Таким чином процес розробки ППЗ вимагає особливої прицільної уваги розробників до вибору як самої моделі, так і шляхів її реалізації.

© Власій О.О., Дудка О.М., Кібірєва Л.М.

Згідно із Державним стандартом початкової загальної освіти, впровадженим з 2012 року, освітній процес у початковій школі спрямовується на досягнення результатів навчання учнів початкових класів – сформованих ключових і предметних компетентностей. Ключові та предметні знання учнів обов'язково формуються в стінах загальноосвітніх навчальних закладів І ступеня. Уже в початковій школі інтенсивно розвивається логічне мислення, уміння правильно визначати властивості об'єктів та значення таких властивостей, здійснювати класифікацію і розпізнавати об'єкти.

На основі експериментальних даних педагоги дійшли висновку, що систематичне використання міжпредметних зв'язків виробляє в учнів уміння критично осмислювати матеріал, що вивчається. Новий матеріал школярі порівнюють із тими знаннями, які їм відомі, зіставляють їх, аналізують, додають із відомого раніше, і ця активна розумова діяльність по узагальненню нового під впливом раніше відомого із суміжних дисциплін сприяє більш міцному засвоєнню програмного матеріалу. Крім того, систематичне використання в навчальному процесі міжпредметних зв'язків позитивно змінює діапазон застосування знань та умінь, сприяє формуванню в дітей широких пізнавальних інтересів [11].

Це черговий раз доводить готовність учнів до продовження навчання у вищій ланці освіти (основній школі). Такі навички дітей початкової школи, зокрема, здатні забезпечити виконання вимог до рівня загальноосвітньої підготовки учнів відповідно до Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти, затвердженого у 2011р.:

- здатність учня використовувати інформаційно-комунікаційні технології та відповідні засоби для виконання особистісних і суспільно значущих завдань (інформаційно-комунікаційна компетентність);
- здатність учня застосовувати щодо міжпредметного кола проблем знання, уміння, навички, способи діяльності та ставлення, які належать до певного кола навчальних предметів і освітніх галузей (міжпредметна компетентність).

Використання ІТ у навчальному процесі, комп'ютерної підтримки у викладанні різних шкільних предметів дозволяє внести кардинально нове у звичайні форми роботи вчителя, сприяє цікавому й повнішому, всебічному розкриттю, зрозумілішому поданню навіть дуже складного навчального матеріалу, й тим самим забезпечує значне скорочення навчального часу для успішного засвоєння теми.

Як зазначено у [3], одним із провідних напрямів у розробці мультимедійних програмних продуктів є використання флеш-технологій. Підґрунтям впровадження флеш-технологій до освітнього простору є властивість мультимедіа – гармонійне інтегрування різних видів інформації: статичної візуальної (тексту, графіки) та динамічної (мовлення, музики, відеофрагментів, анімації, інтерактивності). Флеш-додатки можна використовувати для створення ілюстрацій, фільмів, презентацій, web-сторінок, навчальних модулів, тощо. Використання новітніх електронних навчальних ресурсів надає широкі можливості якісно змінити зміст, методи та організаційні форми навчання.

Можна виокремити певні особливості мультимедіа, які сприяють удосконаленню навчального процесу [12]:

- інформаційна насиченість ресурсу (одночасне гармонійне інтегрування різних видів інформації – високоякісної графічної, звукової, фото і відеоінформації);
- органічне поєднання навчальної й ігрової складових мультимедіа;
- інтерактивність програмних засобів;
- наявність зручних засобів навігації по мультимедіа-продукту;
- фіксація особистих досягнень школярів у процесі роботи.

Широкий спектр засобів розробки флеш-програм дозволяє створювати мультимедійні програмні засоби різноманітної складності. Дружні інтерфейси та зручний інструментарій більшості середовищ розробки флеш-проектів значно спрощує роботу зі створення мультимедійних програм, в той же час наявність адаптованих об'єктно-орієнтованих мов програмування дозволяє створювати складні проекти. Слід також наголосити на можливості адаптації електронних ресурсів до індивідуальних особливостей учнів, рівня їх знань та можливостей, а також включення в роботу елементів, характерних для даного регіону, навчального закладу та колективу. Це значно підвищить зацікавленість учнів навчальним матеріалом внаслідок поєднання його із актуальними фактами, подіями та традиціями реального навколишнього соціального і природного середовища. Варто відзначити доцільність використання таких флеш-проектів як логічні навчальні ігри, які можна

© Власій О.О., Дудка О.М., Кібірєва Л.М.

застосовувати на різних видах уроків (від засвоєння нових знань до контролю знань, умінь і навичок). Програмні продукти такого типу роблять навчальний матеріал доступнішим і цікавішим для школярів внаслідок представлення інформації в інтерактивній мультимедійній ігровій формі [13-15].

Водночас при використанні мультимедійних проектів особливу увагу можна звернути на необхідність реалізації міжпредметних зв'язків Одним із шляхів вирішення даної проблеми є використання флеш-технологій. Яскравим прикладом реалізації міжпредметних зв'язків для закріплення учнями знань з конкретної теми шкільного курсу може бути створення програмних додатків, зокрема, інтерактивних мультимедійних тренажерів, які орієнтовані на відпрацювання учнями певної вікової категорії умінь й набуття навичок з відповідної теми.

Результативність використання міжпредметних зв'язків із застосуванням мультимедійних ППЗ полягає у творчому підході до виконання завдань, підвищенні інтересу учнів до вивчення різних предметів, ступені самостійності дітей при вивченні нового матеріалу та зростанню самостійної відповідальності за виконану роботу.

Для ілюстрації можливостей застосування флеш-технологій як засобів розробки ППЗ авторами розроблено навчально-тренувальний програмний продукт «Веселка», який можна використовувати для реалізації інтегрованих уроків інформатики у рамках існуючих навчальних програм. Ця програма є авторською розробкою, яка здійснена з урахуванням вимог законів України «Про освіту», «Про вищу освіту» та Національної доктрини розвитку освіти. Запропоновано мультимедіа-тренажер, орієнтований на закріплення учнями знань з теми «Множини», який демонструє варіанти побудови міжпредметних зв'язків на прикладі інформатики, математики, української мови, природи, музики та логіки (рисунок 1).

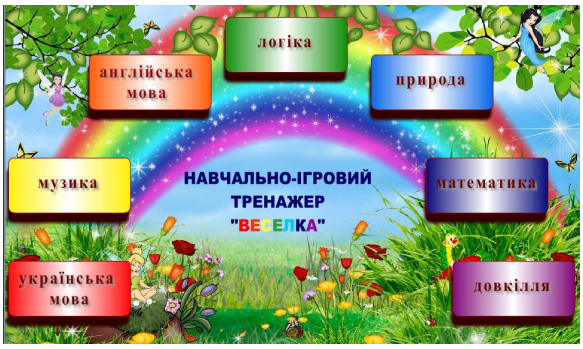


Рисунок1 Зразок реалізації міжпредметних зв'язків у флеш-проекті

Використання програми на уроках дозволяє знизити емоційну напругу в класі, ввести учнів у світ ігрових навчальних технологій, що сприяє не тільки закріпленню отриманих знань в ігрових ситуаціях, а й появі бажання досягати успіху в цьому, використовувати комп'ютер як засіб навчання.

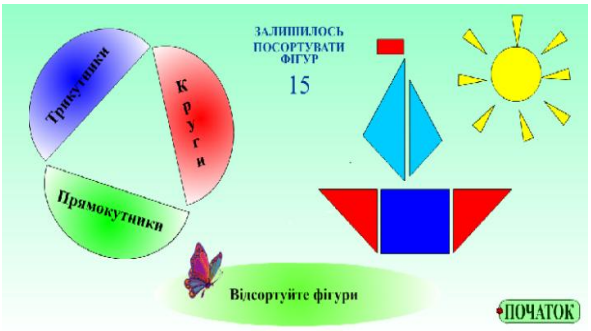
Програма демонструє можливість закріплення набутих знань з теми «Множини» на ігрових завданнях різних типів з інших предметів:

– завдання з української мови дозволяють встановити приналежність елементів до конкретних множин (множин одно-, дво-, три- та чотирискладових слів):

© Власій О.О., Дудка О.М., Кібірєва Л.М.

– у завданнях з музики та довкілля пропонується проаналізувати спільні риси елементів однієї множини та знайти зайвий елемент:

– завдання з математики закріплюють знання з вивчення фігур, учневі пропонується розділити малюнок на фігури, перенісши частини малюнку у відповідні множини прямокутників, трикутників чи кіл. Як нагорода за правильно виконане завдання появляється призова анімація:



– завдання з англійської мови «Коли це буває?» довзоляють співвіднести елементи опису множини із самою множиною:

Запропоновані завдання мотивують учнів до роботи на уроці; спонукають і готують їх до виконання певних дій для вирішення проблеми; активізують розумові операції; виявляють перешкоди, які заважають знайти правильне рішення; дають можливість з'ясувати причини труднощів і знайти відповідь на запитання: «Чому вони виникли?»; організувати самостійну роботу учнів; створити умови для виправлення помилок, не акцентуючи уваги на невдачі.

Тренажер має не переобтяжений зайвими елементами і водночас анімований інтерфейс, зручну навігацію з можливістю вибору будь-якого завдання на довільному етапі роботи з програмою, передбачає різні форми роботи користувача з елементами програми (наприклад, вибір необхідних об'єктів можна здійснювати безпосереднім клацанням мишею на них, за допомогою екранних анімованих кнопок, а також шляхом перетягування об'єктів за допомогою миші). Програма сприяє розвитку логічного мислення та формуванню навичок роботи з комп'ютером. До

© Власій О.О., Дудка О.М., Кібірєва Л.М.

перевaг програми можна віднести також різноманітність та широкий асортимент призів за правильно виконані завдання.

Апробація створеного програмного продукту на факультативних заняттях з інформатики у початковій школі показала підвищення рівня зацікавленості навчальним матеріалом учнів не тільки з інформатики, а й з інших предметів, що свідчить про ефективність вказаної методики реалізації міжпредметних зв'язків за допомогою ІТ.

Зауважимо, що інформаційно-комунікаційна підтримка навчального процесу розвиває наочно-образний, наочно-дієвий, інтуїтивний, творчий види мислення школяра; комунікативні здібності; формує вміння приймати оптимальне рішення або пропонувати варіанти рішень у складній ситуації; розвиває навички самоосвіти і самоконтролю; закладає основи інформаційної культури і початки розвитку вмінь здійснювати обробку інформації. Комп'ютерні технології дозволяють істотно змінити способи керування навчальною діяльністю, залучити учнів до активної роботи класу.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. З усього перерахованого вище робимо висновок, що питання розробки програмних засобів педагогічного спрямування має ряд особливостей і надалі залишається актуальним у зв'язку із зростаючими потребами інформаційно-освітнього простору у підвищенні якості освіти шляхом залучення ІТ, які реалізують сучасні вимоги до здійснення навчально-виховного процесу.

У перспективі наших досліджень аналіз можливостей та доцільності створення мультимедійних програмних засобів самими школярами як способу заохочення їх до навчального процесу та залучення до дослідницької діяльності.

1. Співаковський О. В. До оцінювання взаємодії у моделі «викладач-студент-середовище». / О. В.Співаковський, Л. Є. Петухова, Н. А. Воропай // Науково-практичний журнал Південного наукового Центру НАПН України «Наука і освіта». – 2011. – № 4. – С. 401 – 402.
2. Самойленко Н. Міжпредметні зв'язки на уроках інформатики: їх види та функції / Н. Самойленко, Л. Семко. – Режим доступу. lib.iitta.gov.ua/5747/3/Кировоград_2012.pdf
3. Олефіренко Н. В. Інструментальні засоби створення електронних дидактичних ресурсів для початкової школи / Н. В. Олефіренко // Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди. – 2012. – №38. –С. 88-98.
4. Сафонова О. Комп'ютер – надійний помічник учителя початкових класів / О.Сафонова // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2008. – № 4. – С. 47 – 49.
5. Кивлюк О. Аналіз наукових досліджень з проблематики пропедевтики інформатики в початковій школі / О. Кивлюк // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2006. – № 6. – С. 69 – 72.
6. Удосконалення форм і методів підготовки професійно компетентних працівників освіти: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф., 19-20 квіт. 2011 р., м. Черкаси. – М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Ін-т пед. освіти та освіти. – Черкаси: Видавництво ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2011. – 140 с.
7. Інформаційно-комунікаційні технології в освіті: досвід, інновації, технічне забезпечення: Зб. матер. Всеукр. наук.-практ. конф. (1-2 березня 2012 року, м. Суми). – Суми: РВВ СОІППО, 2012. Режим доступу: http://ru.calameo.com/read/0011286116fcbaa8c43ad.
8. Що таке Педагогічний Програмний Засіб [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.znanius.com/3875.html
9. Г. А. Циммерман Проблема розробки та використання програмного забезпечення навчального призначення у складі сучасних освітніх технологій / Г. А. Циммерман, О. В. Циммерман / [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://virtkafedra.ucoz.ua/el_gurnal/pages/vyp7/konf4/Cimmerman.pdf.
10. Прикладне програмне забезпечення навчального призначення [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://abramchuk-inf.blogspot.com/p/31-35.html.
11. Пелешок Е. Х. Рзвиток ідеї міпредметних зв'язків у педагогіці та проблема інтегрованого навчання / Е. Х. Пелешок, О. А. Гордієнко [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://eprints.zu.edu.ua/438/1/03pexpin.pdf
12. Годлевська К. В. Психолого-педагогічні аспекти застосування мультимедіа в системі початкової освіти [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://lib.iitta.gov.ua/2403/1/стаття_Бердянськ_прав.pdf.
13. Андрієвська В. М., Н. В.Мультимедійні технології в початковій ланці освіти / В. М. Андрієвська, Н. В. Олефіренко // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2010. – №2 (16). – Режим доступу: http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/viewFile/228/214.
14. Лихова А. Х. Flash-технологии в образовании. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://kbsu.info/index.php?option=com_content&view=article&id=2300:flash---&catid=190:401465-20--2011&Itemid=124.
15. Рибалко О. Флеш-технології як засіб створення комп'ютерних дидактичних ігор для дітей / О. Рибалко. – Вісник Інституту розвитку дитини. Сер.: Філософія, педагогіка, психологія. – 2014. – № 31. – С. 99-103.

© Власій О.О., Дудка О.М., Кібірєва Л.М.

УДК: 373.5.011.3:331-051
Герасименко О.А. к.іст.н., доцент
Фещук Ю.В. к.пед.н., доцент
Рівненський державний гуманітарний університет

РОЗРОБКА ПРОЕКТУ ТУМБИ ЗАСОБАМИ ГРАФІЧНОЇ ПРОГРАМИ PRO 100 МАЙБУТНІМИ ВЧИТЕЛЯМИ ТЕХНОЛОГІЙ І ПРОФІЛЬНОГО НАВЧАННЯ

Герасименко О.А., Фещук Ю.В. Розробка проекту тумби засобами графічної програми PRO 100 майбутніми вчителями технологій і профільного навчання. Розглядається поетапність розробки проекту тумби студентами напряму підготовки 7.010103 «Технологічна освіта (технічна праця)», спеціальності вчитель технологій і профільного навчання (деревообробка) в процесі вивчення дисципліни «Системи автоматизованого проектування в деревообробній промисловості».
Ключові слова: проектування виробів, САПР, графічна програма PRO 100, навчальний процес, професійна діяльність.

Герасименко О.А., Фещук Ю.В. Разработка проекта тумбы средствами графической программы PRO 100 будущими учителями технологий и профильного обучения. Рассматривается поэтапность разработки проекта тумбы студентами направления подготовки 7.010103 «Технологическое образование (технический труд)», специальности учитель технологий и профильного обучения (деревообработка) в процессе изучения дисциплины «Системы автоматизированного проектирования в деревообрабатывающей промышленности».
Ключевые слова: проектирование изделий, САПР, графическая программа PRO100, учебный процесс, профессиональная деятельность.

Gerasymenko O.A., Feshchuk Y.V. Development of project of stand by facilities of the graphic program PRO 100 future teachers of technologies and profile educating. We consider phased development project stands student training direction 7.010103 «Technological education (technical work)» specialty teacher technology training and profile (wood) in the study of the subject «Computer-aided design in wood industry».
Key words: product design, CAD graphics program PRO 100, teaching, professional activities.

Постановка проблеми. Проектувати вироби з деревини нині можна не тільки на папері, а й на екрані комп'ютера за допомогою спеціалізованих програм, які наочно демонструють кожну деталь майбутнього виробу. Сьогодні вчителі технологій і профільного навчання повинні володіти прогресивними методами проектування, бути «озброєні» сучасними ефективними інформаційними технологіями, зокрема отримати навички роботи в одній із систем САПР. В цій роботі ми спробуємо показати ряд можливостей графічної програми PRO100 у проектуванні виробів з деревини на прикладі розробки проекту тумби.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для того, щоб проектувати вироби з деревини на комп'ютері використовують як спеціалізовані (PRO 100, bCAD-Мебельщик, Базис-Конструктор-Мебельщик, KitchenDraw, Astra, Woody) так і універсальні (T-FLEX, Mechanical Desktop, AutoCAD, 3D Studio Max) програми.

За допомогою спеціалізованих програм є можливість швидко і, головне, якісно створювати будь-які конструкції виробів з деревини, розраховувати їх попередню вартість безпосередньо на екрані ПК. До того ж, конструктор отримує наочні ілюстрації проекту, детальні складальні креслення, а також креслення окремих деталей.

Впровадження САПР у процес навчання студентів проектуванню виробів з конструкційних матеріалів, зокрема деревини, є актуальним у сьогоденні. Аналіз літературних джерел дозволив встановити, що в цьому напрямку працюють ряд науковців. Так, Ю.І. Рудін стверджує, що дизайн і конструювання виробів з деревини нерозривно пов'язані зі спеціалізованими комп'ютерними програмами, зокрема bCAD-Мебельщик [5]. А. Стариков у своїх працях розглядає автоматизоване конструювання виробів корпусних меблів на основі САПР «bCAD для Мебельщика», «Базис-Конструктор-Мебельщик» [6]. Досвід використання програмного комплексу T-FLEX для параметричного проектування в меблевому виробництві наведено у статті П.В. Перфільєва [3].

Невирішені частини проблеми. Науковцями висвітлюються різноманітні проблеми впровадження САПР у процес навчання студентів проектуванню виробів з деревини. Однак, питання розробки конструкторської і технологічної документації на вироби з деревини в САПР PRO100 з покроковими сценаріями поетапного виконання побудов залишаються невирішеними.

Мета дослідження – розглянути послідовність розробки проекту тумби засобами графічної програми PRO 100 майбутніми вчителями технологій і профільного навчання.

Основні результати дослідження. На V курсі студенти фізико-технологічного факультету

© Герасименко О.А., Фещук Ю.В.

Рівненського державного гуманітарного університету (РДГУ) напряму підготовки 7.010103 «Технологічна освіта (технічна праця)», спеціальності вчитель технологій і профільного навчання (деревообробка) вивчають дисципліну «Системи автоматизованого проектування в деревообробній промисловості» [1], де базовим графічним пакетом є САПР PRO 100.

Програма PRO100 польського походження застосовується на всіх етапах процесу виробництва меблів, де споживач хоче осучаснити свою роботу, спираючись на досягнення комп'ютерної техніки. Програма може застосовуватися для проектування меблів «з нуля», для створення власної електронної бібліотеки, для планування постачання у виробництві, для аранжування інтер'єрів, або ж, нарешті, для надання сприяння в процесі безпосереднього продажу – на кожному з цих етапів доступна візуалізація, різні типи видів, оцінка і рапорти. Простота обслуговування (більшість операцій можна виконати за допомогою миші), швидкість дії, а також постійна можливість введення змін в проекті, значно полегшує життя виробникам і продавцям виробів з деревини [3].

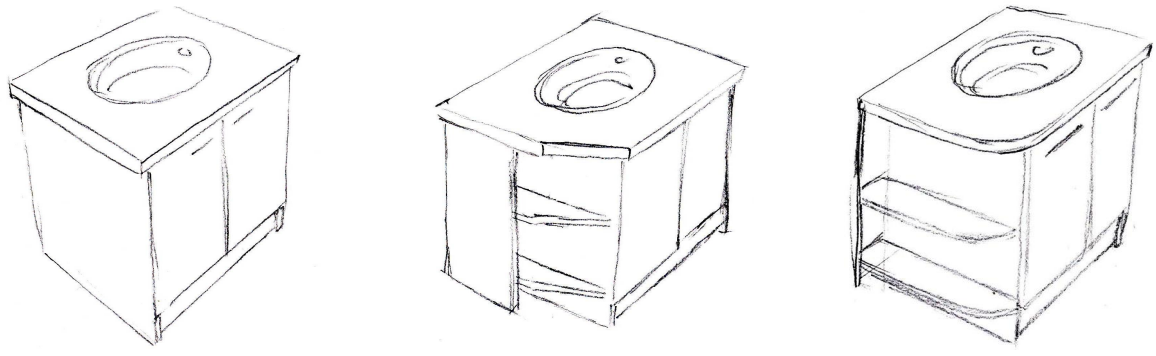
Створення нових виробів в деревообробній промисловості відбувається в такій послідовності: на основі аналізу продукції, що випускається, проектується нова, яка володіє більш високими естетичними, експлуатаційними або іншими властивостями, потім проводяться інженерні розрахунки і моделювання, технологічна підготовка виробництва, виготовлення і збут виробу. При цьому отримують замкнутий цикл, оскільки проектування нового виробу виконується на базі аналізу ринку і даних про ефективність, надійність і збут моделей, що випускаються.

Розглянемо приклад виконання лабораторно-практичної роботи «Розробка проекту тумби за допомогою САПР PRO 100». Мета роботи: навчитися проектувати різні типи тумб за допомогою САПР PRO 100 [1].

Згідно інструкції студентам ставляться такі завдання: опрацювати та законспектувати питання для контролю самопідготовки; підготувати ескізи тумби під мийку на кухню; затвердити ескіз тумби у викладача; спроектувати методом комбінування тумбу під мийку, згрупувати деталі об'єкту, надати відповідну текстуру елементам виробу; зберегти файл у базі бібліотеки «Мебель»; роздрукувати проект тумби під мийку; подати письмовий звіт за результатами виконаної роботи.

Завдання були визначенні з урахування особливості побудови тумби під мийку, конструкція якої має свої особливості. Вона полягає у виконанні вправ на конструювання отвору у кришці під мийку.

Ознайомившись зі специфікою конструкцій тумби студенти під час самостійної роботи виконують ескізи тумб (рис. 1).



а) б) в)

Рис.1. Ескізи тумб (авторська розробка)

Для проектування із запропонованих ескізів було обрано тумбу (рис. 1, в), яка складатиметься з двох частин: основна – тумба і додаткова – секція з поличками. В процесі деталізації було обрано такі параметри тумби: основний матеріал ДСП товщиною 16 мм; кришка ламінована ДСП товщиною 28 мм та габаритами 900×600; 2 бокові стінки – 695×510; 2 дверцята – 705×347; 2 перемички – 668×80; дно 1 шт. – 668×510; цокольна планка 1 шт. – 700×105 та 4 кутові задні елементи для підсилення конструкції з ДВП. Секція з поличками складатиметься з 3 поличок – 530×140, радіуси округлення на кінці кришки і поличках R130; 1 бокової стінки – 810×533 і задньої стінки для утримання бокових поличок – 711×140. Утримуватиметься сама тумба на 4

© Герасименко О.А., Фещук Ю.В.

ніжках, які регулюють по висоті.

Процедура позиціонування в процесі проектування може виявити і візуально показати недоліки в попередніх обрахунках, що дасть можливість виправити їх і в подальшому уникнути неточності у проекті конструкції.

Поетапність створення тумби:

1) створення бокових стінок та їх розміщення в просторі (позиціонування);
2) проектування дна тумби;
3) проектування двох перемичок, які з'єднують стінки тумби у верхній частині для надання жорсткості конструкції;
4) проектування ніжок;
5) розробка чотирьох кутових елементів тильної сторони тумби;
6) проектування цокольної планки;
7) створення дверцят тумби;
8) групування елементів тумби;
9) проектування кришки тумби (рис. 2);
10) створення отвору для мийки в кришці;
11) імітація мийки з використанням бібліотеки готових об'єктів (рис. 3);
12) компонування окремої секції з поличками тумби згідно ескізу та попередніх розрахунків;
13) зміна і корективи кольору елементів конструкції, додавання ручок.

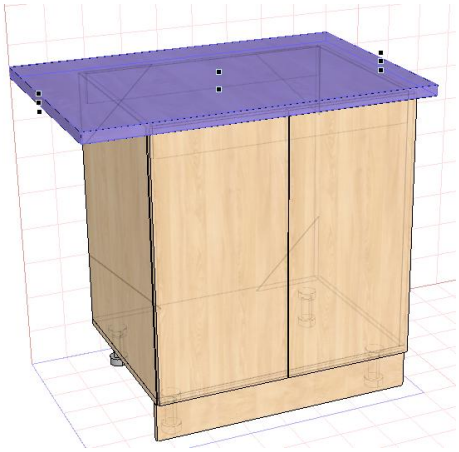


Рис. 2. Проектування кришки тумби (авторська розробка)

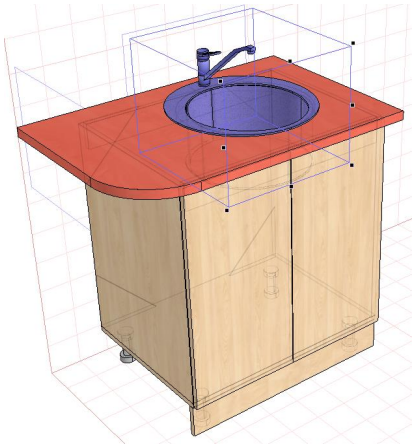


Рис. 3. Компонування мийки у кришці тумби (авторська розробка)

Для кращої презентабельності проекту добавлено елемент освітлення та кольорове забарвлення стін і підлоги віртуального простору (рис. 4).

Проект тумби можна роздрукувати в будь-якому виді, яких у PRO 100 є 7 (перспектива, аксонометрія, вид зверху, вид спереду, вид справа, вид ззаду, вид зліва) за допомогою опції «Друк».

Слід відмітити, що проекти розроблених виробів практично реалізуються студентами РДГУ в процесі виконання лабораторно-практичних занять з дисципліни «Практикум з проектування та виготовлення виробів з деревини», яка читається паралельно з дисципліною «Системи автоматизованого проектування в деревообробній промисловості» [2] (рис. 5).

© Герасименко О.А., Фещук Ю.В.

Рис. 4. Проект кухонної тумби під мийку (авторська розробка)

Рис. 5. Кухонна тумба під мийку (авторська розробка)

Висновки. Досвід експлуатації САПР PRO 100 показав, що ця програма досить легко опановується користувачами. При цьому значно скорочується час на випуск креслярської продукції, помітно підвищується її якість. PRO 100 в очах майбутніх вчителів технологій і профільного навчання стає зручним і зрозумілим інструментом, який дозволяє полегшити та пришвидшити процес виконання традиційних навчальних операцій.

1. Герасименко О.А. Системи автоматизованого проектування в деревообробній промисловості. Програма нормативної навчальної дисципліни для напряму підготовки 7.01010301 Технологічна освіта (технічна праця) / О.А Герасименко, Ю.В. Фещук. – Рівне: РДГУ, 2012. – 5 с.
2. Герасименко О.А. Підготовка майбутніх учителів і профільного навчання до використання САПР у проектуванні виробів з деревини / О.А Герасименко, Ю.В. Фещук // Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти . – 2013. – Випуск 7 (50). – С. 41-45.
3. Перфильев П.В. Опыт использования программного комплекса T-FLEX для параметрического проектирования в мебельном производстве / П.В. Перфильев, М.П. Худяков // САПР и графика. – 2002. – №7. – С. 70-74.
4. Программа для дизайна мебели и интерьера PRO 100 версия 3.60: руководство пользователя: [пер. с польск.]. – Краков:ECRU, 2003. – 67 с.
5. Рудин Ю.И. Проектирование корпусной мебели средствами системы «bCAD-Мебельщик»: учеб.-методич. пособ. к курсовому проектированию по дисц. «Основы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов деревообработки» для студентов спец. 260200 / Ю.И. Рудин. – М. : МГУЛ, 2002. – 45 с.
6. Стариков А.В. САПР мебели. Автоматизированное конструирование изделий корпусной мебели в САПР «Базис-Конструктор-Мебельщик»: Методич. указан. к выполнению лаб. работ для студентов спец. 250303 - Технология деревообработки (специализация «Дизайн и проектирование изделий из древесины») / А.В. Стариков. – Воронеж: ВГЛТА, 2006. – 80 с.

© Герасименко О.А., Фещук Ю.В.

УДК 378.14:004.92
Головачук І.П., Гупало В.О.
Луцький національний технічний університет

ВИКОРИСТАННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РОЗРОБКИ ЕЛЕКТРОННИХ НАВЧАЛЬНИХ РЕСУРСІВ

Головачук І.П., Гупало В.О. Використання новітніх технологій для розробки електронних навчальних ресурсів. Розглянуто основні етапи та критерії вибору програмних середовищ для розробки електронних навчальних ресурсів та викладено рекомендації щодо їх впровадження в навчальний процес.
Ключові слова: електронний навчальний ресурс (ЕНР), мультимедіа, графіка, avi, swf.

Головачук И.П., Гупало В.О. Использование новейших технологий для разработки электронных обучающих ресурсов.
Рассмотрены основные этапы и критерии выбора программных сред для разработки электронных учебных ресурсов и изложены рекомендации по их внедрению в учебный процесс.
Ключевые слова: электронный учебный ресурс (ЕНР), мультимедиа, графика, avi, swf.

Golovachuk I.P.,. Gupalo V.O. Using the latest technology for the development of electronic educational resources.
The basic stages and criteria of choice of softwareenvironments are considered for development of electroniceducational resource s and recommendations areexpounded on their introduction in an educational process.
Keywords: e-learning resource (EER), multimedia, graphics, avi, swf.

Постановка проблеми. У зв'язку з приєднанням до Болонського процесу в Україні відбувається реформа вищої освіти. Одним із головних завдань у зв'язку зі зменшенням аудиторних годин є належна організація самостійної роботи студента. Також іде тенденція до переорієнтації навчального процесу на дистанційну форму навчання. З огляду на це, ключового значення набуває забезпечення студентів якісними та доступними засобами навчання. У зв'язку із становленням нової системи освіти є актуальним впровадженням новітніх методик викладання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом у вищій школі досить мало уваги приділялось графічній підготовці студентів, що впливає на формування знань та умінь спеціаліста. Проблеми методики викладання графічних дисциплін, технологій розробки та використання комп'ютерних методів викладання та навчання досліджувалися такими вченими, як С. Алексеєв, В. Буринський, А. Верхола, Є. Колеснікова, В. Левицький, О. Локтєв, та ін. Аналіз їхніх праць дозволив зробити висновок про те, що завданням сучасного етапу розвитку вищої технічної освіти є інтеграція різних освітніх ресурсів, технологій і середовищ.

Постановка завдання. Огляд освітніх ресурсів України і світу показує, що впровадження новітніх технологій навчання є досить трудомістким процесом для технічних дисциплін, адже їх невід'ємними елементами є лабораторні роботи, самостійні та індивідуальні завдання. Це пов'язано зі специфікою навчального матеріалу який містить велику кількість графічного матеріалу, розрахункових робіт. Тому, на даний час, виникла нагальна потреба у впровадженні до вищої технічної освіти нових технологій навчання, що базуються на використанні комп'ютерної техніки та програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Сучасні програмні продукти відкривають безліч нових можливостей для забезпечення та організації навчального процесу: створення презентацій, аудіо та відео роликів, віртуальних лабораторних, електронних навчальних ресурсів тощо.

Одним із шляхів для розробки компонентів навчального матеріалу ЕНР є використання спеціалізованих програмних комплексів таких як PowerPoint (Microsoft Office), Presentations (Open Office), Adobe Acrobat, Microsoft Access тощо. Проте можливості пакетів програм загального призначення є вузько спеціалізованими. В них відсутні можливості вільної навігації по навчальному матеріалу і можливості для підготовки та створення інтерактивних вправ для самоконтролю та тренінгу. Найчастіше показ підготовленого навчального матеріалу здійснюється стандартними програмними засобами, наприклад Microsoft Internet Explorer або іншими доступними WEB-браузерами.

За допомогою таких програмних середовищ, як: Basic, Pascal, C, Java, ActionScript розробники з певним наближенням можуть реалізувати будь-яку ідею. Проте для цього необхідно залучати професійних програмістів.

© Головачук І.П., Гупало В.О.

На кафедрі інженерної та комп'ютерної графіки ЛНТУ відповідно до напряму наукової роботи «Комп'ютерна графіка, як спеціальний розділ інформаційних систем у навчальному процесі» створюються електронні навчальні ресурси як методичне забезпечення графічних дисциплін. Використовуючи вищезгадане програмне забезпечення, можна створювати різноманітні електронні видання: посібники, конспекти, методички, тести, тощо. Електронні навчальні ресурси доцільно наповнювати анімаційними зображеннями та відеоуроками які зручно демонструвати за допомогою мультимедійного проектора. Використання вищезгаданих розробок є першим кроком до створення електронного комплексу з вивчення нарисної геометрії.

Викладання технічних дисциплін пов'язане з поданням графічної інформації. На пояснення методики витрачається досить багато часу. Повернення до одного з пройдених етапів розв'язку та повторного вирішення задачі на дошці є досить складним завданням й займає певний час. Тому використання новітніх технологій дозволяє економити час на пояснення. Досить зручним є використання flash-анімації. Адже покрокове представлення методики вирішення задачі дозволяє повернутися до проміжних етапів та ще раз переглянути розв'язок. Можна відмітити, що перехід від плоских ілюстрацій до тривимірних моделей геометричних об'єктів та від статичних до анімаційних зображень є перспективним шляхом підвищення ефективності викладання курсу нарисної геометрії. Перед викладачем стоїть завдання як навчити студента просторовій уяві так і розвинути вміння будувати 2D проекції тривимірних об'єктів на площині. Хоча на даний час створення тривимірних анімаційних курсів є досить трудомісткою задачею. Одним із способів контролю знань студента є тести. Вони сприяють вивченню теоретичних відомостей. Однак у тестах досить важко проконтролювати вміння студента розв'язувати графічні задачі, вибираючи найбільш раціональний метод вирішення поставленого завдання, що є основним при вивченні дисципліни. Нами були розроблені тестові завдання [1] у програмі AdobeFlash (рис.1). В яких ми надали в одному з варіантів студенту можливість формування правильної відповіді шляхом її складання з окремих картинок. Але цей спосіб не дозволяє перевірити графічні здібності де однозначно проявляються знання та вміння студента. Отже наступним етапом є розробка таких тестів в яких було б передбачено графічні побудови користувача та можливість контролю їх правильності виконання.

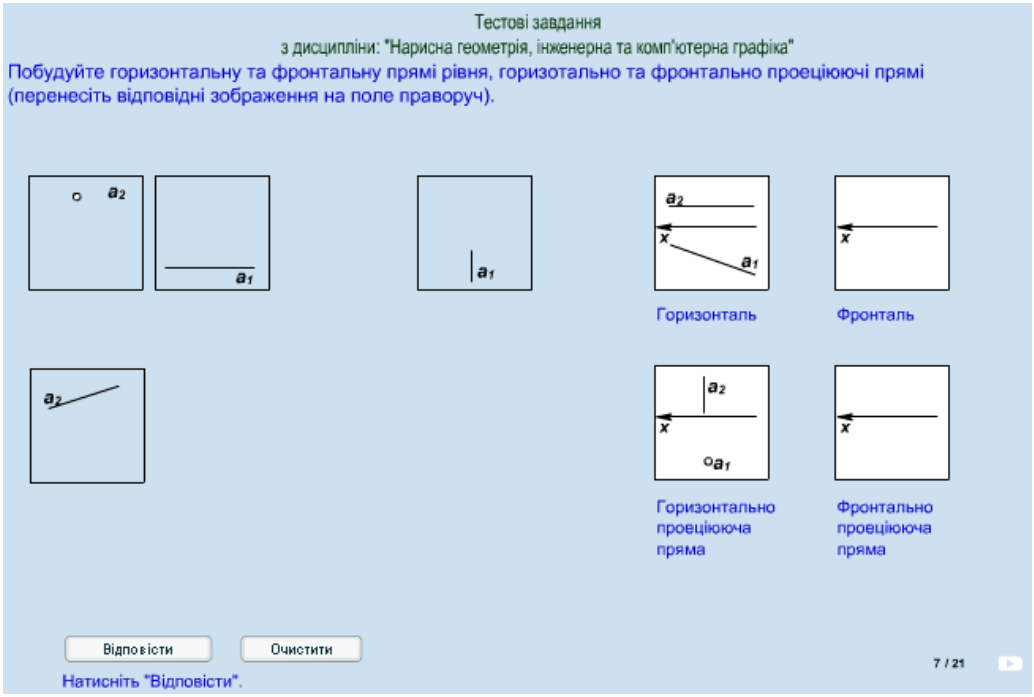


Рис. 1. Тести з нарисної геометрії

Викладаючи нарисну геометрію, важливим завданням є навчити студента вирішувати типові задачі. Метою нашої роботи є створення електронного практикуму в якому було б представлено комплекс задач з нарисної геометрії та методику їх розв'язку. Призначення вищезгаданого

© Головачук І.П., Гупало В.О.

електронного навчального ресурсу є допомога студенту при самостійному вивченні матеріалу. Однією з переваг додатку є те, що в основі його анімації лежить векторна графіка. До того ж файл такого формату має малі розміри. Даний програмний продукт написаний на платформі NET Framework із використанням мови програмування C#.

Базовими для розробки практикуму є вміння програміста задавати точки, відрізки, кола, дуги, багатогранники, криві, Також необхідно вміти знаходити точки та лінії перетину геометричних примітивів. Точки ми задавали, як кола малого радіуса. Досить важливим і трудомістким завданням для розробника є програмування процесу розпізнавання проекцій тіл. Адже знаходження точок та ліній перетину передбачає визначення видимості окремих елементів геометричних примітивів. Для встановлення видимості яких, застосовують метод конкуруючих точок.

На рис.2 представлено інтерфейс вищезгаданої програми. Інформація на стартовій сторінці подана в зручній формі та є зрозумілою для сприйняття. Керування здійснюється за допомогою клікабельних текстових і графічних посилань.

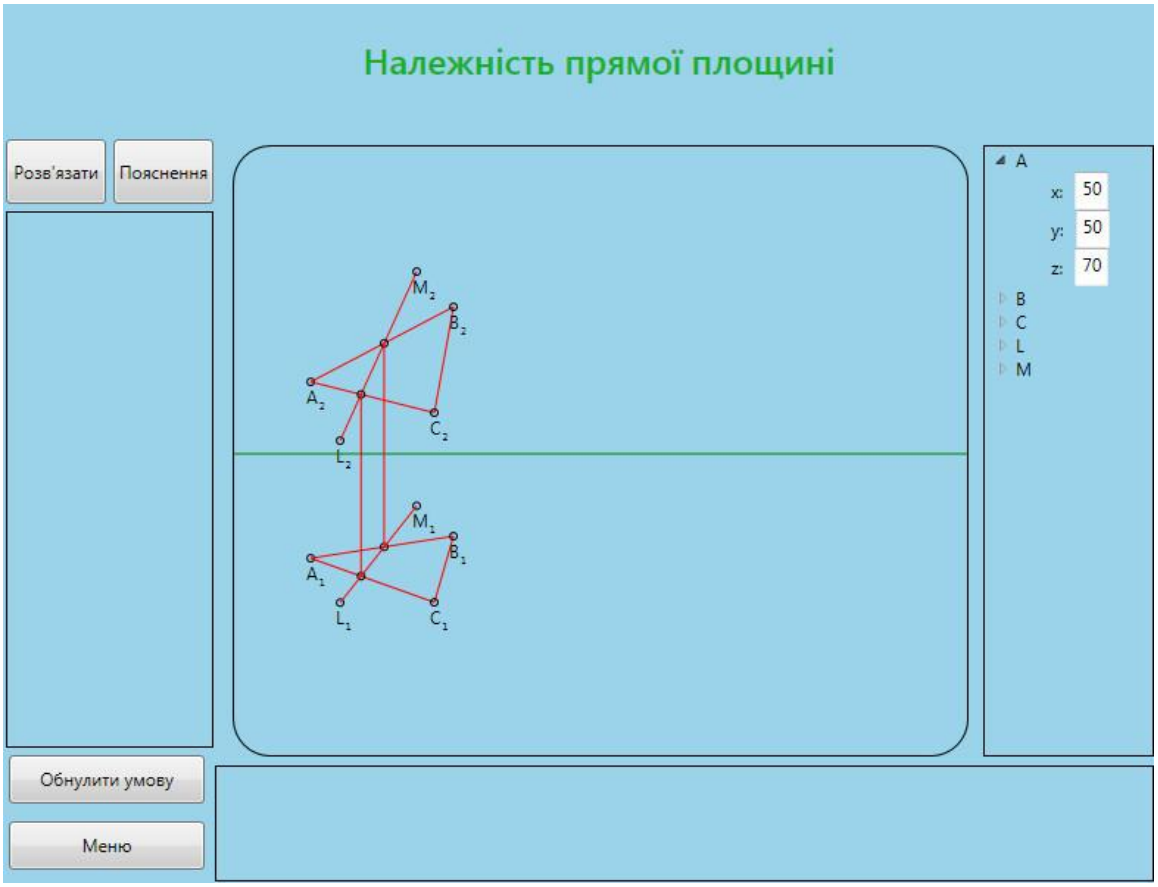


Рис. 2. Поле розв'язку.

Практикум із нарисної геометрії містить основні задачі, що формують знання та вміння студента. Особливо актуальними такого роду практикуми є для студентів заочної та дистанційної форм навчання. Адже використовуючи теоретичні відомості та практикум, можна навчитись розв'язувати типові задачі з нарисної геометрії. Ми представили п'ять задач: належність точки прямій, належність прямої площині, належність точки площині, перетин прямої та площини, а також двох площин. З метою оптимізації величини коду програми нами було накладено певні обмеження. Так площину ми задавали двома способами. У практикумі площина задається як трикутний відсік або ж двома паралельними прямими. Також нами було обмежено поле задання геометричних примітивів. Це все не впливає на методику розв'язку та правильність вирішення задач. Вищезгаданий ЕНР, що містить приклади розв'язку задач дає змогу зменшити кількість аудиторних годин дисципліни. Тим самим полегшить роботу викладача. Однак вимагає від нього виваженого підходу до розроблення індивідуальних завдань із врахуванням того, що студент має

© Головачук І.П., Гупало В.О.

самостійно опрацьовував частину матеріалу яку потрібно проконтролювати. Для забезпечення навчального процесу необхідно, щоб ЕНР був якісним та доступним, а це насамперед електронні бібліотеки у навчальних закладах, достатня кількість персональних комп'ютерів. Щодо програмного забезпечення, то основною вимогою є наявність NET Framework та Інтернет. В протилежному випадку практикуми можуть бути використані тільки для індивідуального вивчення дисципліни. Інтерфейс програми є досить зручним у користуванні. Вікно кожної задачі містить поле розв'язку та кнопки навігації. Студент має можливість змінювати умову задачі, шляхом переміщення базових точок. Це можна зробити клікабельним способом за допомогою миші або шляхом задання координат точок у відведених для цього полях. Завдяки цьому урізноманітнюється кількість варіантів задач, які студент зможе опрацювати з використанням практикуму. Цей досвід є особливо важливим на початковому етапі вивчення дисципліни. Адже на цьому етапі виникає найбільше запитань щодо методики розв'язку задач. Після формування умови користувач може запустити автоматичне розв'язування задачі, активувавши кнопку ***«Розв'язати»***. Для повернення до етапу формування умови передбачено кнопку «Обнулити». Так студент може отримати декілька однотипних розв'язаних задач із різними початковими умовами. На рис. 2 представлено вікно з розв'язком задачі «Належність прямої площині». Зупинимося ще на одній задачі «Перетин прямої та площини» та опишемо накладені обмеження. Так, якщо пряма знаходиться у положенні близькому до паралельного трикутнику, тоді точка перетину розташовується на значному віддаленні від заданої площини. В такому випадку для повномасштабного представлення задачі необхідно зменшити розміри, що може призвести до втрати читабельності зображення. Адже поле графічних побудов має обмежені геометричні параметри. Тому ми виключили задачі з таким розв'язком. При цьому виводиться повідомлення про формування іншої умови задачі користувачем.

Щоб поглибити свої теоретичні знання студент може викликати підказку. В якій графічна інформація може мати як статичний так і анімаційний вигляд. Це може бути gif або flash анімація. Створення посібників, які були б наповнені динамічними зображеннями є досить перспективним напрямом. Адже анімація задач надає більше можливостей користувачу. Він матиме змогу зупиняти перегляд, повертати на початок, вперед, що є досить зручним для опрацювання теоретичного матеріалу нарисної геометрії. Також кращим є сприйняття матеріалу, адеже динамічні зображення розкривають методику розв'язку задачі покроково. Крім того для пояснення теоретичного матеріалу, використовується відео. Хоча воно більше підходить для демонстрації навиків роботи в CAD-системах. Адже працюючи у графічних редакторах таких як AutoCAD, КОМПАС передбачається, що користувач виконує такі активні дії як переміщення курсору натиснення кнопок, використання меню тощо. Тому у практикумах із нарисної геометрії він має обмежене використання. Відео можна використовувати для демонстрації лекцій відомих вчених.

Вищезгадана програмна платформа підходить для вирішення багатьох задач з нарисної геометрії. Нижче представлено фрагмент коду програми, що відповідає за ініціалізацію вікна з розв'язком:

```
private void onLoad(object sender, RoutedEventArgs e)
    {
      Y_LEVEL = fieldDraw.Height / 2;

      x_line = new Line();
      x_line.X1 = 0;
      x_line.Y1 = Y_LEVEL + 2;
      x_line.X2 = fieldDraw.Width;
      x_line.Y2 = Y_LEVEL + 2;
      x_line.Stroke = new SolidColorBrush(Colors.Green);

      switch (taskName)
      {
        case "Task1":
          currentTask = new Task1();
          break;
```

© Головачук І.П., Гупало В.О.

```
            case "Task2":
                currentTask = new Task2();
                break;
            case "Task3":
                currentTask = new Task3();
                break;
            case "Task4":
                currentTask = new Task4();
                break;
        }

        var ai = currentTask as INeedPopup;
        if (ai != null)
            Popup();

        currentTask.loadTask(Y_LEVEL, dot_radius);
        figures = currentTask.getFigures();

        redraw();
        fillTree();
    }.
```

Практикуми можна розробити й на базі інших платформ. Наприклад, Adobe Flash, в якій мовою програмування є ActionScript. Цей продукт містить багато можливостей, що дозволяють покращити навігацію, естетичне оформлення ЕНР тощо. Наприклад, досить зручно використовувати Adobe Flash для розробки віртуальних лабораторних робіт. До того ж невеликі розміри flash-додатків передбачають їх широке використання.

Програмування задач нарисної геометрії призводить до зростання величини коду із-за громіздкого математичного апарату. А це вимагає неабиякої кваліфікації від розробника, який би знав декілька мов програмування та залежно від складності задачі й вимог до оформлення приймав оптимальне рішення з вибору програмного середовища.

На даний час є дуже велика потреба у технологіях навчання, що базуються на нових підходах до ЕНР, що розробляються. Основна проблема полягає у кваліфікованих програмістах, часі, що затрачається та фінансуванні таких розробок. Певні перспективи є у залученні іноземних інвестицій. Насамперед участь у міжнародних грантах де передбачено фінансування розробок, що стосуються навчальних курсів. А це в свою чергу дасть змогу залучити кваліфікованих програмістів та створити якісний електронний навчальний ресурс, щоб наповнити дисципліну методичним матеріалом.

Використання вищезгаданих платформ дозволяє наповнити навчальні курси електронними практикумами, віртуальними лабораторними, тощо. На даний час іде тенденція до зменшення кредитних годин та збільшенні часу відведеного на самостійне опрацювання дисципліни. Тому лекції з використанням анімації, віртуальні лабораторні та автоматизовані практикуми дозволять ефективно використовувати аудиторні години й зменшити навантаження на викладача. А отже дані розробки є актуальними.

1. Головачук І.П. Використання Flash-технологій для створення навчальних тестів / І.Головачук// Редакційно-видавничий відділ Луцького національного технічного університету. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2011. – № 3. – С. 60-64.
2. Соловов А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология. – Самара: «Новая техника», 2006. – 462 с.: ил.
3. Никулин Е.А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 560 с.: ил.

.

© Головачук І.П., Гупало В.О.

УДК 514.181.6 + 514.182
Журило А.Г.к.т.н., доц., Сівак Є.М. к.т.н., доц. Адашевська І.Ю. к.т.н., доц.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

ОСНОВНА ТЕОРЕМА АКСОНОМЕТРІЇ – ТЕОРЕМА ПОЛЬКЕ-ШВАРЦА ТА ЇЇ ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ

Журило А.Г., Сівак Є.М., Адашевська І.Ю. Основна теорема аксонометрії – теорема Польке-Шварца та її практичне використання. У статті розглянуто основну теорему аксонометрії – теорему, яку в 1860 році сформулював К. Польке, а найпростіший доказ запропонував у 1864 році Г. Шварц. Показано практичне використання вказаної теореми. Наведено приклади використання коефіцієнтів спотворення.
Ключові слова: аксонометрія, теорема Польке – Шварца, коефіцієнти спотворення, аксонометричні масштаби.

Журило А.Г., Сивак Е.М., Адашевская И.Ю. Основная теорема аксонометрии – теорема Польке-Шварца и её практическое применение. В статье рассмотрена основная теорема аксонометрии - теорема, которую в 1860 году сформулировал К. Польке, а самый простой способ доказательства предложил в 1864 г. Г. Шварц. Показано практическое применение указанной теоремы. Приведены примеры использования коэффициентов искажения.
Ключевые слова: аксонометрия, теорема Польке - Шварца, коэффициенты искажения, аксонометрические масштабы.

Zhurilo A.G., Sivak E.M., Adashevska I.Yu. The main theorem of axonometry – Polke-Schwartz's theorem and its practical application. In the article the main theorem axonometric - theorem, which in 1860 formulated K. Polke, and the easiest way evidence was offered in 1864 y. G. Schwartz a made. The practical the use of implementation of this theorem. Examples of the use of distortion factor.
Keywords: axonometry, theorem Polke - Schwarz, distortion factor, axonometric scale.

Вступ. Незважаючи на широкий розвиток комп'ютерної техніки, застосування її для виконання креслеників, появі вже декількох поколінь програм КОМПАС, AUTOCAD та їхніх аналогів, аксонометричні проекції широко використовуються у машинобудуванні та архітектурі.

Аналіз останніх досліджень та літератури. Питання про точні графічні побудови має велику історичну давнину, беручи свій початок ще в роботах Евкліда, Архімеда та інших вчених. Однак, заглибленого наукового обґрунтування ці методи почали набувати після опублікування робіт французького філософа і математика Рене Декарта (1596 – 1650 рр.). Декартом була запропонована система осей координат на площині та у просторі, що дозволила математикам і технікам розв'язувати на папері задачі метричного характеру [1, 2].

З вичерпною повнотою і строгою науковою обґрунтованістю теорія точних метричних побудов була розроблена математиком Гаспаром Монжем, який у 1795 – 1799 рр. опублікував результати своєї двадцятирічної роботи під назвою «Нарисна геометрія» [1].

Серед імен, з якими пов'язаний розвиток наукової праці в області аксонометричних проекцій, можна згадати видатних вітчизняних вчених: М.О. Риніна, А.І. Добрякова, Д.І. Каргина, М.Ф. Четверухіна, Н.О. Глаголєва, О.О. Вольберга, Н.М. Бескіна, І.І. Котова, Є.А. Глазунова, С.О. Смирнова [3, 4].

У даний час теорія аксонометрії розроблена докладно і висвітлена в численних працях з нарисної геометрії. Питання ж практики побудови аксонометричних зображень висвітлені в літературі недостатньо. Тим часом, у практиці побудови аксонометричних зображень можуть виникнути значні труднощі, обумовлені не тільки недостатньою підготовкою виконавця, але і складністю окремих задач, що вимагають спеціального роз'яснення [5, 6].

Положення ускладнюється ще й тому, що за останні 20..30 років практично не публікувалося робіт із практики побудови аксонометричних зображень та її основних законів. Ті ж роботи, що були опубліковані раніше, у більшості випадків розглядають аксонометричні проекції, не передбачені ГОСТ 2.317 – 69 [3, 4].

Мета дослідження, постановка проблеми. Довести значне практичне значення теореми Польке – Шварца та показати основні властивості аксонометричних проекцій, які зумовлені вказаною теоремою – основною теоремою аксонометрії [8].

Матеріали дослідження. Як відомо, основною теоремою аксонометрії є теорема Польке – Шварца.

Вперше вона була висловлена К. Польке в 1853 р.: «Три відрізки OE_x, OE_y і OE_z довільної довжини, що належать одній площині і виходять з однієї точки O' під довільними кутами один до одного, становлять рівнобіжну проекцію трьох рівних відрізків OE_x, OE_y і OE_z, відкладених на

© Журило А.Г., Сівак Є.М., Адашевська І.Ю.

прямокутних осях координат від початку О» [2, 3].

Ця теорема є важливою для визначення системи аксонометричних осей і аксонометричних масштабів.

Будь-який повний чотирикутник, який не вироджується, можна розглядати як рівнобіжну проекцію тетраедра наперед заданої форми.

Звернемо увагу, що повним чотирикутником вважають фігуру, утворену чотирма точками загального положення (вершинами) і шістьма прямими, обумовленими вершинами. Чотирикутник, що не вироджується, є таким, у якого не всі чотири вершини належать одній прямій.

Припустимо, що є довільний тетраедр $A_oB_oC_oD_o$ і повний чотирикутник ABCD (рис. 1).

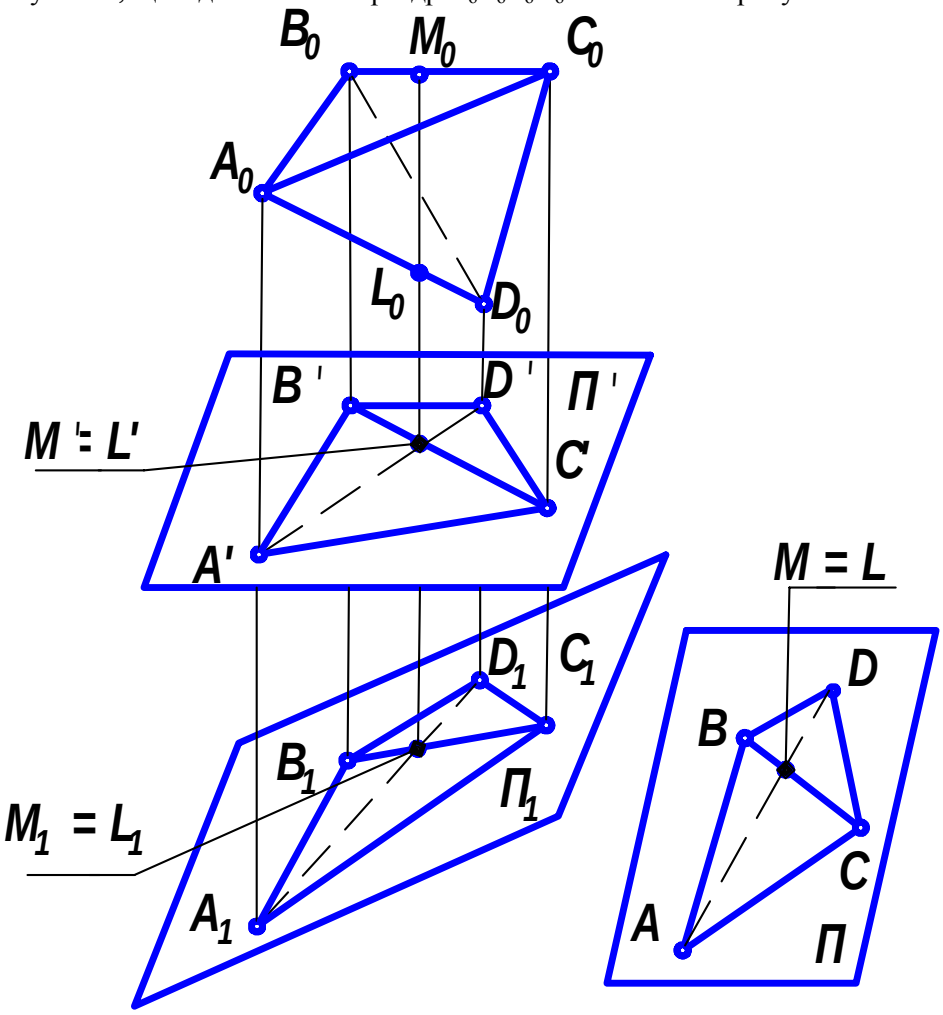


Рис. 1. **Перетворення довільного тетраедра $A_oB_oC_oD_o$ і повного чотирикутника ABCD**

Будемо розглядати останній як проекцію деякого тетраедра [8]. У такому випадку шість сторін повного чотирикутника є проекціями ребер цього тетраедра. Таким чином, необхідно позначити двома буквами діагональну точку перетинання двох сторін, відносячи її до ребра AD (точка L) або до ребра BC (точка M). Просте відношення трьох точок не змінюється при рівнобіжному проеціюванні, тому можна знайти точки L_0 і M_0 відповідно на ребрах A_0D_0 та B_0C_0 початкового тетраедра з умов:

$(A_0L_0D_0) = (ALD)$, $(B_0M_0C_0) = (BMC)$.

Приймаємо напрямок прямої M_0L_0 за напрямок проеціювання, тому що пряма M_0L_0 проецюється в одну точку. Спроецюємо тетраедр за напрямком M_0L_0, для чого через кожну вершину проведемо проецюючі лінії, та отримаємо проецюючу призму. Перетнемо її довільною площиною П'. У перетині буде повний чотирикутник A'B'C'D', в якому:

$(A'L'D') = (A_oL_oD_o) = (ALD)$; $(B'M'C')=(B_oM_oC_o) = (BMC)$.

Повний чотирикутник A'B'C'D' є афінним чотирикутником ABCD. Розглядаючи чотирикутник A'B'C'D' як основу призми, можна побудувати перетин $A_1B_lC_1D_1$ проецюючої

© Журило А.Г., Сівак Є.М., Адашевська І.Ю.

призми площиною $П_1$, який буде подібним чотирикутнику ABCD. Таким чином, повний чотирикутник $A_1B_lC_1D_1$ є рівнобіжною проекцією даного тетраедра $A_oB_oC_oD_o$, а заданий чотирикутник ABCD є проекцією тетраедра, подібного даному.

Можна зробити висновок, що якщо задано проекцію тетраедра на площині П (повний чотирикутник ABCD), то напрямок проеціювання та положення площини проекцій можна знайти, як і натуральні розміри начального тетраедра. При цьому розв'язанням задачі є чотири випадки.

Дійсно, проецюючій призмі відповідає відносно площини проекцій симетрична проецююча призма. У кожній з них початковий тетраедр може займати два істотно різних положення, симетричних щодо нормального перетину проецюючої призми.

Результати дослідження. З теореми Польке - Шварца можна зробити висновки дуже великого практичного значення**.** Якщо визначити систему прямокутних координат у просторі OXYZ, а також відкладені по осях координат одиничні відрізки (масштабні відрізки), кінці яких позначимо буквами E_x, E_y, E_z, то отримаємо масштабний тетраедр $OE_xE_yE_z$ (рис. 2).

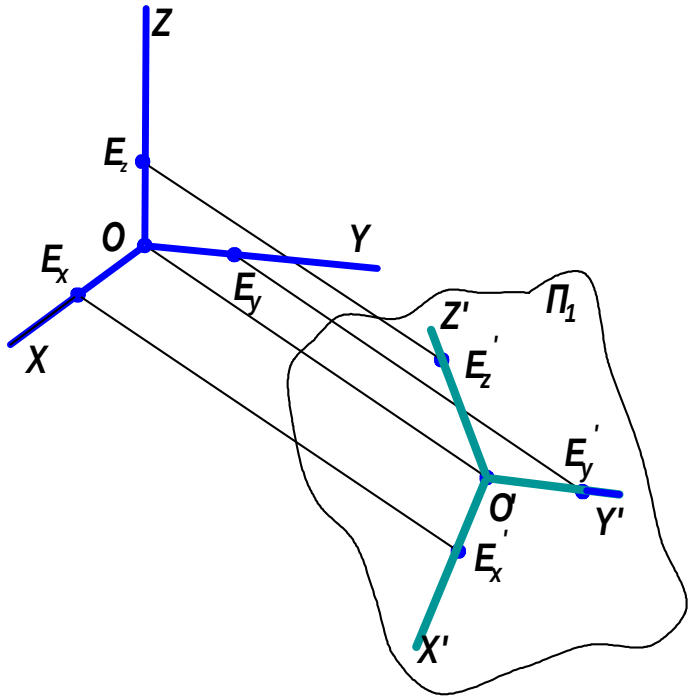


Рис. 2. **Паралельне проеціювання системи прямокутних координат у просторі OXYZ на будь - яку площину $П_1$ [8]**

Однією вершиною масштабного тетраедра є початок координат О, а трьома іншими вершинами — кінці масштабів по осях координат E_x, E_y і E_z. Масштабний тетраедр є тетраедром спеціального вигляду. Три його грані — рівнобедрені прямокутні трикутники, а четверта грань — рівнобічний трикутник.

Припустимо, що система прямокутних координат у просторі OXYZ (будемо називати її натуральною системою координат), проецюється паралельно на будь-яку площину $П_1$ (рис. 2). У такому випадку масштабний тетраедр зобразиться у вигляді повного чотирикутника, шість сторін якого є проекціями шести ребер масштабного тетраедра [7]. Натуральні осі координат OXYZ зобразяться в проекції на площину $П_1$ трьома прямими лініями, що виходять із точки O', яка є зображенням початку координат О. Ця система трьох прямих O'X'Y'Z' (аксонометричних осей) називається аксонометричною системою координат, а три проекції натурального масштабу по осях координат $O'E'_x$, $O'E'_y$, $O'E'_z$ називаються аксонометричними масштабами.

Застосовуючи теорему Польке - Шварца до розглянутого випадку, коли початковий тетраедр є масштабним тетраедром, можна зазначити наступне: довільний повний чотирикутник, що не вироджується, завжди можна розглядати як рівнобіжну проекцію масштабного тетраедра натуральної системи координат у просторі.

Як для теорії аксонометрії, так і в багатьох практичних її застосуваннях ця теорема має фундаментальне значення. Справді, на підставі теореми Польке – Шварца система

© Журило А.Г., Сівак Є.М., Адашевська І.Ю.

аксонометричних осей, а також і аксонометричних масштабів на них може бути задана зовсім довільним чином. Завжди знайдеться таке положення прямокутної системи натуральних координат у просторі і такий розмір натурального масштабу по осях, що задана аксонометрична система виявиться рівнобіжною проекцією натуральної системи.

З теореми Польке – Шварца легко вивести основні властивості аксонометричних проекцій.

1. Проекцією точки є точка, проекцією прямої – пряма (колінеарність).

2. Якщо точка належить прямій, то проекції точки (аксонометричні і вторинні) належать однойменним проекціям цієї прямої (інцидентність зберігається).

3. Якщо лінії (прямі або криві) у просторі перетинаються, то проекції цих ліній також перетинаються, причому точки перетинання проекцій є однойменними проекціями точки перетинання самих ліній у просторі.

4. Якщо прямі в просторі взаємно паралельні, то їхні проекції також взаємно паралельні.

5. Проекції відрізків однієї і тієї ж прямої лінії пропорційні самим відрізкам. Відношення відрізків взаємно паралельних прямих дорівнює відношенню їхніх проекцій. Ця властивість разом із властивістю 4 дає можливість користуватися системою аксонометричних координат так само, як системою натуральних координат, що і становить сутність аксонометричного способу побудови зображень.

6. Якщо пряма торкається кривої лінії в будь - якій точці А, то проекція прямої торкається проекції кривої в точці A_1, яка буде проекцією точки торкання А. Торкання можна розглядати як граничний випадок перетинання, тому дана властивість є похідною з властивості 3.

7. Якщо лінії, фігури або сторони кутів належать площині, паралельній картині, то відрізки ліній, фігури і кути проецюються на останню без спотворення.

8. Усі аксонометричні проекції мають однакове спотворення.

Наприклад, точні коефіцієнти спотворення для ізометричної проекції становлять: $K_x = K_y = K_z = 0{,}82$. Але на практиці часто використовують коефіцієнти спотворення $K_x = K_y = K_z = 1$. Пов'язане це з тим, що при побудові аксонометрії кресляр буде вимушений кожен розмір (як мінімум раз, а максимум – тричі) помножити на 0,82 та округляти отриманий результат треба не грубо, а з однаковим наближенням. Тому наведені коефіцієнти спотворення вибираються таким чином, щоб спростити аксонометричні масштаби і перехід натуральних координат в аксонометричні. Для цього застосовують коефіцієнти спотворення рівні одиниці, збільшуючи приблизно в 1,22 рази їхню натуральну величину.

На рис. 3 зображені для зрівняння нормальна і збільшена ізометричні проекції куба з ребром, рівним одиниці натурального масштабу. Як видно з кресленика, нормальне і збільшене зображення відрізняються одне від одного лише розмірами, зберігаючи всі інші властивості, у тому числі і наочність. А трудомісткість побудови знижується, що важливо для початківців.

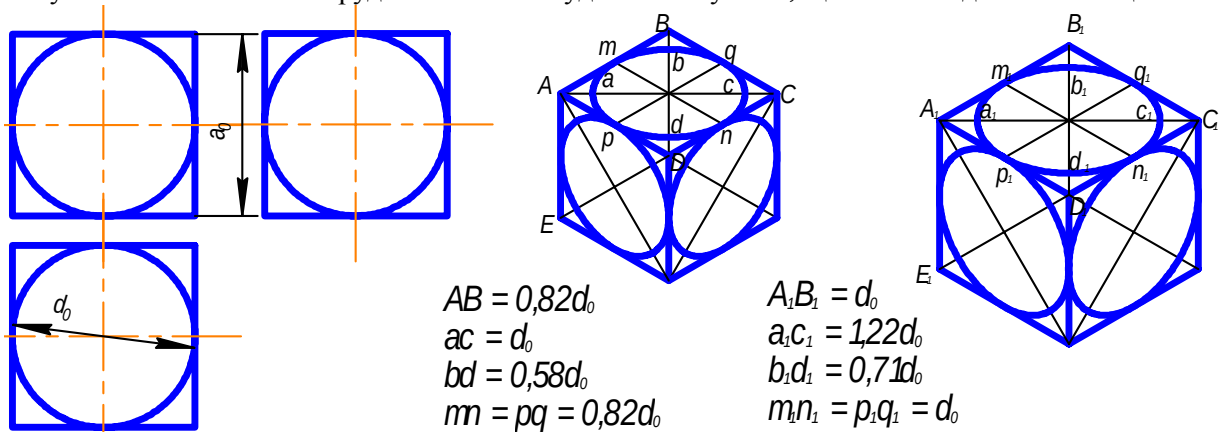


Рис 3. **Нормальна і збільшена ізометричні проекції куба з ребром, що дорівнює одиниці натурального масштабу [8]**

Висновки. Теорема Польке – Шварца є основною теоремою аксонометрії, яка дозволяє визначити систему аксонометричних осей і аксонометричних масштабів. З теореми Польке – Шварца легко вивести основні властивості аксонометричних проекцій, які є ідентичними властивостям ортогональних креслеників. При побудові аксонометрії з коефіцієнтом спотворення $K_x = K_y = K_z = 1$, натуральну величину треба збільшити приблизно в 1,22 рази. Нормальне і збільшене зображення відрізняються одне від одного лише розмірами, зберігаючи всі інші

© Журило А.Г., Сівак Є.М., Адашевська І.Ю.

властивості, у тому числі і наочність при суттєвому зниженні трудомісткості побудови аксонометрії.

1. Гордон В. О. Курс начертательной геометрии : учебник / В. О. Гордон, М. А. Семенцов - Огиевский. – М.: Наука, 1976. – 432 с.
2. Каменев В. И. Аксонометрические проекции : Альбом чертежей / В. И. Каменев. — Москва–Свердловск : Гос. изд - во машиностроит. лит., 1946. – 72 с.
3. Порсин Ю. Я. Аксонометрические изображения машиностроительных деталей : учебник / Ю. Я. Порсин. – М.- Л. : Машгиз, 1973. – 188 с.
4. Ланюк А. В. Аксонометрические проекции : учебник / А. В. Ланюк. — М. : Гос. изд - во лит - ры по строительству и архитектуре, 1956. – 176 с.
5. Журило А. Г. Методика построения аксонометрических проекций тел вращения на примере изометрической проекции цилиндра / А. Г. Журило // Вестн. НТУ «ХПИ». — 2007. – № 11. – С. 78 – 81.
6. Журило А. Г. Методика построения аксонометрических проекций тел вращения на примере изометрической проекции конуса / А. Г. Журило // Вестн. НТУ «ХПИ».— 2005. – № 57. – С. 65 – 68.
7. Журило А. Г. Побудова деяких геометричних тіл у диметрії / А. Г. Журило // Вестн. НТУ «ХПИ». — 2008. – № 43. – С. 128 – 131.
8. Журило А. Г. Теоретичні та практичні основи аксонометрії [Текст] / А. Г Журило. Навч. посібник. Х.: НТУ «ХПІ», 2010. - 196 с.

© Журило А.Г., Сівак Є.М., Адашевська І.Ю.

УДК 004
Кізим С.О., Ройко О.О.
Волинський технікум Національного університету харчових технологій

СУЧАСНІ СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ АКТИВІЗАЦІЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кізим С.О., Ройко О.О. Сучасні світові тенденції активізації роботи студентів з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. Здійснено огляд сучасних світових тенденцій активізації роботи студентів з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. Основну увагу зосереджено на світову практику використання інформаційно-комунікаційних технологій в освіті.
Ключові слова. Інформаційно-комунікаційні технології, змішане навчання, вебінари, відео конференції, інтерактивне спілкування, доповнена реальність, просторові операційні середовища.

Кизым С.А., Ройко О.А. Современные мировые тенденции активизации работы студентов с использованием информационно-коммуникационных технологий. Осуществлен обзор современных мировых тенденций активизации работы студентов с использованием информационно-коммуникационных технологий. Основное внимание сосредоточено на мировую практику использования информационно-коммуникационных технологий в образовании.
Ключевые слова. Информационно-коммуникационные технологии, смешанное обучение, вебинары, видеоконференции, интерактивное общение, дополненная реальность, пространственные операционные среды.

Kizym S.O., Roico O.O. Current global trends activation of students using information and communication technologies. In article is performed the overview of current global trends for students work activation using information and communication technologies. It concentrates on the global practice of information and communication technologies usage in education
Keywords. Information and communication technologies, blended learning, webinars, video conferencing, interactive communication, augmented reality, spatial operating environment.

Постановка проблеми. Сучасна освіта не може розглядатись у відриві від глобальних процесів економічного, соціального та культурного розвитку. Немає сумніву, що значна частина соціально-економічних змін пов'язана з широким впровадженням інформаційно-комунікаційних технологій. Тому освітні заклади, які прагнуть бути конкурентоспроможними та забезпечувати високу якість підготовки майбутніх фахівців повинні інтегруватися у процес впровадження інформаційно-комунікаційних технологій, у тому числі на етапах організації викладання нормативних навчальних дисциплін.

Можна виділити кілька етапів, через які пройшли провідні освітні заклади у процесі впровадження інформаційних технологій [1]:

1. Накопичення матеріальних ресурсів: придбання передового серверного устаткування, інсталяція потужних телекомунікаційних систем та мереж, впровадження програмно-апаратних комплексів.
2. Створення кадрових ресурсів: адміністративно-управлінського персоналу, інженерних кадрів, користувачів накопиченої технічної бази з числа професорсько-викладацького складу ВНЗ, формування структури підрозділів, що займаються процесами інформатизації у ВНЗ.
3. Розробка і впровадження нормативної та правової бази використання інформаційно-комунікаційних технологій, особливо в галузі дистанційного навчання.

Якщо повернутись до сучасних реалій України, то складне матеріальне становище більшості галузей бюджетної сфери, в тому числі й освіти, суттєво гальмує процеси інформатизації. Тому на перших етапах впровадження дуже актуальне питання організації викладання та здійснення професійної діяльності педагогів із використанням максимально доступних інформаційно-комунікаційних технологій, а в ідеалі – безкоштовних засобів.

Мета статті – виконати огляд сучасних світових тенденцій активізації роботи студентів з використанням інформаційно-комунікаційних технологій, які дозволяють спростити організацію навчального процесу. Більшість програмних засобів, які є предметом розгляду, безкоштовні.

Виклад основного матеріалу. Інформаційні та комунікаційні технології на основі систем телекомунікації у всьому світі визнані ключовими технологіями XXI століття, що на найближчі десятиріччя будуть основними двигунами науково-технічного прогресу. Інформатизація освіти є частиною цього глобального процесу. Актуальною проблемою сьогодення є розробка таких освітніх технологій, які здатні модернізувати традиційні форми навчання з метою підвищення рівня навчального процесу у вищому навчальному закладі.

Світова практика розвитку та використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освіті демонструє тенденцію до зміни традиційних форм організації освітнього процесу в

© Кізим С.О., Ройко О.О.

умовах інформаційного суспільства. Разом з тим змінюється й зміст освіти, методики та дидактичні підходи.

Отже, сучасними світовими тенденціями розвитку інформатизації освіти є:

– створення єдиного освітнього простору;

– активне запровадження нових засобів та методів навчання, що орієнтовані на використання інформаційних технологій;

– синтез засобів та методів традиційного та комп'ютерного навчання;

– створення системи випереджаючої освіти.

– виникнення нового напрямку діяльності викладача – розробка інформаційних технологій навчання та програмно-методичних комплексів; зміна змісту діяльності викладача: з «репродуктора» знань до розробника нової технології (що з одного боку, підвищує його творчу активність, а з іншого – потребує високого рівня технологічної та методичної підготовки).

– формування системи безперервного навчання як універсальної форми діяльності, що спрямована на постійний розвиток особистості протягом всього життя.

Інформатизація освіти вимагає впровадження у вищу освіту інноваційних за змістом методів, засобів та форм професійної підготовки майбутніх фахівців нової формації, створення потужної інформаційної інфраструктури у вищих навчальних закладах з розвиненим інформаційно-комп'ютерним навчальним середовищем, впровадження Інтернет–технологій, електронного навчання, комунікаційних мереж (глобальних, національних, локальних).

Використання інформаційно-комунікаційних технологій не зводиться до простої заміни "паперових" носіїв інформації електронними. Інформаційно-комунікаційні технології дають можливість поєднувати процеси вивчення, закріплення і контролю засвоєння навчального матеріалу, які за традиційного навчання частіше всього є розірваними. Інформаційні технології дають можливість у більшій мірі індивідуалізувати процес навчання, зменшуючи фронтальні види робіт і збільшуючи частку індивідуально-групових форм і методів навчання. Також інформаційні технології сприяють підвищенню мотивації до навчання, розвитку креативного мислення, дозволяють економити навчальний час; інтерактивність і мультимедійна наочність сприяє кращому представленню, і, відповідно, кращому засвоєнню інформації.Разом з тим, інформаційно-комунікаційні технології не витісняють традиційні методи і прийоми, вони дозволяють наблизити методику навчання до вимог сьогодення. З цією метою здійснюється розширення використання в освітній галузі нових інформаційних освітніх технологій, які базуються на сучасній комп'ютерній базі, нових інтерактивних методах: комп'ютерні навчальні програми, технічні засоби навчання на базі аудіо-відеотехніки, дистанційні засоби навчання, телеконференції тощо.

Актуальність інформаційних освітніх технологій зумовлена тим, що вони вдосконалюють систему освіти і роблять ефективнішим навчальний процес. Сьогодні найбільше розповсюдження отримали комп'ютерні навчальні програми, зокрема, комп'ютерні підручники, діагностично-тестові системи, лабораторні комплекси, експертні системи, бази даних, консультаційно-інформаційні системи, прикладні програми, які забезпечують обробку інформації.

Між тим, провідні світові тенденції активізації аудиторної роботи студентів за рахунок використання ІКТ на сьогодні зароджуються в лабораторіях та формуються у провідних університетах світу. Виходячи з цього, можна визначити дві групи тенденцій: сформовані сучасні та перспективні, тобто які на сьогодні лише формуються – тенденції майбутнього.

Розширення можливостей використання змішаного навчання (Blended Learning) за рахунок всебічного (як поза межами аудиторії, так і на аудиторних зайняттях) використання соціальних мереж та веб-сервісів. Так, наприклад студенти університетів Berkley, Stanford, MIT мають можливість залучатися до аудиторних занять групи за допомогою веб-підключень (вебінари), фізично не знаходячись в аудиторії, або спілкуватися за допомогою проведення відеоконференцій з використанням Google+ Hangout [2]. Практично у всіх провідних університетах світу під час проведення аудиторних занять активно використовуються Facebook та Twitter для забезпечення продуктивної дискусії, підвищення рівня взаємодії в межах студентського колективу. Це особливо актуально при проведенні занять в аудиторіях з великою кількістю студентів, де відсутня можливість вислухати думку кожного під час проведення інтерактивних занять. За рахунок використання можливостей даних мереж кожен студент має спроможний прийняти участь в розв'язанні поставлених питань шляхом здійснення записів з поясненнями та постановки питань через Facebook та Twitter, що відображається на екрані, отже ця інформація стає загальнодоступною, відображає активність студента та сприяє творчому пошуку.

© Кізим С.О., Ройко О.О.

Активізація Backchannel – інтерактивне спілкування під час аудиторних занять за допомогою смартфонів та ноутбуків. Активізує процес взаємодіє в аудиторії під час проведення семінарів, лекцій, презентацій. З розвитком соціальних засобів масової інформації, зокрема Twitter та блоги, Backchannel забезпечує документацію таких подій, як, наприклад, конференц-сесії, щоб студенти мали можливість не тільки приймати практичну участь, але й продовжувати навчатися після закінчення аудиторної роботи.

Використання мобільних засобів зв'язку. iPad активно використовується не тільки у дистанційній але й в аудиторній роботі [3]. Планшети під час аудиторної роботи використовуються для пошуку в інтернеті необхідної інформації та з метою колаборації, а за рахунок спеціальних додатків та веб-сервісів мобільні пристрої використовуються для здійснення опитувань (тобто за необхідності вони використовуються як «клікери»).

Створена Apple програма iBooks Author – є безкоштовним доступним інструментом, за допомогою якого швидко створюється інтерактивний навчальний контент [4], отже як викладачі, так і студенти мають можливість самостійно створювати та використовувати як в аудиторії, так і поза її межами, інтерактивний навчальний контент [5].

Спеціальні додатки iWork для iPad: Pages, Keynote и Numbersi, Movie и GarageBand дозволяють створювати професійні документи, таблиці, презентації, записувати аудіо та відео. Використання функції дублювання відео в аудиторній роботі дозволяє використовувати освітні додатки до для iPad, фільми, відео- та інші матеріали. Новий додаток iTunes U дозволяє студентам працювати із завданнями та отримати доступ до найбільшого в світі (більш ніж 500 000 джерел) інтернет-каталогу безкоштовних лекцій, відеоматеріалів, підручників тощо. Сотні університетів та інших навчальних закладів публікують свої матеріали в iTunes U, серед них Лондонська школа економіки, Кембрідж, Оксфорд та інші організації, як наприклад, Публічна бібліотека Нью-Йорка.

Комплексне використання інтерактивних засобів навчання. Комплекс апаратних засобів, необхідних для забезпечення інтерактивного навчання, як правило, складається з комп'ютера, інтерактивної дошки, мультимедійного проектора та пристроїв зв'язку (Веб-камера, система передачі даних, адаптер тощо). До складу комплексу може також входити пристрій тактильного введення даних (інтерактивний безпровідний планшет; інтерактивний рідкокристалічний дисплей (інтерактивна графічна панель), об'єднуючий в собі функції монітора і цифрового планшета; система інтерактивного опитування – пульти, безпровідні мікрофонні системи) і система звукового супроводу.

Інтерактивні електронні дошки використовують, як правило для відображення візуальної та інтерактивної інформації, для колективної співпраці та відображення її результатів, за допомогою інтерактивних безпровідних планшетів студенти можуть відповідати на запитання викладача, ставити свої запитання, брати участь в процесі обговорення. Таким чином, між викладачем і студентами виникає інтерактивний діалог, що значно підвищує рівень сприйняття і розуміння матеріалів заняття. Якщо студент працює біля дошки, то викладач може вільно переміщатися по аудиторії і вносити корективи за допомогою безпровідного планшета.

Для великих аудиторій, як правило, застосовують інтерактивний рідкокристалічний дисплей, який об'єднує в собі функції монітора і цифрового планшета. Для контролю знань використовують безпровідні пульти [6]. Під час заняття викладач ставить запитання, а студенти відповідають на них простим натисненням на кнопки пульта. Результати опитування зберігаються і відображаються в режимі реального часу. Після закінчення заняття результати опитування можна експортувати в MS Excel або інший програмний продукт і проводити аналіз.

Використання безпровідних мікрофонних систем дозволяє студентам чути викладача, що сприяє концентрації уваги на занятті, підвищує ефективність процесу навчання.

Всі компоненти, які входять до складу комплексу апаратних засобів можуть працювати як єдине ціле, так і незалежно один від одного.

Практично у всіх провідних університетах світового класу активно використовують саме комплекси інтерактивних засобів навчання. Використання їх у процесі навчання дозволяє значно підвищити рівень взаємодії між викладачем і студентом. Однак, педагогічно доцільним, дидактично обґрунтованим є застосування сучасних засобів навчання тільки тоді, коли викладач знає особливості засобу навчання, має навички управління цим засобом. Наприклад в Мічиганському університеті функціонує Центр по дослідженням в галузі навчання та викладання (CRLT), який здійснює не лише дослідження, але й надає допомогу та організує навчання викладачів [7].

© Кізим С.О., Ройко О.О.

Центр навчання університету Вандербільта надає викладачам рекомендації по використанню ІКТ на основі проведення досліджень щодо ефективності їх впливу на студентську аудиторію [8]. Надає допомогу своїм викладачам й Центр викладання та навчання Стендфорського університету [9].

Найновітнішими тенденціями, щодо процесів які сьогодні тільки переходять з лабораторій університетів та компаній у освітній простір, є:

Використання доповненої реальності **(**Augmented Reality) в освітніх закладах переважно медичного та технічного профілю [10]. Так, наприклад, Массачусетському технологічному інституті в рамках MIT Teacher Education Program студенти взаємодіють, перебуваючи в реальних умовах за допомогою GPS обладнання [11]. В Колумбійському університеті також активно використовується доповнена реальність [12].

Використання так званих просторових операційних середовищ («spatial operating enviroments»), що дозволяють проводити колективну роботу поєднуючи об'єкти реального та віртуальних світів (наявне жестове управління). Яскравим прикладом є G-speak платформа **[**13], розробка якої була розпочата в Массачусетському технологічному інституті в «MIT media lab» [14]. Вона надає можливість колективної роботи з використанням жестових інтерфейсів. В дослідницькій лабораторії візуалізації при Іллінойському університеті використовується власна розробка CAVE з використанням 3D-зображення на всі стіни аудиторії та керуванням системою за допомогою жестів (рухів). CAVE та G-speak є досить дорогими системами спеціально розробленими для колаборації. Доступність Microsoft Kinnect та програмного забезпечення для неї (освітні додатки до якої розробляються у ряді університетів, у тому числі у лабораторії Массачусетського технологічного інституту [15] та інших технічних засобів для забезпечення жестових інтерфейсів призвела до створення дешевих аналогів G-speak різними компаніями та університетами.

Висновки. Аналізуючи вище викладене, можна констатувати, що інформаційно-комунікаційні технології виступають як засіб всебічного розвитку та повноцінного оволодіння студентами усіма компонентами навчальної діяльності, сприяють покращенню як рівня успішності так і якості навчання студентів, і як наслідок – підвищенню конкурентоздатності навчального закладу. Тому перед викладачами стоять завдання поєднати класичні педагогічні технології з сучасними інноваціями, а це дасть змогу забезпечити простоту у спілкуванні та співпраці всіх учасників навчального процесу.

1. Бакова І.В. Питання зміни стилю навчання фахівців-економістів в умовах використання системи «1С-Підприємство» / І.В. Бакова, О.І. Пронін // Матеріали міжнародної Інтернет-конференції «Інформаційні системи та технології управління», 25 жовтня 2011. – Донецьк: ДонНУЕіТ ім.. М. Туган-Барановського, 2011. – С. 332-335.
2. Стаття "Reinventing Education with Khan Academy and AI Class" [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: http://www.youtube.com/watch?v=LtmdiPUGGe8)
3. Стаття "iPad as a pedagogical device" [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: http://www.iktogskole.no/wp-content/uploads/2011/02/ipadasapedagogicaldevice-110222.pdf
4. Стаття "Let's empower youth" [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: http://www.apple.com/education/
5. Стаття "Учебник XXI века: обзор программы iBooks Author для iPad" [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: http://vido.com.ua/news/view/uchiebnik-xxi-vieka-viersiia-dlia-ipad/1781
6. Збірник матеріалів науково-методичної конференції "Від викладання дисциплін – до освоєння наук: трансформація змісту, Технологій освітньої діяльності та розвиток педагогічної майстерності" [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: http://www.cmu.edu/teaching/technology/whitepapers/ClassroomResponse_Nov07.pdf
7. Стаття "The Teaching Philosophy/Teaching Statement" [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: http://www.crlt.umich.edu/tstrategies/tstpts.php
8. Стаття "Classroom Response System" [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: http://cft.vanderbilt.edu/docs/classroom-response-system-clickers-bibliography/
9. Стаття "Teaching Resources" [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: http://ctl.stanford.edu/handbook/technology-in-teaching.html
10. Стаття "Augmented Reality Solar System Magic Book" [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: http://www.jsnet.eku.edu/ARBlog/
11. Стаття "MITAR Games" [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: http://education.mit.edu/projects/mitar-games
12. Стаття "Augmented Reality in Education" [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: http://www.slideshare.net/kehamilt/augmented-reality-in-education
13. Стаття "G-SPEAK" [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: http://oblong.com/
14. Стаття "MIT media lab" [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: http://www.media.mit.edu/
15. Стаття "Depthjs" [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: http://depthjs.media.mit.edu/

© Кізим С.О., Ройко О.О.

УДК 514.18
Ковальов С.М., Ботвіновська С.І., Мостовенко О.В
Київський національний університет будівництва і архітектури

ВРІВНОВАЖЕНІ СІТКИ НА ПЛОЩИНІ З КЛІТИНАМИ ОДНАКОВОЇ ПЛОЩІ

Ковальов С.М., Ботвіновська С.І., Мостовенко О.В. Врівноважені сітки на площині з клітинами однакової площі. В статті розглядається можливість управління параметрами сітки в плані при дискретному моделюванні заданої поверхні без зміни розподілу зовнішнього навантаження на вузли сітки.
Ключові слова: дискретне моделювання, дискретний каркас, врівноважена поверхня, параметричний аналіз, статико-геометричний метод

Ковалев С.Н., Ботвиновская С.И., Мостовенко А.В. Уравновешенные сети на плоскости с одинаковыми по площади ячейками. В статье рассматривается возможность управлять параметрами сетки в плане при дискретном моделировании заданной поверхности. При этом распределение внешней нагрузки на узлы сети должно оставаться неизменным.
Ключевые слова: дискретное моделирование, дискретный каркас, уравновешенная поверхность, параметрический анализ сетки, статико-геометрический метод.

Kovalev S.N., Botvinovska S.I., Mostovenko O.V. Balanced networks on a plane with identical on an area cells
Possibility to manage the parameters of net in a plan at the discrete design of the set surface is examined in the article. Thus is must take into account, that the external load on the nodes of network should be unchanged.
Keywords: discrete modeling, digital frame, balanced surface, parameterization, static-geometric method, discrete frame.

Постановка проблеми. При формуванні врівноважених сіток під дією власної ваги, що дискретно моделюють поверхні криволінійних покриттів будівель та споруд, власна вага покриття умовно рівномірно розподіляється між вузлами сітки. При цьому на форму поверхні суттєво впливають як топологія сітки в плані, так і її метричні параметри. Виникає питання, які параметри сітки в плані, при заданому опорному контурі в просторі, можна варіювати так, щоб не порушити рівновагу сітки, яка дискретно моделює поверхню покриття.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основи статико-геометричного методу (СГМ) формування дискретних каркасів врівноважених поверхонь на топологічно правильних сітках у плані під дією рівномірно розподіленого між вузлами вертикального навантаження викладено в [1]. В роботі [2] Золотовою А.В. було доведено, що при загущенні правильної у плані сітки з квадратними клітинами зовнішнє рівномірно розподілене навантаження залишається пропорційним площі клітини у плані.

Невирішені частини проблеми. Варіювання метричних параметрів сітки у плані з заданою топологією, яка не впливає на форму модельованої поверхні в [1], [2] авторами не розглядалось.

Мета дослідження виявити можливості управління параметрами сітки при дискретному моделюванні заданої поверхні без зміни розподілу зовнішнього навантаження на вузли сітки.

Основні результати дослідження. Сформулюємо основні умови до організації сітки в плані, яка забезпечує незмінність форми модельованої поверхні:

1. Статична рівновага вузлів сітки за статико-геометричним методом (СГМ) описується системою рівнянь

$$\begin{aligned} \mathbf{x}_{i-1,j} + \mathbf{x}_{i+1,j} + \mathbf{x}_{i,j-1} + \mathbf{x}_{i,j+1} - 4\mathbf{x}_{i,j} &= 0 \\ y_{i-1,j} + y_{i+1,j} + y_{i,j-1} + y_{i,j+1} - 4y_{i,j} &= 0 \\ z_{i-1,j} + z_{i+1,j} + z_{i,j-1} + z_{i,j+1} - 4z_{i,j} + kP &= 0 \end{aligned} \qquad (1)$$

В першому і другому рівняннях системи (1) проекції зовнішніх зусиль відсутні, оскільки вони вертикальні. Перші два рівняння системи є незалежними і описують рівновагу кожного вузла у плані. Тобто, першою умовою рівноваги сітки у просторі є рівновага вузлів сітки у плані.

2. Рівномірний розподіл власної ваги між вузлами сітки відповідає однаковим за вагою елементам покриття, що віднесені до кожного вузла. Вага кожного елемента дорівнює добутку його площі, товщини та об'ємної ваги. При постійній товщині оболонки площі всіх елементів повинні бути однаковими. Тоді, якщо площа елемента для пологої оболонки наближено дорівнює його площі в плані, то другою умовою рівноваги сітки у просторі буде те, що площі клітин сітки в плані повинні бути однаковими.

© Ковальов С.М., Ботвіновська С.І., Мостовенко О.В.

Наведені умови є необхідними для того, щоб при заданих параметрах поверхні вузли різних у плані сіток належали цій поверхні. Якщо перша вимога описується першими двома рівняннями системи (1), то друга умова описується як рівність площ клітин сітки в плані. Для наочності розглянемо контур в плані у вигляді прямокутника з нанесеною на нього сіткою клітин розміром (*m* x *n*) (рис.1).

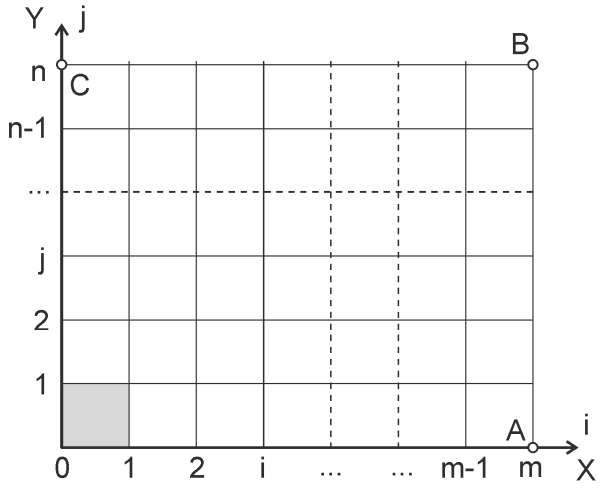


Рис. 1. **Топологічна схема сітки**

Площу довільної опуклої чотирикутної клітини аналогічно опишемо як півсуму площ двох прямокутників EFGH і KLMN (рис. 2):

$$S_{ABCD} = \frac{(x_{i+1,j+1} - x_{i,j})(y_{i,j+1} - y_{i+1,j})}{2} + \frac{(x_{i+1,j} - x_{i,j+1})(y_{i+1,j+1} - y_{i,j})}{2} \qquad (2)$$

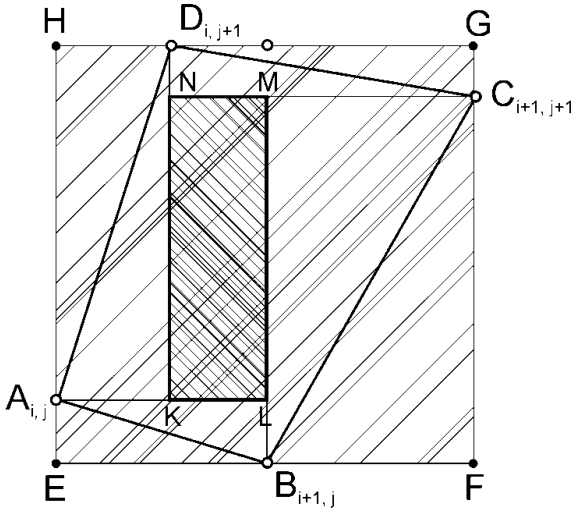


Рис. 2. **Площа довільного чотирикутника**

Рівність площ усіх клітин в плані описується або як рівність кожної пари суміжних клітин, або як незмінна величина *S*:

$$S = \frac{a \times b}{m \times n} \qquad (3)$$

де *a*, *b* – довжини сторін плану;
m, *n* – число розбиття сторін плану (рис. 1).

© Ковальов С.М., Ботвіновська С.І., Мостовенко О.В.

Загальна система рівнянь, що пов'язує координати вузлів у плані, складається з двох частин. Перша частина системи описує рівновагу всіх внутрішніх вузлів сітки плану. Друга частина описує рівність площ клітин у плані. Для однозначного розв'язання задачі число невідомих координат вузлів повинно відповідати числу рівнянь системи.

Число рівнянь рівноваги вузлів налічує *2(m-1)(n-1)*. Число рівнянь, що забезпечує рівність площ клітин, налічує (*mn*-1). Число невідомих координат внутрішніх вузлів налічує *2(m-1)(n-1)*. Число невідомих координат контурних вузлів налічує *2(m-1)+2(n-1)= 2(m+n-2)*. Звідки можна визначити різницю між числом невідомих координат і числом рівнянь:

$$l=2(m+n-2)-mn+1==2(m+n)-mn-3 \qquad (4)$$

Рівняння (4) у системі координат *Omnl* описує гіперболічний параболоїд, горизонтальними перерізами якого є гіперболи. Величини *o, m,n,l* є цілочисельними та додатними. Тобто, для однозначного розв'язання задачі необхідно додатково задати *l* координат контурних або внутрішніх вузлів.

Залежність між цілочисельними параметрами формули (4) можна уявити у вигляді дискретного каркаса гіперболічного параболоїда (рис.3, *а*). Перерізи цього параболоїда горизонтальними площинами *l=0; 1; 2; 3*…..показано на рис. 3 *б*. Точки цих перерізів, що збігаються з вузлами квадратної сітки з додатними параметрами *m* і *n*, визначають можливі сітки з заданою границею і топологією у плані, метричні параметри яких можна змінювати без зміни зовнішнього навантаження. З графіка видно, що такими є лише обмежені сітки (*m*x2) та (2x*n*). Тобто, при заданому контурі крайовими умовами і при заданій топології плоскої сітки з довільними параметрами *m* і *n*, і однаковими за площею чотирикутними клітинами.

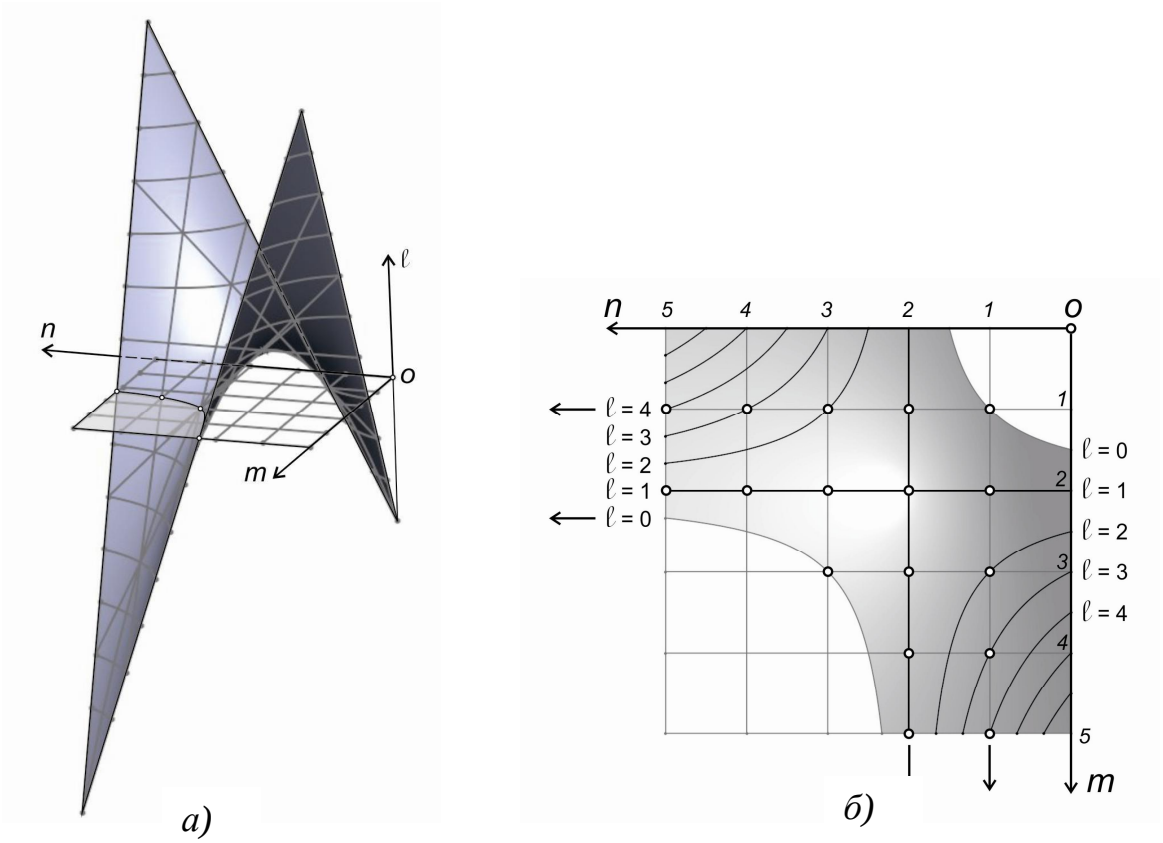


Рис. 3. **Гіперболічний параболоїд та його перерізи горизонтальними площинами**

Проаналізуємо, чи можна таку сітку побудувати при заданих не крайових, а початкових умовах. За початкові умови приймемо координати вершин довільного чотирикутника, площу якого можна визначити за рівнянням (2). На топологічній схемі (рис.1) йому відповідає

© Ковальов С.М., Ботвіновська С.І., Мостовенко О.В.

заштрихована клітина. Для спрощення розрахунків приймемо $m=n$. Виконаємо параметричний аналіз задачі. Система рівнянь, що пов'язує координати вузлів сітки у плані так само, як і у попередній задачі складається з двох частин. Число рівнянь системи повинно відповідати числу невідомих (координат вузлів, площ клітин сітки у плані і т. інш.). Якщо число невідомих перевищує число рівнянь, з'являється можливість задавати додаткові початкові умови у вигляді координат вузлів. Число рівнянь рівноваги вузлів налічує:

$$2(m-1)^2 \qquad (5)$$

Число рівнянь, що забезпечує рівність площ налічує:

$$m^2 - 4 \qquad (6)$$

При цьому вузли $A_{m,0}$; $B_{m,n}$; $C_{0,n}$ (рис. 1) не задані при складанні рівнянь системи, оскільки дві координати кожного з цих вузлів можуть належати тільки одному рівнянню рівності площі і такі координати не можуть бути визначеними. Число невідомих дорівнює подвійному числу вузлів сітки за виключенням заданих і неврахованих кутових вузлів:

$$2(m+1)-14 \qquad (7)$$

Задача розв'язується тільки у тому випадку, коли число невідомих дорівнює числу рівнянь, або перевищує їх на цілочисельну додатну величину l. В останньому випадку завжди можна додатково задати l координат вузлів як додаткові початкові умови. Число l визначається як різниця між числом невідомих та числом рівнянь:

$$l=-m^2-8m-10 \qquad (8)$$

Графіком залежності (8) є парабола другого порядку, яку показано на рис. 4. З графіка видно, що додатні цілочисельні величини l можуть бути тільки у межах:

$$2 \le m \le 6 \qquad (9)$$

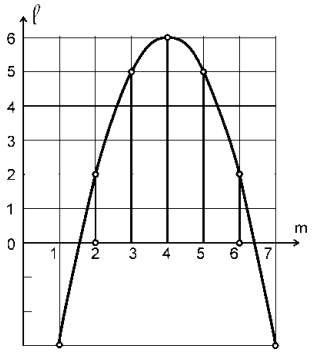


Рис. 4. **Графік залежності додаткових умов від числа клітин сітки в плані**

З графіка також видно, яке число додаткових координат вузлів сітки у плані потрібно задати для кожного значення m, що знаходиться у вказаних межах (9).

Висновки. В результаті дослідження доведено, що варіювання метричних параметрів сітки з чотирикутними клітинами у плані при дискретному моделюванні заданої поверхні і при незмінному рівномірно розподіленому навантаженні на вузли сітки можливо тільки при обмеженому числі вузлів сітки.

1. Ковальов С.М., Гумен М.С., Пустюльга С.І., Михайленко В.Є., Бурчак І.Н. Прикладна геометрія та інженерна графіка. Спеціальні розділи. Випуск 1. [Текст] / Ковальов С.М., Гумен М.М., Пустюльга С.І. та інш. // Київ – Луцьк,2005.– С. 253.
2. Золотова А.В. Дискретна кускова інтерполяція точок при формуванні поверхонь в архітектурі [Текст] / Золотова А.В. // Дис…кандидата технічних наук: 05.01.01. – К.: КНУБА, 2015.– С. 142.

© Ковальов С.М., Ботвіновська С.І., Мостовенко О.В.

УДК 514.18
Конопацкий Е.В., Чернышева О.А.
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ГРАФО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ МЕТОДОМ

Конопацкий Е.В., Чернышева О.А. Теоретические основы определения топографической поверхности графо-вычислительным методом. В статье предложены два способа определения топографической поверхности графо-вычислительным методом, которые являются теоретической основой определения топографической поверхности с помощью равномерной сети, используя линейную и параболическую интерполяцию на топографических картах и планах в БН-исчислении.
Ключевые слова: линейная интерполяция, параболическая интерполяция, топографическая поверхность, профиль топографической поверхности, дискретное множество точек, географические информационные системы.
Форм. 7. Табл. - 0. Рис. 2. Лит. 9.

Конопацький Є.В., Чернишова О.О. Теоретичні основи визначення топографічної поверхні графо-обчислювальним методом. В статті запропоновано два способи визначення топографічної поверхні графо-обчислювальним методом, які є теоретичною основою визначення топографічної поверхні за допомогою рівномірної сітки, використовуючи лінійну та параболічну інтерполяцію на топографічних картах і планах у БН-численні.
Ключові слова: лінійна інтерполяція, параболічна інтерполяція, топографічна поверхня, профіль топографічної поверхні, дискретна множина точок, географічні інформаційні системи.

Konopatskiy E.V., Chernysheva O.A. The theoretical basis for determining topographic surface graph-computing method. The article suggests two ways to determine the topographic surface graph-computing methods, which are the theoretical basis for determining the topographic surface by a uniform grid using linear and parabolic interpolation on topographic maps and plans in the BN-calculation.
Keywords: linear interpolation, parabolic interpolation, topographical surface profile topographic surface, a discrete set of points, geographic information systems.

Постановка проблемы. Поверхность, не имеющая четкого закона своего образования, называется графической поверхностью. Графические поверхности встречаются в геодезии, геологии, судостроении, автомобилестроении, авиационной промышленности и т.д. Земную поверхность принято называть топографической поверхностью.

Поверхность в проекциях с числовыми отметками обычно задается своими горизонталями. Горизонтали поверхности можно представить как линии сечения этих поверхностей горизонтальными плоскостями, проведенными с постоянным шагом. Построение таких горизонталей является задачей градуировки поверхности.

С помощью ПЧО (проекций с числовими отметками) проводится графическое решение задач на топографических поверхностях, которые в силу простоты их графического построения и сложности аналитического описания топографической поверхности, являются, с практической точки зрения, более предпочтительными.

Однако, в связи с переходом в нашей стране к частной собственности и рыночной экономике, образовался целый класс задач, связанных с градостроительством и землеустройством, для которых графические способы решения проектных задач являются недостаточно точными. Таким образом, для решения этого особого класса задач, предлагается использовать новый графо-вычислительный метод, предложенный в [1]. Сущность предлагаемого метода заключается в том, что исходная информация берется непосредственно с карты или плана, которые, по своей сути, являются источником необходимой информации, далее с помощью аналитических зависимостей проводится решение задачи, после чего полученный результат решения задачи, при необходимости, переносится обратно на карту или план. Такой подход позволяет избежать ошибок, связанных с точностью графических построений при решении задачи и является актуальным для решения задач как на картах с большим масштабом, так и на небольших топографических картах и планах, что особенно актуально для оценки земли в условиях гористой местности и сложного рельефа.

Анализ последних исследований и публикаций. В работе [2] был предложен метод «Лупа», сущность которого заключается в том, что вся поверхность земельного участка делится на сегменты, которые определяются имеющейся сеткой в плане, то есть или прямолинейные с равномерным и неравномерным шагом, или криволинейные с неравномерным шагом и таким, что

© Конопацкий Е.В., Чернышева О.А.

меняется в пределах одной полосы. При этом, количество ячеек, которые будут входить в состав сегмента, на который наведен лупа, будет зависеть от порядка кривых, ограничивающих этот сегмент. В качестве таких кривых, рассмотрены параболы второго порядка, которые определяются тремя точками. Исходя из сказанного, с использованием в качестве ребер сегмента парабол 2-го порядка, предложенных в [3], минимальное количество узловых точек облака, необходимых для применения способа «Лупа», девять. Он был использован для восстановления потерянной информации в результате удаления избыточной информации полученной с помощью НЛС (наземное лазерное сканирование). Однако в ГИС чаше используют другие способы представления картографической информации, которые могут быть представлены в графическом (карты, планы) и электронном виде. Графическое представление информации основано на методе проекций с числовыми отметками, поэтому в работах [1, 4] авторами был предложен графо-вычислительный способ решения прикладных задач в проекциях с числовыми отметками, который, в свою очередь, базируется на математическом аппарате БН-исчисление [5-9].

Нерешенные части проблемы. Адаптация метода «Лупа», предложенного в [2], для описания топографической поверхности использования в ГИС.

Цель исследований. Разработать теоретические основы определения топографической поверхности графо-вычислительным способом.

Основные результаты исследований. Рассмотрим сначала способ линейной интерполяции как наиболее простой.

Сформулируем задачу. Пусть задано дискретное множество точек: $A^1_{a_1}, A^2_{a_2}, A^3_{a_3}, \cdots, A^i_{a_i}, A^{i+1}_{a_{i+1}}$. С помощью половинного деления нужно загустить этот дискретный ряд точек.

Для решения этой задачи используем точечную формулу деления отрезка пополам, полученную в [4].

Между текущими дискретными точками $A^i_{a_i}$ и $A^{i+1}_{a_{i+1}}$ будет точка, которая делит заложение пополам и имеет высотную отметку $\frac{a_i + a_{i+1}}{2}$. Тогда загущенный ряд принимает вид:

$$A^1_{a_1}, A^{1,5}_{\frac{a_1+a_2}{2}}, A^2_{a_2}, A^{2,5}_{\frac{a_2+a_3}{2}} A^3_{a_3}, \cdots, A^i_{a_i}, A^{i,5}_{\frac{a_i+a_{i+1}}{2}}, A^{i+1}_{a_{i+1}}. \quad (1)$$

Далее рассмотрим способ параболической интерполяции на основе способа «Лупа», полученного в [1], который может быть эффективно использован в тех случаях, когда метод линейной интерполяции не даёт необходимой точности в расчётах. Этот метод использует для описания топографической поверхности дугу параболы второго порядка, которая определяется тремя точками. За основу берутся 9 точек топографической поверхности, которые представлены как 3 опорных дуги параболы второго порядка (направляющие), по которым течёт также дуга параболы (образующая). Для описания всей топографической поверхности достаточно перебрать все известные точки топографической поверхности каждый раз выбирая новые 9 точек для её описания.

Определим высотные отметки дискретно заданной топографической поверхности. Пусть дана сеть в плане в виде четырех прямоугольников со сторонами a и b (рис. 1). В каждой вершине сети известна высотная отметка: $A_{ij} \to a_{ij}$.

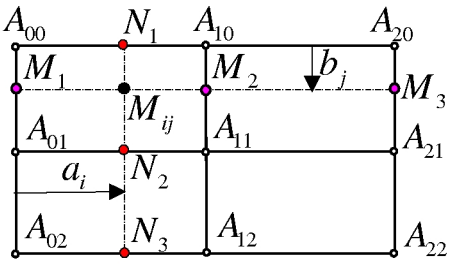


Рис. 1 ***Сеть в плане***

© Конопацкий Е.В., Чернышева О.А.

В соответствии с рисунком 1, определим следующие координаты узлов сетки: $A_{00}(0,0,a_{00})$, $A_{10}(a,0,a_{10})$, $A_{20}(2a,0,a_{20})$, $A_{01}(0,b,a_{01})$, $A_{11}(a,b,a_{11})$, $A_{21}(2a,b,a_{21})$, $A_{02}(0,2b,a_{02})$, $A_{12}(a,2b,a_{12})$, $A_{22}(2a,2b,a_{22})$.

Как было сказано выше, для параболической интерполяции топографической поверхности поочерёдно берутся девять её точек. При этом три тройки точек: $A_{00}A_{01}A_{02}$, $A_{10}A_{11}A_{12}$ и $A_{20}A_{21}A_{22}$ составляют три опорных контура, через которые проводится дуга параболы 2-го порядка. Таким образом, получим три текущие точки, расположенные на прямой плана (заложения), которые образуют криволинейный профиль, $M_1M_2M_3$, на котором, в свою очередь, находится текущая точка M_{ij} с высотной отметкой m_{ij}.

Построение профиля $A_{00}A_{01}A_{02}$.

К геодезическим материалам относится также и профиль местности, являющийся уменьшенным изображением вертикального разреза земной поверхности по заданному направлению. Линия, изображающая на чертеже уровенную поверхность, на профиле проводится в виде прямой. Для усиления изображения рельефа на профиле, большей его наглядности, вертикальные отрезки (отметки, превышения) изображают крупнее, чем горизонтальные. Профиль строят в виде кривой линии, поворотные точки которой являются характерными точками местности, отметки которых определены.

Представим уравнение кривой профиля в виде параболы 2-го порядка [3], проходящей через три точки (рис. 2):

$$M_1 = (A_{00} - A_{01})\bar{u}(1-2u) + (A_{01} - A_{02})u(1-2u) + A_{01}, \tag{2}$$

где $0 \le u \le 1$.

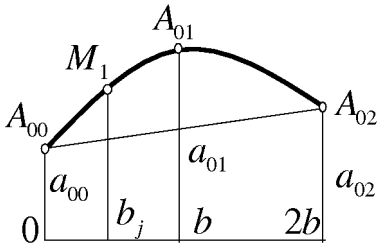


Рис. 2 ***Профиль кривой***

Поскольку данное уравнение принадлежит точечному исчислению, то оно справедливо для координат точек:

$$b_j = (0-b)\bar{u}(1-2u) + (b-2b)u(1-2u) + b. \tag{3}$$

Из этого соотношения выразим параметр u через координату b_j сетки: $u = \frac{b_j}{2b}$. Тогда точечные уравнения опорной дуги $A_{00}A_{01}A_{02}$, принимает вид:

$$M_1 = (A_{00} - A_{01})(1-\frac{b_j}{2b})(1-\frac{b_j}{b}) + (A_{01} - A_{02})\frac{b_j}{2b}(1-\frac{b_j}{b}) + A_{01}. \tag{4}$$

Аналогичным образом определяем опорные дуги $A_{10}A_{11}A_{12}$ и $A_{20}A_{21}A_{22}$:

$$\begin{aligned} M_2 &= (A_{10} - A_{11})(1-\frac{b_j}{2b})(1-\frac{b_j}{b}) + (A_{11} - A_{12})\frac{b_j}{2b}(1-\frac{b_j}{b}) + A_{11}, \\ M_3 &= (A_{20} - A_{21})(1-\frac{b_j}{2b})(1-\frac{b_j}{b}) + (A_{21} - A_{22})\frac{b_j}{2b}(1-\frac{b_j}{b}) + A_{21}. \end{aligned} \tag{5}$$

© Конопацкий Е.В., Чернышева О.А.

Формируя подвижный симплекс $M_1M_2M_3$, получим точечное уравнение сегмента топографической поверхности:

$$M_{ij} = (M_1 - M_3)(1-v)(1-2v) + (M_2 - M_3)v(1-2v) + M_3. \quad (6)$$

По аналогии с соотношением (3) определим значение параметра $v = \frac{a_i}{2a}$. Подставив его в уравнение (6), получим:

$$M_{ij} = (M_1 - M_3)(1-\frac{a_i}{2a})(1-\frac{a_i}{a}) + (M_2 - M_3)\frac{a_i}{2a}(1-\frac{a_i}{a}) + M_3. \quad (7)$$

Этим уравнением описывается сегмент топографической поверхности, который определяется 9-ю точками по методу «Лупа», предложенному в [2]. Таким образом, можно определить высотную отметку в любой точке топографической поверхности, используя в качестве исходных данных карту или план местности. Следует отметить, что в соответствии с рисунком 1 можно было бы задавать опорные контуры не только текущими точками M_1, M_2 и M_3, но и используя текущие точки N_1, N_2 и N_3. При этом ход решения задачи и результат её решения будут аналогичными.

Выводы. В статье предложены два способа определения топографической поверхности графо-вычислительным методом, которые являются теоретической основой определения топографической поверхности с помощью равномерной сети, используя линейную и параболическую интерполяцию на топографических картах и планах в БН-исчислении. В перспективе планируются исследование способов определения топографической поверхности на неравномерной сети графо-вычислительным методом в БН-исчислении.

1. Конопацкий Е.В.Теоретические основы решения задач с точками и прямыми в проекциях с числовыми отметками / Е.В. Конопацкий, О.А. Чернышева // Вісник Черкаського університету. Серія прикладна математика. Інформатика. Науковий журнал.– 2013. - №38(291). - С. 33-40.
2. Кучеренко В.В. Формалізовані геометричні моделі нерегулярної поверхні для гіперкількісної дискретної скінченої множини точок: Дис. … канд. техн. наук: 05.01.01. Кучеренко Вадим Володимирович. – Мелітополь, 2013. – 234 с.
3. Бумага А.І. Точкове рівняння дуги параболи другого порядку / Бумага А.І. // Міжвідомчий науково-технічний збірник. Прикладна геометрія та інженерна графіка (спецвипуск). Вип.90. – К.: КНУБА, 2012. – С. 49-52.
4. Конопацкий Е.В. Решение интерполяционных задач на топографических картах и планах методами БН-исчисления / Е.В.Конопацкий, О.А.Чернышева // Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. Математика. Геометрія. Інформатика. - 2014. - Том 1. - С.80-85.
5. Балюба И.Г. Конструктивная геометрия многообразий в точечном исчислении: диссертация на соискание научной степени доктора технических наук: 05.01.01 / Балюба Иван Григорьевич – Макеевка: МИСИ, 1995. – С. 227.
6. Балюба І.Г. Основи математичного апарату точкового числення / І. Г. Балюба, В. І. Поліщук, Т. П. Малютіна// Праці. Таврійська державна агротехнічна академія. Вип. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. - 2005. – Т. 29. – С.22-30.
7. Балюба И.Г. Точечное исчисление – математический аппарат параллельных вычислений для решения задач математического и компьютерного моделирования геометрических форм / И.Г . Балюба, В. И. Полищук, Б. Ф. Горягин, Т. П. Малютина // Материалы Международной научной конференции «Моделирование – 2008», 14-16 мая 2008. - Том 2. – С.286-290.
8. Найдыш В.М. Алгебра БН-исчисления / В.М. Найдыш, И. Г. Балюба, В. М. Верещага // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 90. – 2012. – С.210-215.
9. Балюба И.Г. Точечное исчисление геометрических форм и его место в ряду других существующих исчислений / И. Г. Балюба, Б. Ф. Горягин, Е.В. Конопацкий и другие // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. Науковий журнал №6. – 2011. – С. 24-29.

© Конопацкий Е.В., Чернышева О.А.

УДК 514.181(076)
Крівцов В.В., Пугачов Є.В.
Національний університет водного господарства та природокористування

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ «ПОБУДОВА ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗОБРАЖЕНЬ» В УМОВАХ СКОРОЧЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ГОДИН

Крівцов В.В., Пугачов Є.В. Особливості методики викладання теми «Побудова перспективних зображень» в умовах скорочення навчальних годин. У статті пропонується методика викладання теми побудови перспективних зображень, яка допоможе студентам з низьким рівнем графічної підготовки ґрунтовно оволодіти даним матеріалом та виробити певні компетентності.
Ключові слова: перспективне зображення, картинна площина, лінія горизонту, основа картини, спосіб архітекторів.

Кривцов В.В., Пугачев Е.В. Особенности методики преподавания темы «Построение перспективных изображений» в условиях сокращения учебных часов. В статье предлагается методика преподавания темы построения перспективных изображений, которая поможет студентам с низким уровнем графической подготовки основательно освоить данный материал и выработать определенные компетентности.
Ключевые слова: перспективное изображение, картинная плоскость, линия горизонта, основание картины, способ архитекторов.

Krivtcov V.V., Pugachov E.V. Some aspects of teaching methods of perspective view construction in the conditions of reduction of studies time. Teaching methods of perspective views construction are suggested in the article that can help students with low-level graphic preparation thoroughly obtain the material and develop certain competency.
Keywords: perspective view construction, picture plane, line of horizon, line of basis of picture, method of architects.

Постановки проблеми. Принципи побудови перспективного зображення об'єктів повинен знати кожен спеціаліст з напрямку підготовки «Будівництво», що є одним з основних професійних навиків. Проте загальне скорочення аудиторних годин, низька довузівська графічна підготовка студентів ставить перед викладачем складну задачу: розробити таку методику викладання цієї теми, щоб студенти зуміли опанувати основні її положення за обмежений навчальний час. При цьому важливим є дотримання принципів доступності та наочності навчання. Також необхідно, щоб даний матеріал був викладений детально, з достатньою кількістю конкретних прикладів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В підручниках з нарисної геометрії, наприклад [1-4], так викладено матеріал з побудови перспективних зображень, що він легко сприймається студентами, які мають хоча б початкові знання з шкільного курсу креслення. Проте більшість нинішніх студентів цей курс в загальноосвітніх закладах не вивчають, мають недостатньо розвинуту просторову уяву та креслярські навички. Тому першокурсникам надзвичайно складно самостійно опанувати дану тему.

Формулювання цілей статті. Запропонувати таку методику викладання теми побудови перспективних зображень, яка допоможе таким студентам ґрунтовно оволодіти даним матеріалом та виробити певні компетентності.

Виклад основного матеріалу. Після вступної частини, де потрібно навести зрозумілий для студентів простий приклад, який передає принцип утворення перспективних зображень, а також розгляду та аналізу геометричного апарату лінійної перспективи та побудови перспективи точок залежно від їх розміщення відносно картинної площини, потрібно, на наш погляд, акцентувати увагу на такій обставині. Для визначення на картинній площині положення перспективи точки і її вторинної проекції насамперед потрібно знайти на лінії ОО (основі картини) проекції цих точок. Запропонувати студентам самим визначити на лінії 00 точку A_0, що є проекцією перспективи точки А і її вторинної проекції. На рис. 1 наведено початкову умову завдання, а на рис. 2 - його графічний розв'язок: $A_0 = S_1A_1 \cap 00$, де S_1A_1 - слід проекціюючої площини, що проходить через промінь SA. Треба підкреслити, що знаходження положення точки A_0 не дозволяє визначити розміщення на картині перспективи самої точки, проте є одним із кроків до розуміння суті побудови перспективних зображень.

Наступним кроком буде розгляд побудови перспективи прямої лінії. Треба відзначити, що задача на
побудову перспективи прямої є головною в теорії перспективи. Вона є підгрунтям для побудови перспективи точок простору, плоских і об'ємних фігур. Для побудови перспективи прямої знаходять

© Крівцов В.В., Пугачов Є.В.

перспективи двох її характерних точок – картинного сліду прямої (точки перетину прямої з картинною площиною) і нескінченно віддаленої точки. Чому саме ці точки беруть на прямій для побудови її перспективи? Тому, що перспективи цих точок будувати простіше всього. Це стосується і точки, яка знаходиться у нескінченності, хоча, на перший погляд, здається дивним.

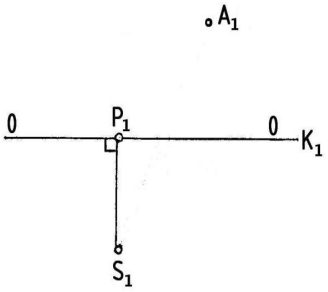


Рис. 1. Початкова умова задачі (S_1, P_1 – горизонтальні проекції точки центра проекціювання і головної точки картини, K_1 – слід картинної площини, A_1 – вторинна проекція точки А)

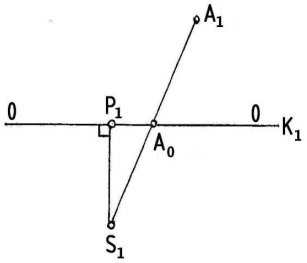


Рис. 2. Визначення на лінії 00 точки A_0, яка є горизонтальною проекцією перспективи A_K точки А і її вторинної проекції

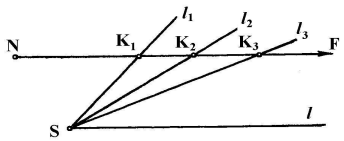


Рис. 3. Ілюстрація до пояснення: пряма *l* перетне пряму NF в нескінченно віддаленій точці F, коли вона буде паралельною до прямої NF

Враховуючи обмеженість викладача в часі, рекомендується побудувати перспективи тільки двох типів прямих: паралельних та перпендикулярних до предметної площини. Саме ці прямі здебільшого і використовуються для побудови перспектив точок об'єкта.

При побудові перспективи прямої, що паралельна до предметної площини, студенти без особливих зусиль визначають перспективи картинного сліду прямої та її вторинної проекції. А ось перспективу F_K нескінченно віддаленої точки прямої студентам важко визначити. Для цього викладачу потрібно нагадати, що перспектива F_K знаходиться в точці перетину з картиною К проекціюючого променя, що направлений в нескінченно віддалену точку прямої. Обов'язково пояснити, що цей промінь буде паралельним даній прямій, тобто $F_K = SF_K \cap K$, причому $SF_K \parallel NF$. Щоб студенти це уявили, потрібно навести такий приклад (рис. 3). Через точку S треба провести пряму *l* в нескінченно віддалену точку F прямої NF. Прямі l_1, l_2, l_3, що проведені з точки S, перетинають пряму NF в точках K_1, K_2, K_3, які все далі знаходяться від точки S, при цьому пряма *l* утворює з прямою NF все менший кут, тобто стає „більш паралельною" до NF, і коли пряма *l* перетне точку F, що знаходиться в нескінченності, вона стане паралельною до NF. Точка F_K буде знаходитися на лінії горизонту hh, оскільки пряма NF паралельна предметній площині. Перспектива F_{1K} вторинної проекції точки F_1 буде також знаходитися на лінії hh і збігатися з F_K. Ця спільна точка, де $F_K \equiv F_{1K}$, називається точкою сходу, причому проекціюючі промені, за допомогою яких знаходяться ці точки, збігаються в один спільний промінь, що перетинає картину саме в точці сходу.

На рис. 4 показано визначення на лінії основи ОО проекцій точок F_K і F_{1K}, які є проекціями точки сходу. Цією точкою буде точка F_0, якщо розглядати проекції прямої NF на плані (предметній площині). З рис. 4 можна визначити положення точки сходу на картині. Це варто запропонувати зробити студентам самостійно: шукана точка знаходиться на лінії горизонту hh на відстані F_0P_1 від головної точки Р.

Треба показати, що у паралельних прямих, які в свою чергу паралельні до предметної площини, перспективи їх нескінчено віддалених точок та вторинних проекцій збігаються в одній точці F_K, яку називають точкою сходу цих паралельних прямих, і вона знаходиться на лінії горизонту.

© Крівцов В.В., Пугачов Є.В.

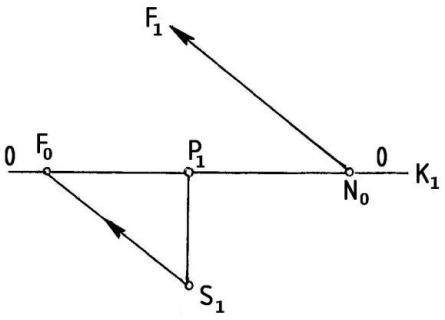


Рис. 4. Знаходження на лінії основи ОО проекцій точок F_K і F_{1K} (це точка сходу F_0), якщо розглядати проекції прямої NF на плані (предметній площині).

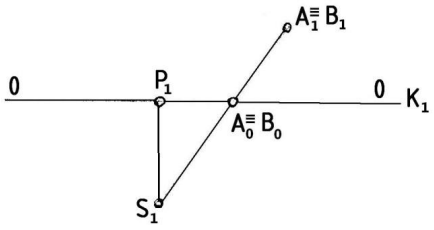


Рис. 5. Визначення на лінії основи ОО проекції точок A_K і B_K вертикальної прямої АВ (це точка $A_0 \equiv B_0$).

Далі розглядаємо побудову перспективи прямої, перпендикулярної до предметної площини. Показати, що її перспектива буде перпендикулярна до основи картини та лінії горизонту, а перспектива вторинної проекції прямої збігається в точку. На рис.5 показано, яким чином знайти на лінії основи 00 проекції перспективи A_KB_K відрізка АВ (це точка A_0 B_0). З точки зору практики побудови перспективних зображень слід зазначити: в точці A_0 B_0, що знаходиться на лінії основи картини ОО, буде починатися перспектива вертикальної прямої, яка проходить через вертикально розміщений відрізок АВ.

Для того, щоб перейти до побудови перспективи об'ємних тіл за їхніми ортогональними проекціями, потрібно вказати на важливість правильного вибору точки зору та картинної площини, при яких не виникають спотворення у зоровому баченні перспективи будівлі, і цю перспективу об'єкта буде сприймати найбільша кількість спостерігачів після її побудови. Проте при вивченні цієї теми достатньо лише констатувати числові значення і положення на плані зазначених елементів, без детального їх аналізу, який буде здійснений на спецкафедрах. Основну увагу на даному етапі треба приділити безпосередньо технології (правилам) побудови перспективних зображень.

Суть побудови перспективи доцільно починати з розгляду основних положень способу архітекторів, який на практиці отримав найбільше застосування, відрізняється графічною точністю і простотою побудов, причому знання побудови за цим способом дозволить легко опанувати і інші способи. На 1 курсі потрібно розглянути побудову даним способом, використовуючи тільки один прийом - за двома точками сходу прямих.

Досвід викладання даної теми свідчить про доцільність побудови перспективи одного і того ж об'єкта, наприклад схематизованого будинку, що має вигляд чотирьохгранної прямої призми, при різних розміщеннях картинної площини. На рис. 6 картинна площина проходить через ребро (кут будинку), на рис. 7 об'єкт знаходиться перед картиною, а на рис. 8 картина проходить через об'єкт.

© Крівцов В.В., Пугачов Є.В.

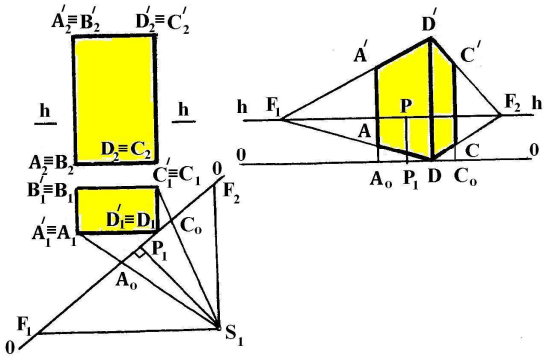


Рис. 6. Побудова перспективи схематизованого будинку, коли картинна площина проходить через кут (ребро будинку)

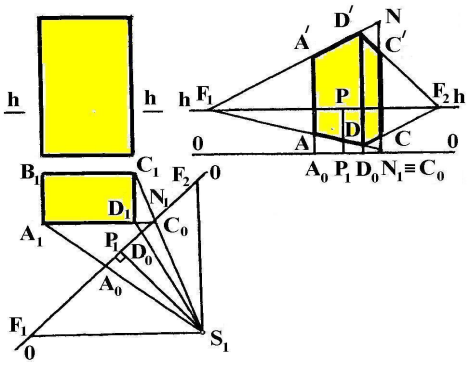


Рис. 7. Побудова перспективи схематизованого будинку, коли він знаходиться за картинною площиною

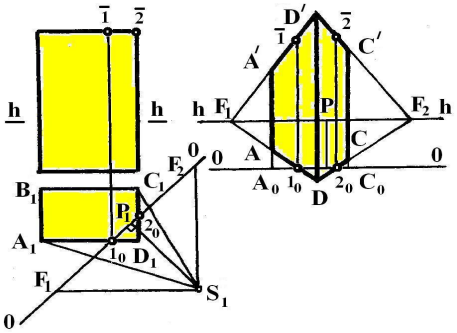


Рис. 8. Побудова перспективи схематизованого будинку, коли картинна площина проходить через будинок

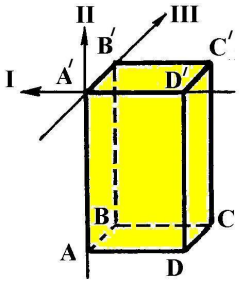


Рис. 9. Аксонометрична проекція схематизованого будинку

Потрібно розглядати не один, а три різні варіанти побудови перспективи. Справа в тому, що ці варіанти розміщення картинної площини відносно точок об'єкта зустрічаються при побудові перспективи більш складних об'єктів. Тому, на наш погляд, обов'язковим є побудова перспективи саме одно і того ж об'єкта, але при трьох різних розміщеннях картинної площини відносно нього. Це потрібно робити, щоб студенти краще зрозуміли різницю в прийомах побудови перспективи і змогли свідомо їх застосувати при побудові перспектив реальних об'єктів.

Побудову перспективи на рис. 6 починають з визначення сімейств паралельних прямих. Показати, як для кожного сімейства отримано точки сходу, і оскільки прямі обох сімейств є горизонтальними, їхні точки сходу будуть розміщені на лінії горизонту hh. Треба підкреслити, що в точках сходу F_1 і F_2 будуть знаходитися перспективи безмежно віддалених точок прямих, які проходять через відповідні ребра призми.

Доцільно перед побудовою перспективи навести аксонометричну проекцію схематизованого будинку (рис. 9), що значно полегшить сприйняття студентами даного матеріалу.

Оскільки через ребро DD' проведено картину (рис. 6), то воно без спотворення за розмірами буде зображено на картинній площині. Потрібно підкреслити: для побудови перспектив точок A, A' та C, C' призми потрібно побудувати перспективи двох прямих, які проходять через ці точки. Наприклад, перспективу точки A' можна побудувати двома способами: в перетині перспектив прямих I і II або I і III (рис. 9). Надзвичайно важливо, щоб студенти усвідомили цей факт.

На рис. 6 перспективу точки A' побудовано першим способом. Студентам можна запропонувати побудувати перспективу точки A' і другим способом. Звернути ще раз увагу на те, що точки A, A' і C, C' - кінці відповідних ребер – визначені як точки перетину перспектив

© Крівцов В.В., Пугачов Є.В.

горизонтальних та вертикальних прямих, які проходять через зазначені точки.

Обов'язково під час побудови перспективи і після її закінчення постійно наголошувати, що відрізки $D'F_1$, $D'F_2$ (рис. 9) - це перспективи прямих, які проходять через ребра A'D' та D'C', а A_0A', C_0C' – це перспективи прямих, які проходять через вертикальні ребра AA' і CC'. В перетині перспектив цих прямих знайдено перспективи точок A', C'. Аналогічно побудовані перспективи точок A і C. Точки D і D' - це точки початку прямих, через які проходять ребра AD, A'D', CD і C',D'.

При побудові перспективи за рис.8 треба звернути увагу, що точка D не лежить на лінії OO, а знаходиться вище цієї лінії, на відміну від такої ж точки на рис. 6.

При побудові перспективи за рис. 9 точка D на перспективному зображенні буде знаходиться нижче лінії 00 на відміну від цієї ж точки на рис. 6 і рис. 8.

Після розгляду побудов перспектив на рис. 6, 7, 8 можна приступити до побудови перспектив більш складних об'єктів, які містять побудови за схемами, що наведено на рис. 6, 7,8.

Висновки. Запропонована методика викладання побудови перспективних зображень дозволяє просто і доступно подати студентам матеріал, звертаючи основну увагу на ключові питання теми. Вона допомогає студентам ґрунтовно опанувати основні прийоми побудови перспективних зображень і використовувати їх в подальшому своєму навчанні та роботі.

1. Михайленко В.Є. Нарисна геометрія: Підручник / В.Є. Михайленко, М.Ф. Євстіфеєв, С.М. Ковальов, О.В. Кащенко. – К.: Вища шк., 2004. – 303 с.
2. Климухин А.Г. Начертательная геометрия: Учеб. пособие / А.Г. Климухин. – М.: «Архитектура-С», – 2007. – 336 с.
3. Короев Ю.И. Начертательная геометрия: Учебник / Ю.И. Короев. – М.: Кнорус, 2011. – 541 с.
4. Крылов Н.Н. Начертательная геометрия: Учебник / Н.Н. Крылов, Г.С. Иконникова, В.Л. Николаев, В.Е. Васильев. – М.: Высш. шк., 2010 – 224 с.

© Крівцов В.В., Пугачов Є.В.

УДК 514.18:004(075.8)
Крівцов В.В., Козяр М.М.
Національний університет водного господарства та природокористування

ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ОРИГІНАЛЬНИХ ЗАДАЧ З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ДЕКІЛЬКОМА СПОСОБАМИ

Крівцов В.В., Козяр М.М. Про доцільність розв'язування оригінальних задач з нарисної геометрії декількома способами. У статті показано застосування декількох способів розв'язку однієї і тієї ж задачі з нарисної геометрії, що сприяє розвитку у студентів просторової уяви, логічного та нестандартного мислення, привчає їх до вибору оптимального варіанта вирішення поставленого завдання.
Ключові слова: нарисна геометрія, спосіб косокутного проекціювання, споріднені перетворення.

Кривцов В.В., Козяр Н.Н. О целесообразности решения оригинальних задач по начертательной геометрии несколькими способами. В статье показано применение нескольких способов решения одной и той же задачи по начертательной геометрии, что способствует развитию у студентов пространственного воображения, логического и нестандартного мышления, приучает их к выбору оптимального варианта решения поставленной задачи.
Ключевые слова: начертательная геометрия, способ косоугольного проектирования, родственные проеобразования.

Krivtsov V.V., Kozyar M.M. About the expedience of solutions the original tasks on descriptive geometry in several methods. The article shows that the application of several methods of task solution in descriptive geometry encourages students to develop their spatial imagination, logical and lateral thinking, teaches students to choose optimum solution to problem. It is considered the advantages of oblique angled projection method in comparison with traditional problem solution in descriptive geometry.
Keywords: descriptive geometry, method of oblique-angled projection, related transformations.

Постановка проблеми. В процесі господарсько-виробничої діяльності підприємств та організацій постійно виникають ситуації, коли необхідно вибрати один з декількох можливих варіантів дій. У виробничій та конструкторській діяльності особливо часто виникає потреба у прийнятті оптимального рішення з декількох можливих, який би враховував фінансові можливості підприємства, вартість матеріалу та технології отримання продукції, простоту або виправдану складність виготовлення виробу тощо.

Тому надзвичайно важливою задачею, що стоїть перед вищим технічним закладом освіти, є формування у студентів таких знань, умінь та навичок, які б знадобилися їм у професійній діяльності, сприяли б виробленню оптимального рішення з різноманітних виробничих питань, пов'язаних з конструюванням, виготовленням та ремонтом продукції.

Однією з навчальних дисциплін, яка формувала б у студентів згадані вище компетентності, повинна стати нарисна геометрія, реалізація на практиці теоретичних положень якої відбувається під час розв'язування задач. Під час аналізу і підготовки плану рішення багатьох оригінальних задач виявляється , що задача має не одне, а багато варіантів розв'язку. Нам видається доцільним не зупинятися на одному якомусь варіанті, а навести всі можливі варіанти розв'язку поставленої задачі. Сама можливість розв'язку задачі декількома способами формує у студентів здатність аналізувати різні варіанти рішень з точки зору трудомісткості графічних побудов та їх точності, простоти сприйняття рішення, розвиває просторову уяву та логічне мислення. Але головним у такому підході до розв'язування оригінальних задач декількома способами є, на наш погляд, те, що вже на 1 курсі формуються у студентів такі компетентності, які дозволять їм легше адаптуватися до майбутньої професійної діяльності, легше орієнтуватися в складних виробничих питаннях і приймати оптимальні рішення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У сучасній навчальній літературі для розв'язування задач із нарисної геометрії застосовуються переважно способи ортогонального проекціювання на основні та додаткові площини проекцій. Проте більшість позиційних задач простіше розв'язувати за допомогою способу косокутного проекціювання. Цей спосіб започатковано видатними вченими С.М. Колотовим, М.Ф. Четверухіним, А.Т. Чалим та ін. [1 - 3], але практично не висвітлено в сучасній навчальній літературі [4 -19], та, на наш погляд, незаслужено забуто. Це стосується і способу споріднених перетворень [10 - 12], застосування якого є особливо ефективним при розв'язуванні задач, коли точки або лінії геометричних фігур знаходяться за межами креслення. Застосування під час розв'язування задач саме цих способів,

© Крівцов В.В., Козяр М.М.

оволодіння якими не є складним і ґрунтується на вивченому студентами матеріалі з ортогонального проекціювання, сприяє розвитку просторової уяви, логічного мислення та спонукає студентів до нешаблонного мислення.

Мета статті. На нашу думку, реалізувати поставлену мету – формування у студентів таких компетентностей, які сприяли б виробленню оптимального рішення з різноманітних виробничих питань, пов'язаних з конструюванням, виготовленням та ремонтом продукції – можна, запропонувавши студентам розв'язування задачі однієї і тієї ж задачі різними способами з подальшим аналізом отриманих результатів.

Такий підхід до розв'язування задач учить студента обирати найбільш оптимальний варіант вирішення поставленої проблеми, що потребує найменших затрат та забезпечує належний ефект.

Виклад основного матеріалу. Зрозуміло, що розв'язувати одну задачу декількома способами не видається можливим через брак часу. Тому запропоновану методику доцільно використовувати на факультативних заняттях або при написанні сучасних задачників з нарисної геометрії. Структура таких задачників, на наш погляд, повинна бути такою. Задачі, які прийнято у більшості випадків, групують за темами, але надається перевага змішаним задачам, для розв'язування яких застосовуються теоретичні положення з різних тем курсу нарисної геометрії. В розділах зі змішаними задачами і буде найбільша кількість оригінальних задач, причому чим більше положень та правил нарисної геометрії можна використовувати для розв'язку задачі, тим більшу кількість варіантів отримання результату вона має.

Задачі в межах однієї або змішаних тем, в свою чергу, об'єднують за подібними умовами, утворюючи так звані групи типових задач. Першу задачу групи автори розв'язують, навівши у задачнику різні способи, дотримуючись такої послідовності у викладенні матеріалу. Спочатку подається на наочному зображенні просторовий розв'язок задачі. Це є дуже важливим, оскільки людина, перш ніж здійснити будь-які графічні побудови на кресленні, уявляє собі їх виконання. Представивши розв'язок задачі на наочному зображенні, наводиться поетапне його виконання безпосередньо на кресленні. Наступні задачі із групи пропонуємо студентам розв'язати самостійно за наведеною вище схемою. Студент, який знайде найбільшу кількість способів, визначить та обґрунтує оптимальний з них, набирає найбільшу кількість заохочувальних балів.

Після наведення запропонованих студентом способів розв'язку задачі потрібно здійснити аналіз цих способів з метою визначення найбільш оптимального за такими критеріями: кількістю побудов, точністю та простотою сприйняття отриманого результату, універсальністю.

На конкретному прикладі розв'язку оригінальної задачі покажемо реалізацію запропонованого авторами підходу до розв'язування оригінальних задач.

Умова задачі запозичена з [13]: провести пряму *d*, що перетинає прямі *a* і *в* та паралельна до прямої *c* (рис. 1).

1 спосіб. На рис. 2 наведено просторовий розв'язок цієї задачі на наочному зображенні. Суть побудов полягає у проведенні через пряму *в* площини Δ, яка паралельна до прямої *c*. В подальшому знаходимо точку *K* перетину прямої *a* з площиною Δ(*в* ∩ *l*), через яку проводимо шукану пряму *d* паралельно до прямої *c*.

На рис. 3 – 5 показано поетапне виконання побудов на епюрі, причому наступний етап включає графічні побудови попереднього:

Можна цю задачу розв'язати, провівши площину Δ не через пряму *в*, а через пряму *a*.

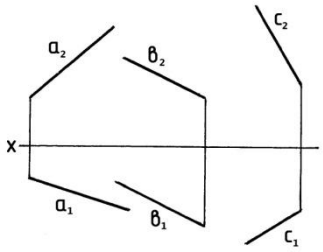


Рис.1. Початкова умова задачі

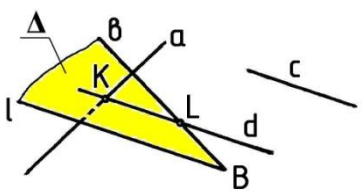


Рис. 2. Розв'язок задачі способом 1 на наочному зображенні

© Крівцов В.В., Козяр М.М.

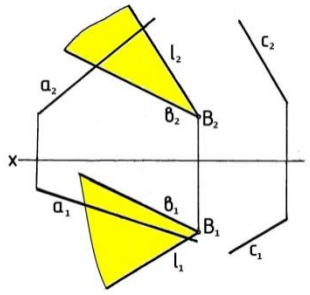


Рис. 3. Перший етап розв'язку задачі способом 1 на епюрі

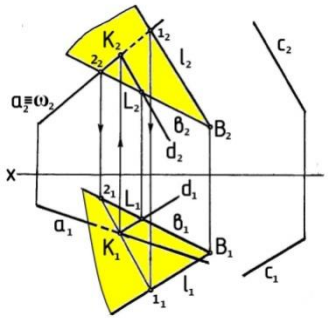


Рис. 4. Другий етап розв'язку задачі способом 1 на епюрі

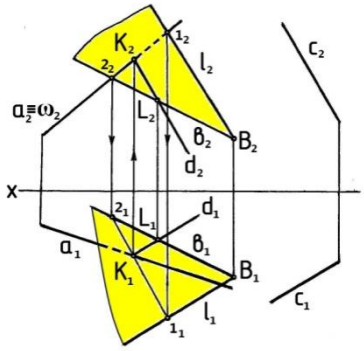


Рис. 5. Третій (заключний) етап розв'язку задачі способом 1 на епюрі

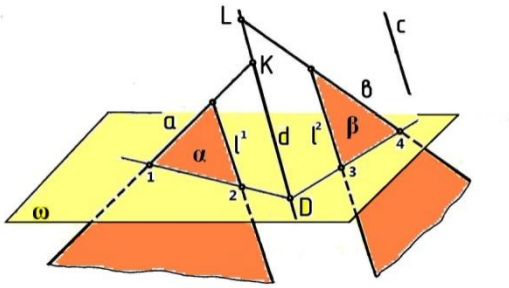


Рис. 6. Розв'язок задачі способом 2 на наочному зображенні

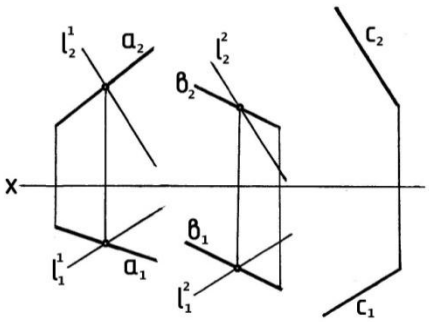


Рис. 7. Перший етап розв'язку задачі способом 2 на епюрі

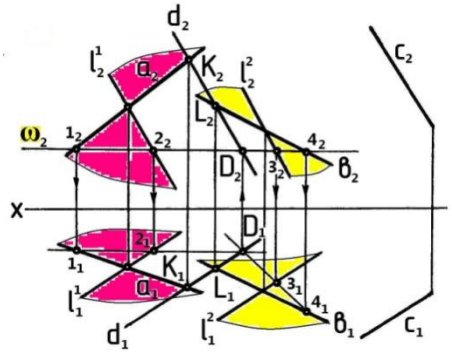


Рис. 8. Другий та третій (заключний) етап розв'язку задачі способом 2 на епюрі

2 спосіб. На рис. 6 наведено просторовий розв'язок задачі цим способом на наочному зображенні. Суть побудов полягає в тому, що через прямі a і $в$ проводимо площини α і β, паралельні до прямої c. Для цього проводимо прямі l^1 та l^2, паралельні до прямої c і які перетинають прямі a і $в$. Площини $\alpha(a \cap l^1)$ і $\beta(в \cap l^2)$ паралельні до прямої c. Знаходимо пряму d перетину площин α і β, яка і буде шуканою прямою.

На рис. 7, 8 показано побудови на епюрі способом 2.

3 спосіб. На рис. 9 наведено просторовий розв'язок задачі на наочному зображенні за допомогою косокутного проекціювання. Суть побудов полягає в тому, що будуємо вироджені проекції 1_02_0 і 3_04_0 площин $\alpha(a \cap l^1)$ і $\beta(в \cap l^2)$, які паралельні до прямої c. через точку D_0 перетину прямих 1_02_0 і 3_04_0

оберненим проекціюванням проводимо шукану пряму d,

© Крівцов В.В., Козяр М.М.

Розв'язок задачі цим способом на епюрі наведено на рис. 10, де на одному кресленні поєднано всі етапи побудов, причому побудови на рис. 7 відносяться до 1 етапу.

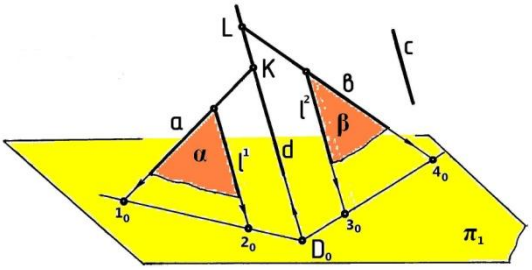


Рис. 9. Розв'язок задачі способом 3 на наочному зображенні

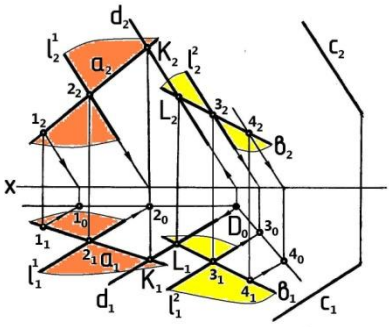


Рис. 10. Розв'язок задачі способом 3 на епюрі

4 спосіб. На рис. 11 наведено просторовий розв'язок задачі на наочному зображенні за допомогою косокутного проекціювання на парну бісекторну площину π_6. Суть побудов відповідає способу 3, тільки вироджені проекції площин α і β будуємо на парній бісекторній площині π_6

Розв'язок задачі цим способом на епюрі наведено на рис. 12.

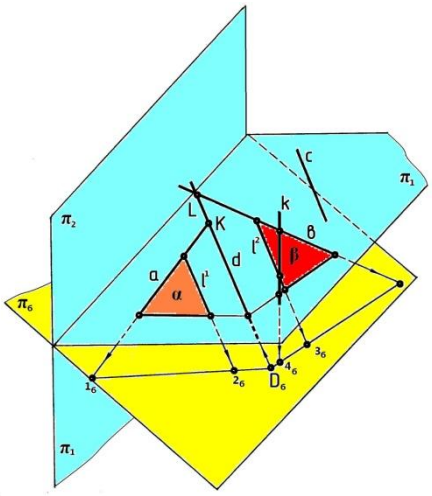


Рис. 11. Розв'язок задачі способом 4 на наочному зображенні

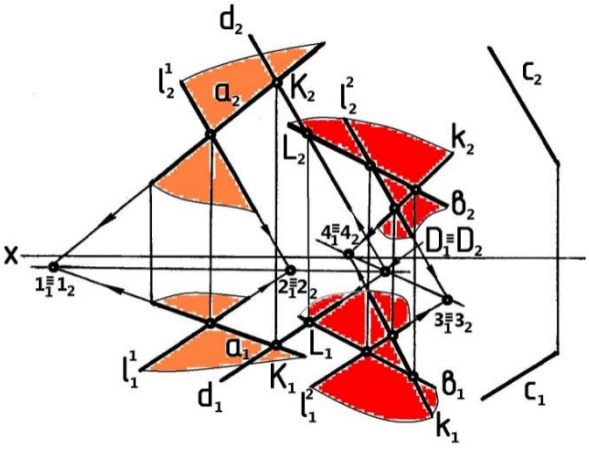


Рис. 12. Розв'язок задачі способом 4 на епюрі

5 спосіб. На рис. 13 наведено просторовий розв'язок задачі на наочному зображенні за допомогою споріднених перетворень. Знаходимо осі спорідненості $1_0 2_0$ і $3_0 4_0$ відповідно для площин $\alpha(a \cap l^1)$ і $\beta(в \cap l^2)$. Осями спорідненості для цих площин є прямі перетину площин α і β з парною бісекторною площиною π_6. Оскільки прямі $1_0 2_0$ і $3_0 4_0$, що є осями спорідненості площин α і β, знаходяться в площині π_6, то точка їх перетину D_0 буде спільною точкою площин α і β, через яку способом оберненого проекціювання проводимо шукану пряму *d* паралельно до прямої *c*.

© Крівцов В.В., Козяр М.М.

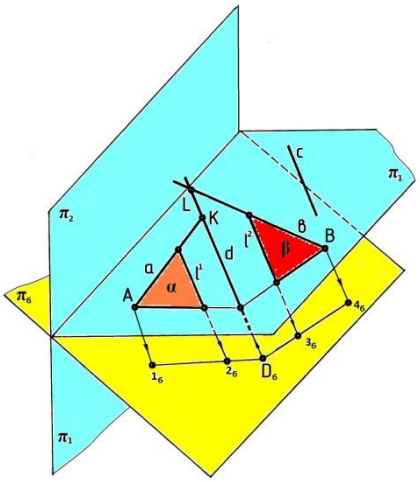


Рис. 13. Розв'язок задачі способом 5 на наочному зображенні

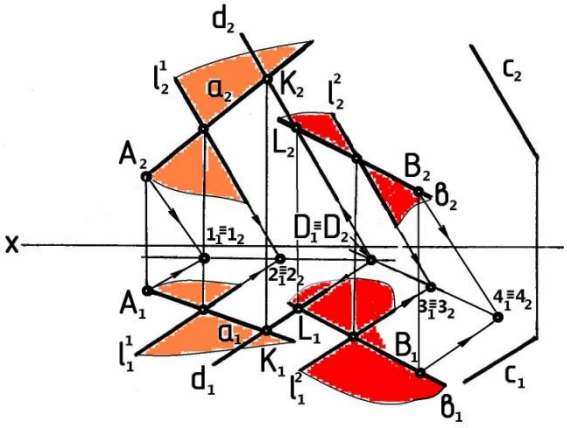


Рис. 14. Розв'язок задачі способом 5 на епюрі

Розв'язок задачі на епюрі за допомогою споріднених перетворень наведено на рис. 14.

Проведемо аналіз способів з метою вибору оптимального. Кількість графічних побудов у запропонованих способів приблизно однакова, а, отже, і точність отриманого результату також однакова. Побудови, виконані за способами 1 і 2, є більш звичними, оскільки ґрунтуються на традиційних алгоритмах

розв'язку задач з нарисної геометрії. Проте способи косокутного проекціювання та споріднених перетворень при вдумливому їх осмисленні є більш простими для сприйняття при розв'язуванні саме позиційних задач, якою і є запропонована задача. Важливим критерієм для вибору оптимального способу є його універсальність. Для аналізу даної задачі це означає можливість застосування того чи іншого способу для різних початкових положень прямих *а*, *в* і с. Застосування перших двох способів суттєво залежить від розміщення цих прямих, оскільки точки *K* і *L* не завжди можуть потрапляти в межі креслення, навіть при зміні положення прямих l^1 і l^2.

Застосування способів 3 - 5 менше залежить від розміщення прямих *а*, *в* і с. Так, за способом 5 в площинах α і β можна взяти прямі, проекції яких будуть перетинатися в межах креслення. Проте це вимагає виконання і більшої кількості побудов, що впливає на точність результату. При використанні способів 3 і 4 можна досягти розміщення вироджених проекцій площин в межах креслення без додаткових побудов. Це обумовлено тим, що можна змінювати не тільки місця проведення прямих l^1 і l^2, але і точок на прямих *а* і *в*, для того, щоб прямі, які проходять через прямі l^1 і l^2 і вибрані точки, визначали подвійні точки в межах креслення. Якщо порівнювати способи 3 і 4, то побудова вироджених проекцій площин на бісекторній площині $\pi_б$ видається більш простою, ніж на горизонтальній площині проекцій π_1, оскільки горизонтальні сліди прямих можуть бути і за межами креслення.

Таким чином, за визначеними критеріями найбільш оптимальним є спосіб 4.

Якщо спробувати перекинути місток у майбутню професійну діяльність студента, то потрібно зауважити наступне. За умови, що вихідні дані, наприклад якогось об'єкта, в процесі його експлуатації залишаються незмінними, то можливе використання всіх п'яти способів побудови. Якщо ж вихідні дані об'єкта в процесі його експлуатації будуть змінюватися, то для підтримки об'єкта в належному стані доцільно виконувати його побудову способом 4.

Висновки. Коли студент володіє різними варіантами розв'язку однієї і тієї ж задачі, він може проаналізувати виконані різними способами графічні побудови з погляду їхньої універсальності, наочності, простоти та кількості. Такий підхід до розв'язування задач із нарисної геометрії розвиває у студентів логічне, абстрактне та нестандартне мислення, просторову уяву,

© Крівцов В.В., Козяр М.М.

формує навички аналізу різних варіантів, запропонованих для розв'язку поставленої задачі та готує його до майбутньої професійної діяльності.

1. Четверухин Н.Ф. Курс начертательной геометрии / Н.Ф. Четверухин, В.С. Левицкий, З.И. Прянишникова, А.М. Тевлин, Г.И. Федотов. – М.: ГИТТЛ, 1956. – 435 с.
2. Колотов С. М. Вспомогательное проектирование / С.М. Колотов. – К.: ГИЛСА УССР, 1956. – 159 с.
3. Чалый А.Т. Начертательная геометрия / А.Т. Чалый. – К. – М.: Украинское отделение Машгиза, 1949. – 418 с.
4. Михайленко В.Є. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник / В.Є. Михайленко, В.В. Ванін, С.М. Ковальов. – К.: Каравела, 2010. – 360 с.
5. Ванін В.В. Інженерна графіка : Навч. посібник / В.В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.М. Надкернична, Г.Г. Власюк. – К.: Видавнича група BHV, 2009. – 400 с.
6. Михайленко В.Є. Збірник задач з інженерної графіки: Навч. посібник. / В.Є. Михайленко, В.М.Найдиш, А.М. Підкоритов. – К.: Вища школа, 2003. – 159 с.
7. Кириченко А.Ф. Теоретичні основи інженерної графіки: Підручник / А.Ф. Кириченко. – К.: ВД «Професіонал», 2004. – 496 с.
8. Хмеленко О.С. Нарисна геометрія: Підручник / О.С. Хмеленко. – К.: Кондор, 2008. – 440 с.
9. Михайленко В.Є. Нарисна геометрія : Підручник / В.Є. Михайленко, М.Ф. Євстіфєєв, С.М. Ковальов, О.В. Кащенко. – К.: Вища школа, 2004. – 303 с.
10. Четверухин Н.Ф. Проективная геометрия / Н.Ф. Четверухин. – М.: Просвещение, 1969.– 368 с.
11. Четверухин Н.Ф. Начертательная геометрия / Н.Ф. Четверухин, В.С. Левицкий, З.И. Прянишникова, А.М. Тевлин, Г.И. Федотов. – М.: Высш. школа, 1963. – 420 с.
12. Кузнецов Н.С. Начертательная геометрия / Н.С. Кузнецов. – М.: Высш. школа, 1969. – 501 с.
13. Гордон В.О. Сборник задач по курсу начертательной геометрии: учебное пособие / В.О.Гордон, Ю. Б. Иванов, Т.Е. Солнцева. – М.: Изд-во «Наука», 1967. – 352 с.

© Крівцов В.В., Козяр М.М.

УДК 514.18.
[1]Нікуліна В.В., [2]Грушецька М.Г.
[1]Технічний коледж Луцького національного технічного університету.
[2]Луцький національний технічний університет.

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ДИСЦИПЛІНИ «ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА» НА КОМП'ЮТЕРІ

Нікуліна В.В., Грушецька М.Г. Практична реалізація дисципліни «Інженерна графіка» на комп'ютері. Обгрунтовано доцільність комп'ютеризації предмету «Інженерна графіка» та запропоновано комплекс лабораторних робіт для практичного навчання студентів технічних спеціальностей інженерній графіці.
Ключові слова: нженерна графіка, комп'ютерна графіка, 3D моделювання, AutoCAD.

Никулина В.В., Грушецкая М.Г. Практическая реализация дисциплины «Инженерная графика» на компьютере. Обоснована целесообразность компьютеризации предмета «Инженерная графика» и предложен комплекс лабораторных работ для практического обучения студентов технических специальностей инженерной графике.
Ключевые слова: инженерная графика, компьютерная графика, 3D моделирование, AutoCAD.

Nikulina V.V., Grushecka M.G. Practical implementation of the discipline" Engineering Graphics "on the computer. The expediency of the computerization of the subject "Engineering Graphics" and proposed a set of labs for practical training of students of technical specialties of engineering graphics.
Keywords: engineering graphics, computer graphics, 3D modeling, AutoCAD.

Згідно з вимогами державних стандартів метою вивчення інженерної графіки, що входить в цикл загально-професійних дисциплін, є освоєння теоретичних знань, набуття практичних умінь і навичок в галузі інженерної графіки. Дисципліна «Інженерна графіка» як елемент загальнопрофесійної підготовки має важливе значення у створенні фундаментальних знань і умінь майбутнього фахівця технічного профілю. В даний час в рекомендованих програмах навчальної дисципліни «Інженерна графіка» вивчається на другому курсі.

Графічна підготовка студентів у системі спеціальних дисциплін формує компетенції, необхідні для розвитку професійно значущих якостей особистості для обраної спеціальності і майбутньої трудової діяльності. Геометро-графічна підготовка формує теоретико-практичну основу у студента для вивчення та виконання різних робіт з циклів загально професійні дисципліни та спеціальні дисципліни, складаючи фундамент загальної інженерної підготовки.

Основною вимогою до підготовки сучасного фахівця є вміння користуватися системами автоматичного проектування (САПР). Система автоматизації проектних робіт (САПР) або CAD (англ. Computer-Aided Design) - організаційно-технічна система, призначена для виконання проектної діяльності із застосуванням обчислювальної техніки, що дозволяє створювати конструкторську та / або технологічну документацію. САПР зазвичай охоплює створення геометричних моделей вироби (твердотільних, тривимірних, складових), а також генерацію креслень виробів та їх супровід. Слід зазначити, що український термін «САПР» по відношенню до промислових систем має більш широке тлумачення, ніж «CAD» - він включає в себе як CAD, так і елементи CAM (Computer-aided manufacturing), а іноді й елементи CAE (Computer- aided engineering).

Впровадження в навчальний процес засобів комп'ютерної графіки звичайно, не замінює традиційних занять з інженерної графіки, на яких учень отримує початкові навички виконання креслень. Але в сучасних умовах для кваліфікованої роботи по конструюванню складних технічних форм, ефективної подачі своїх ідей, якісного виконання проектних розробок поряд з цими знаннями необхідні спеціальні навички геометричного моделювання, які можуть значно підвищити загальний інженерний рівень майбутніх спеціалістів, підготувати їх до роботи з системами автоматизованого проектування на виробництві. До таких спеціальних навиків можна віднести:

- графічне відтворення технічних об`єктів за словесним описом;
- вирізання необхідних за конфігурацією елементів деталі;
- симетричне доповнення просторових форм;
- уявну перестановку окремих деталей об`єкта;
- користуючись заданими зображеннями, створити модель валу і вид суміщений з розрізом.

1. Відтворення геометричних моделей за словесним описом форми і розмірів об`єкта.

©Нікуліна В.В., Грушецька М.Г.

Відтворення технічного об`єкта зі слів- досить складне завдання, хоча кваліфікований інженер повинен вміти будувати найпростіші геометричні деталі за словесним описом. Але дана операція буде неможливою, якщо і при складанні словесного опису, і при його інтерпретації графічною моделлю не визначено послідовності та основні правила, обов`язкові для прямого і оберненого процесів. Цю послідовність і правила можна представити в такому вигляді:

а) словесний опис або його графічну розшифровку вести в порядку розташування геометричних елементів вздовж головної осі симетрії;

б) поступово розшифровувати форму і розміри геометричних тіл, які утворюють даний об`єкт;

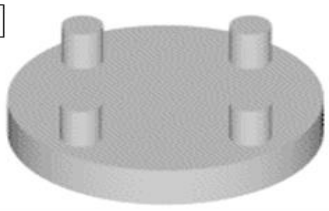
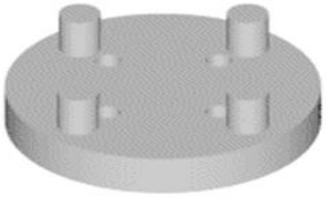
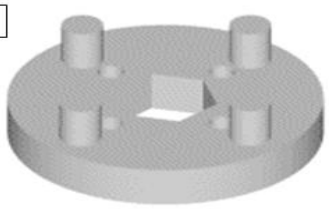
в) прив`язати та описати отвори, виступи, заглиблення, проточки, які можуть бути на певних поверхнях об`єкта;

г) прив`язати осі симетрії елементів до головної осі, прив`язати головну вісь до площин проекцій, ввести (при необхідності) додаткову інформацію по розташуванню відносно площин проекцій і осей симетрії конструктивних елементів об`єкта.

Приведено приклад поетапного моделювання фланця за словесним описом.

Фланець має в основі циліндр діаметром 120 мм, висотою 20 мм. Вісь симетрії циліндру співпадає з віссю OZ просторової системи координат. На поверхні основи циліндра знаходяться чотири циліндричних виступи діаметром 20мм, висотою 10мм. Центри їх основ рівномірно розташовані на перетині кола діаметром 90мм з осями OX та OY. На колі діаметром 70мм, на одних центрових з виступами рівномірно розташовані чотири наскрізні отвори діаметром 10мм. В центрі фланця – наскрізний шестикутний призматичний отвір, вписаний в коло діаметром 50мм. Вершини лежать на осях. Схема поетапного відтворення цієї моделі приведена в таблиці 1.

Таблиця 1. Схема поетапного вирізання моделі
[Авторська розробка]

1	Фланець має в основі циліндр діаметром 120 мм, висотою 20 мм. Вісь симетрії циліндра співпадає з віссю просторової системи координат.
2 	На поверхні основи циліндра знаходяться чотири циліндричні виступи діаметром 16 мм, висотою 10 мм. Центр їх основ рівномірно розташовані на перетині кола діаметром 90 мм з осями X, Y.
3 	На колі діаметром 70 мм, на одних центрових з виступами рівномірно розташовані чотири наскрізні отвори діаметром 10 мм.
4 	В центрі фланця є наскрізний шестикутний призматичний отвір, основа якого вписана в коло діаметром 50 мм. Дві вершини шестикутника лежать на осі X.

©Нікуліна В.В., Грушецька М.Г.

2. Моделювання геометричних деталей методом поетапного вирізання окремих елементів об`єкта.

Проектування будь-якого об`єкта починається з ідеї, а вже в процесі роботи він поетапно удосконалюється. Можливість проведення поетапного моделювання суттєво підвищує ефективність процесу проектування. При цьому вміння переставляти, заміняти, вирізати, доповнювати окремі елементи об`єкта що проектується відіграє важливу роль для швидкого отримання якісного результату. Наприклад: створити геометричну модель тіла, уявно вирізавши ті його частини, які помічені штриховкою.

Якщо на бічній поверхні нанесений контур вирізу, то це означає, що він проходить наскрізь через все тіло об`єкта. Поетапність уявного вирізання частин може бути довільним. Єдина рекомендація – починати треба з найбільших і найпростіших вирізів, закінчуючи вирізами різного роду криволінійних отворів. На рисунку 1 приведений приклад розбиття процесу створення кінцевої моделі на етапи.

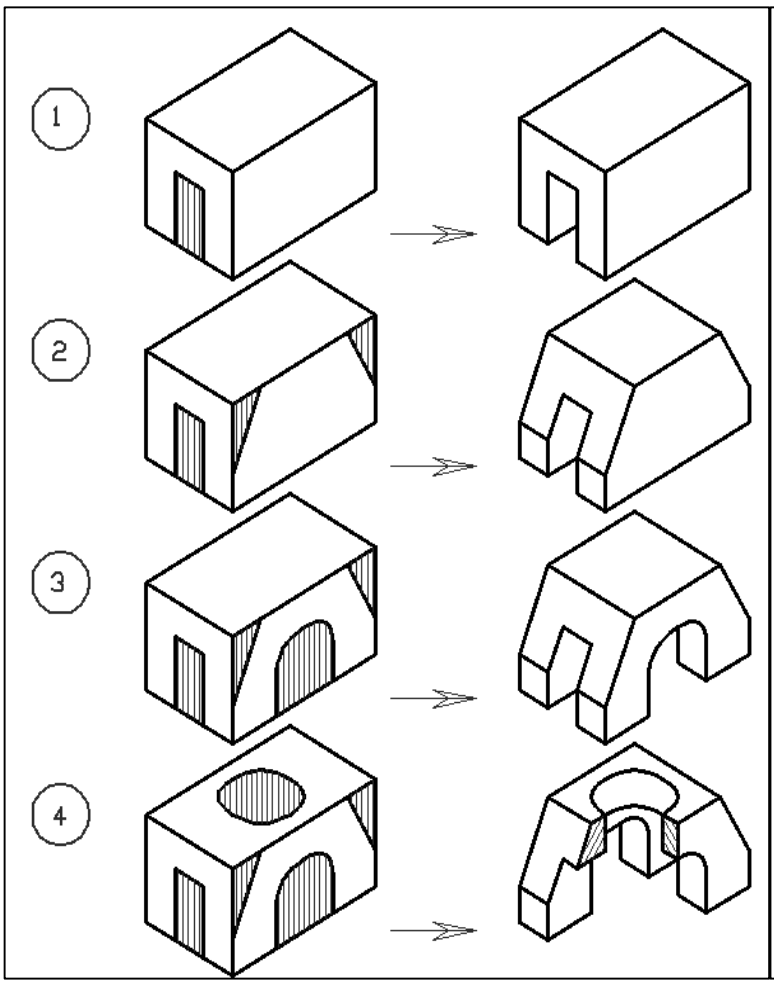


Рис. 1. Моделювання деталі методом вирізання.
[Авторська розробка]

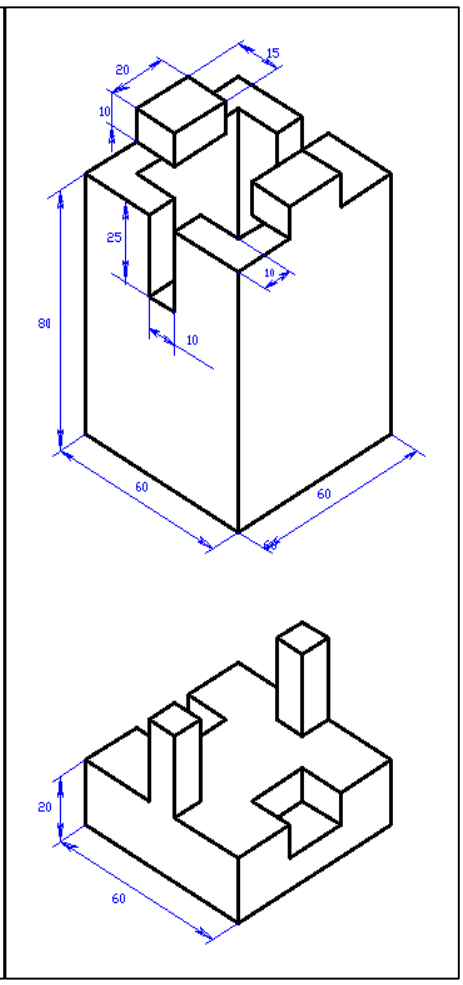


Рис. 2. Моделювання кришки.
[Джерело №1]

3. Доповнення геометричних об`єктів конструктивними елементами.

Навички просторової уяви можуть бути ефективно закріплені при виконанні завдань по доповненню окремих елементів об`єкта. Як приклад, можна розглянути проектування кришки контейнера складної форми (Рис.2).

4. Уявне переміщення елементів об'єкта.

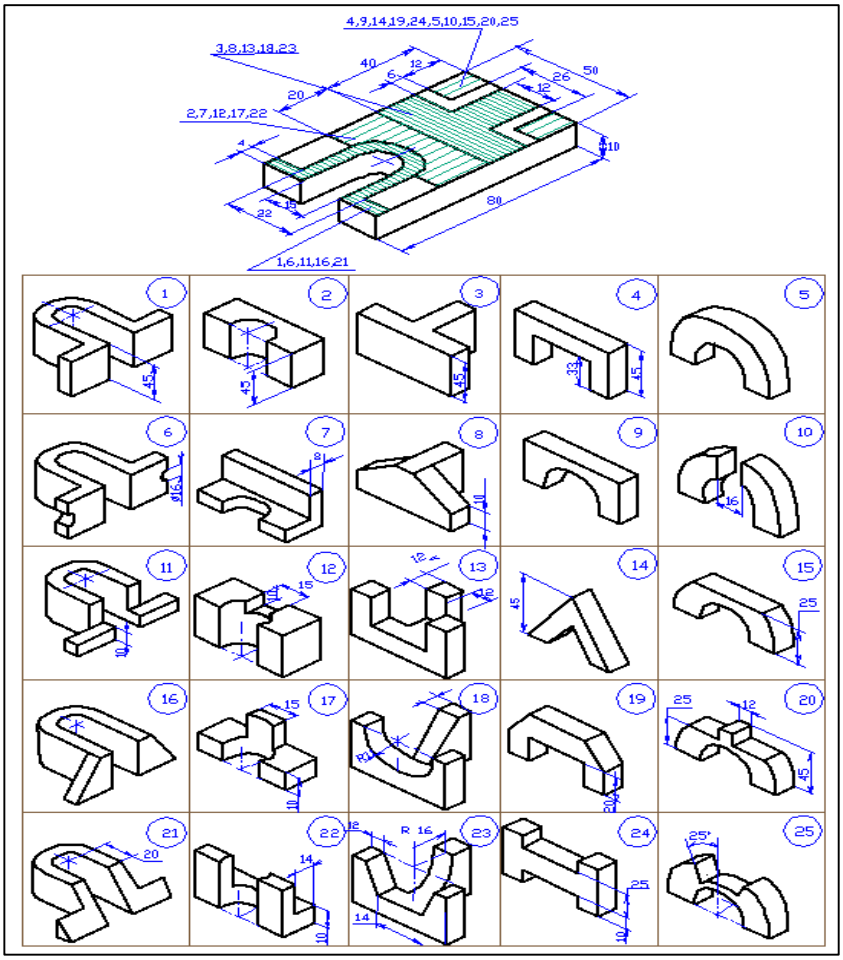
©Нікуліна В.В., Грушецька М.Г.

За заданим варіантом з таблиці 2 відшукати в таблиці 3 і розставити на основі необхідні елементи об`єкта. Створити 3D модель і з неї ортогональні проекцій технічної деталі (рис. 3).

Таблиця 2. Варіанти до виконання самостійної роботи
[Джерело №2]

	№ вар.	№ елемента	№ вар	№ елемента	№ вар.	№ елемента	№ вар.	№ елемента	№ вар.	№ елемента
А	1	17,20	6	6,18	11	12,19	16	5, 25	21	12,24
	2	12, 4	7	11, 8	12	11, 3	17	21, 15	22	7, 10
	3	16, 8	8	12, 9	13	16, 23	18	7, 5	23	11, 18
	4	17, 15	9	16, 18	14	16, 10	19	13, 1	24	21, 10
	5	11, 13	10	17, 10	15	22, 10	20	2, 9	25	2, 14
Б	1	1, 4	6	16, 5	11	16, 19	16	11, 23	21	12, 15
	2	1, 25	7	12,10	12	17, 24	17	2, 5	22	2, 10
	3	22, 15	8	17, 5	13	2, 19	18	6, 15	23	17, 19
	4	12, 5	9	1, 15	14	12, 25	19	21, 14	24	1, 9
	5	21, 24	10	6, 5	15	2, 24	20	16, 24	25	6, 20
В	1	6, 19	6	17, 9	11	6, 24	16	6, 10	21	7, 24
	2	16, 3	7	6, 14	12	2, 25	17	16, 15	22	12, 14
	3	21, 4	8	2, 15	13	16, 9	18	11, 25	23	17, 25
	4	12, 20	9	17, 4	14	1, 23	19	1, 5	24	22, 5
	5	22, 25	10	21, 9	15	16, 13	20	21, 20	25	2, 4

Таблиця 3. Варіанти елементів об'єкту
[Джерело №2]



©Нікуліна В.В., Грушецька М.Г.

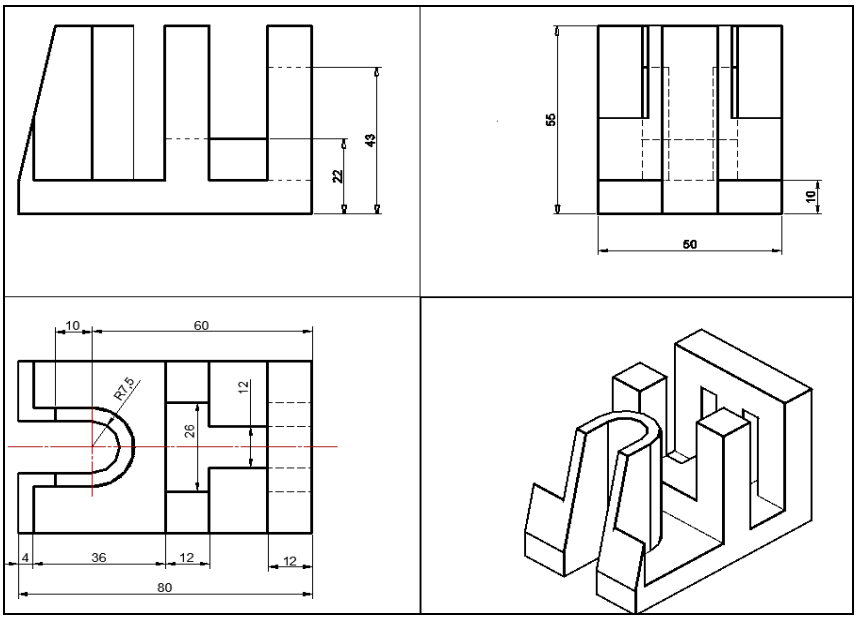


Рис. 3. Створення 3D моделі та видів технічної деталі. [Авторська розробка]

5. За заданими перерізами валу (рис.4а), створити його 3D модель (рис.4в), накреслити 2D вид суміщений з розрізом, необхідні перерізи (рис.4б). Нанести розміри, шорсткість. Для позначення шорсткості. створити блок з атрибутом.

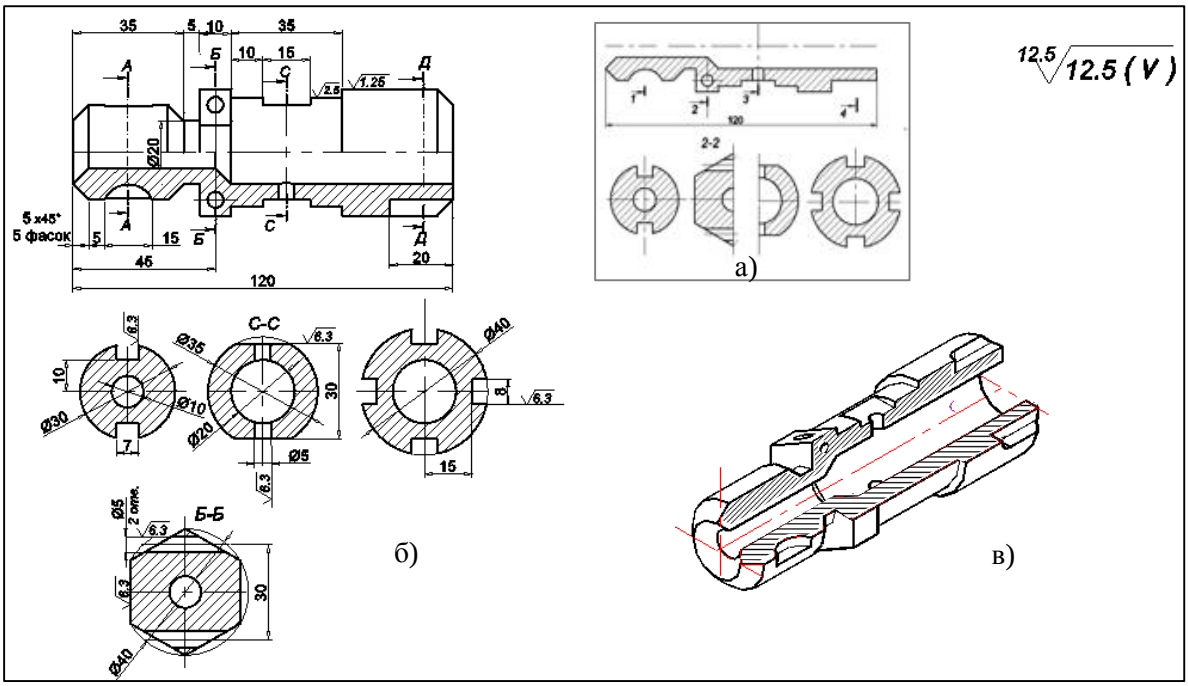


Рис.4. Приклад виконання комплексного кресленика валу. [Авторська розробка]

1. Василенко Е.А. Практикум по черчению/ - М.: «Просвещение», 1982. – 147 с.
2. Пустюльга С.І. «Моделювання геометричних об`єктів в аксонометрії» методичні вказівки та контрольні завдання з курсу "Проекційне креслення" / Пустюльга С.І., Нікуліна В.В. – Луцьк: ЛДТУ, 2000. – 29 с.

©Нікуліна В.В., Грушецька М.Г.

УДК 378.11
Панасюк Н.Л.
Луцький національний технічний університет

СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ УПРАВЛІНСЬКИХ ПРОЦЕСІВ У НАПРЯМІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ВИЩИХ ТЕХНІЧНИХ НАЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Панасюк Н.Л. Світові тенденції розвитку управлінських процесів у напрямі підвищення ефективності діяльності вищих технічних начальних закладів. Інтеграція у світову освітню систему є одним із стратегічних завдань програми розвитку освіти. Вища освіта користується високим авторитетом у всіх країнах світу. Вищі технічні навчальні заклади беруть участь у провідних міжнародних освітніх проектах. Інтеграція інженерної вищої школи у міжнародну систему покликана забезпечити використання світового досвіду і досягнень у науці, техніці та освіті в інтересах спільноти, підвищення якості підготовки фахівців, розвиток міжнародного співробітництва аж до спільного виробництва.
Ключові слова: світові тенденції, розвиток, управлінські процеси, підвищення ефективності, вищі технічні навчальні заклади.

Панасюк Н.Л. Мировые тенденции развития управленческих процессов в направлении повышения эффективности деятельности высших технических учебных заведений. Интеграция в мировую образовательную систему является одним из стратегических задач программы развития образования. Высшее образование пользуется высоким авторитетом во всех странах мира. Высшие технические учебные заведения участвуют в ведущих международных образовательных проектах. Интеграция инженерной высшей школы в международную систему призвана обеспечить использование мирового опыта и достижений в науке, технике и образовании в интересах сообщества, повышения качества подготовки специалистов, развитие международного сотрудничества до совместного производства.
Ключевые слова: мировые тенденции, развитие, управленческие процессы, повышение эффективности, высшие технические учебные заведения.

Panasyuk N. Global trends of administrative processes towards improving the efficiency of higher technical educational establishments. Integration into the global educational system is one of the strategic objectives of the development of education. Higher education enjoys a high reputation all over the world. Higher Technical Schools participating in leading international educational projects. Integrating engineering higher education in the international system is designed to ensure, using the experience and achievements in science, technology and education for the benefit of the community, improving the quality of training, development of international cooperation until the joint production.
Keywords: world trends, development, management processes, increase efficiency, higher technical educational institutions.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Міжнародні взаємини показали, що кваліфікаційні документи вищих технічних навчальних закладів України відрізняються від прийнятих у розвинених країнах. Відрізняється номенклатура спеціальностей випускників вузів, інший зміст навчального матеріалу, розрізняється роль кафедри у процесі навчання. Багато закордонних підручників, перекладені в останні роки, не сприймаються нашими вищими технічними навчальними закладами, тому що вони орієнтовані на іншу ступінчасту структуру освітнього процесу [3; 4].

Три найбільш важливих міжнародних фактори, які зажадали перебудови вищих технічних навчальних закладів: потік фахівців в інші країни, де перед ними постала проблема визнання своїх знань; залучення громадян іноземних держав до вищих технічних навчальних закладів на навчання в умовах міжнародної конкуренції; поява на економічному ринку міжнародних та спільних підприємств поставили перед вищими технічними навчальними закладами досить складне завдання: інтегруватися у міжнародну систему освіти, зберігши свої кращі традиції і забезпечивши своїм випускникам міжнародні кваліфікаційні якості.

Тому важливим моментом інтеграції вищих технічних навчальних закладів у світову освітню систему і застосування міжнародних стандартів управління до системи вищої освіти є необхідність розгляду та аналізу особливостей систем вищої освіти зарубіжних країн і міжнародного досвіду управління якістю.

Світова різноманітність систем управління якістю (оцінки якості) вищої освіти на початку 2000-х рр. може бути, з певною часткою умовності, розділена на два типи.

© Панасюк Н.Л.

Система управління якістю вищої освіти, прийнята в тих країнах, де, по суті, органів державного управління вищою освітою (в європейському сенсі) немає. У цьому випадку переважає процес самооцінки вищих технічних навчальних закладів, або професійна чи громадська оцінки, спрямовані на внутрішній аналіз, на поліпшення діяльності університетів.

У широкому плані, історично, до країн, що мають органи державного управління вищою школою, відносяться європейські країни (Німеччина, Франція, а також країни СНД, які сприйняли європейські традиції вищої освіти). До країн, де переважає процес саморегуляції вищої освіти, відносяться, в першу чергу, США, а також ті країни, які стали слідувати американським зразкам вищої школи (Філіппіни, Тайвань).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблеми використання різних методів і технологій в управлінні розвитком освіти досліджували П. Вакулі, К. П. Волокітін, Е. П. Гусинський, Г. В. Гутник, Г. А. Дмитренко, С. Г. Молчанов, А. М. Стрижов, В. В. Хабін; питання оцінювання результативності освіти – В. Є. Безверха, В. П. Беспалько, І. Є. Булах, М. І. Грабар, А. П . Єгоршин, А. Єрмола, Т. О. Лукіна, Л. П. Одерій, С. Б. Прянічніков та багато інших. Сутність, методологічні засади та різноманітні аспекти державного управління розкрили у своїх працях Г. В. Атаманчук, Ю. М. Бажал, І. Л. Бачило, В. Д. Бакуменко, В. В. Киричук, В. М. Князєв, Б. П. Курашвіли, В. І. Луговий, О. Є. Луньов, В. Я. Малиновський, Н. Р. Нижник, В. А. Ребкало, Ю. А. Тихомиров, В. В. Токовенко, Є. Р. Чернишова та багато інших.

Формулювання цілей статті. Системи управління якістю вищої освіти в тих країнах, де є відповідні державні структури, що регулюють розвиток вищої школи, наприклад, Міністерства освіти і т.д. У цих випадках система управління якістю базується на пріоритеті державних органів або структур, що фінансуються урядом. При цьому самооцінці надається номінальне значення, а основні зусилля додаються до проведення ефективної зовнішньої оцінки державними органами або громадськими організаціями. Такі системи управління якістю часто пов'язані з урядовим контролем, ліцензуванням, державною акредитацією, порівнянням різних вищих технічних навчальних закладів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Основна відмінність європейських систем управління якістю вищої освіти від американської полягає у повноваженнях уряду, у формулюванні цілей управління якістю, у визначенні найбільш важливих аспектів управління якістю, у засобах прийняття рішень і, нарешті, в самій організації освітнього процесу. У країнах з централізованою системою освіти функції управління якістю, акредитації здійснюють відповідні державні відомства.

У Німеччині, наприклад, де Міністерство освіти, яке регулює діяльність вищих технічних навчальних закладів, існує з XIX ст. Дуже сильні традиції державного контролю за вищими технічними навчальними закладами, а самі професори та викладачі є державними службовцями.

У Німеччині немає явно виражених елітних технічних вузів, але для вступу необхідно мати атестат зрілості, який видається після 12 – 13 років навчання у гімназії та успішного складання іспитів. Половина вузів країни відносяться до академічних вищих технічних навчальних закладів університетського рівня (університети, технічні університети, технічні, педагогічні, теологічні та інші вузи). До неакадемічних вузів відносять вищі професійні навчальні заклади, що здійснюють підготовку фахівців прикладного характеру для роботи на виробництві.

Переважна частина вузів Німеччини є державними і мають безкоштовне навчання. При цьому 30% студентів отримують матеріальну допомогу з федерального бюджету.

Розмір допомоги залежить від стану сім'ї студента і місця його проживання. Найбільш обдаровані студенти отримують стипендії з різних фондів.

У німецьких університетах факультети часто поділяються на інститути і школи, очолювані професорами. Студенти обирають свої органи самоврядування.

Закон про вищу освіту в Німеччині прийнято парламентом країни, але одночасно є серія законів окремих Земель. Координація діяльності і вироблення методичних принципів діяльності вищої школи здійснюються Конференцією ректорів Німеччини. Конференція ректорів Німеччини об'єднує всіх ректорів. Вона збирається один раз на рік.

Статут вищого технічного навчального закладу розробляється самим колективом. Керівництво здійснює ректор чи президент, проректори або віце-президенти і канцлер.

© Панасюк Н.Л.

Академічний сенат контролює навчальну та наукову роботу. Він формується з представників підрозділів вузу, студентства, зовнішніх організацій.

Що стосується управління якістю, то в Німеччині акредитації вузів не існує, так як існує тільки один приватний вуз, а Міністерство культури і освіти піклується про якість освіти через затвердження професорського складу вищих технічних навчальних закладів і відкриття нових спеціальностей. На кожне вакантне місце кафедра пропонує кілька кандидатур.

Факультет або сенат призначають спеціальну комісію, яка проводить всебічний аналіз кандидатур. Сенат пропонує міністерству три кандидатури, з яких затверджується одна. Відкриття нових спеціальностей також затверджується міністерством.

Атестація напрямів підготовки фахівців здійснюється Конференцією ректорів. Її комісія вивчає матеріали самоатестації вищих технічних навчальних закладів, відвідує лекції та практичні заняття, розмовляє зі студентами, викладачами.

За підсумками перевірки складається звіт, в якому відображаються сильні і слабкі сторони вищих технічних навчальних закладів. Подальше реформування вищої школи Німеччини передбачає скорочення терміну навчання, більш ранній вступ до вузу, більшу універсальність підготовки студентів.

У Франції за освітню політику відповідає Міністерство народної освіти, наукових досліджень і технологій. Однак діяльність вищих технічних навчальних закладів оцінюється Національним експертним комітетом, який створений за законом про вищу освіту та існує з 1984 р.

Головне завдання даного комітету полягає в оцінці діяльності вищих навчальних закладів. Цей національний орган контролю та управління якістю вищої освіти підпорядковується тільки президенту і не залежить ні від яких управлінських структур. Експертний Комітет регулярно збирає інформацію про діяльність вищих навчальних закладів і щорічно направляє президентові звіт про свою роботу і про стан справ у сфері вищої школи. Важливо те, що у Франції результати університетських перевірок та оцінок широко публікуються і дають можливість не тільки державі, а й суспільству судити про академічний рівень того чи іншого вищого технічного навчального закладу. Такий механізм відображає історично сформовану централізовану систему французької вищої освіти.

Крім того, Міністерство освіти Франції проводить жорсткий контроль діяльності вищих технічних навчальних закладів. Будь-який новий курс вимагає верифікації та акредитації з боку міністерства. Причому акредитація надається на чотири роки. Існує спеціальна рада з оцінки освітніх програм, що підкоряється Міністерству освіти, який контролює якість підготовки студентів. На кожному факультеті існує обов'язковий для студентів перелік курсів або дисциплін.

Свобода вибору включає два аспекти: вибір студента між теоретичними і прикладними аспектами, вибір викладачем методу навчання. Академічна свобода передбачає свободу вибору навчальних закладів, дисциплін і курсів. На вивчення предметів, що дають право на отримання післявузівського диплома ліценціата або магістра-викладача, виділяється 500 навчальних годин, з яких 350 – обов'язкові предмети.

Що стосується скандинавських країн (Швеція, Норвегія, Фінляндія), системи управління якістю вищих технічних навчальних закладів також спочатку визначалися урядом. Структура вузів – традиційна, що включає факультети та кафедри. На чолі вузу стоїть ректор та віце-президенти за напрямками.

Навчальна програма бакалавра триває три роки. Потім – щабель ліценціата і потім – PhD. Навчальний рік розділений на чотири частини. В кінці кожної частини здаються два – чотири іспити, підсумок яких оцінюється у «кредити». Контроль підсумків достатньо вільний, і бувають випадки, коли студент захищає підсумкову роботу, але після цього повинен ще складати іспити, які раніше були пропущені. Відвідування занять строго не контролюється, але є ряд домашніх самостійних робіт, які необхідно здавати строго до конкретного терміну. Іспит складається письмово, і, зазвичай, процедуру ходу іспиту контролює не основний викладач.

До проведення семінарів, лабораторних робіт і перевірки домашніх завдань залучаються аспіранти, які за це отримують додаткову оплату (0,25 ставки). З 1994 р. прийом студентів на перший курс не лімітується і не планується. Вищий технічний навчальний заклад має право

© Панасюк Н.Л.

набрати студентів більше, ніж обмовлена угодою з Міністерством освіти, але за умови гарантії якості навчання.

Вищим технічним навчальним закладам дозволено змінювати чисельність набору в залежності від типів організованих курсів. З учнів брати плату за навчання не дозволяється законами країни. Студенти отримують стипендію, якої достатньо для оплати проживання, харчування, придбання підручників та інших поточних потреб. Однак у цих країнах існує велика розмаїтість у засобах зовнішньої оцінки.

У Швеції, наприклад, основний наголос робиться на допомозі навчальним закладам у розробці відповідних інфраструктур.

У Норвегії основна увага приділяється оцінці самого освітнього процесу та навчальних програм. Причому процес оцінки проводиться організаціями, що фінансово підтримуються урядом вже після того, як проведена самооцінка вищого технічного навчального закладу. У Фінляндії також поєднується стороння оцінка і самооцінка вищих технічних навчальних закладів. Застосовуються й вибіркові перевірки окремих структур з боку зовнішніх спостерігачів.

У Данії перевірка проводиться зовнішніми організаціями, що фінансуються урядом. При цьому самооцінка вищих навчальних закладів ґрунтується також на інформації, одержуваної не самим навчальним закладом, а зовнішніми експертами.

У Великобританії всі університети ділять на три групи. Перша – «Оксбридж» – включає найстаріші в країні Оксфордський (XI ст.) і Кембріджський (XIII ст.) університети.

До другої групи відносяться кілька десятків молодих університетів, заснованих в XIV–XIX ст.

До третьої групи відносять політехнічні інститути, реорганізовані в 1991 – 1992 рр. в університети. Найбільш престижно вчитися в університетах першої групи, так як ім'я університету є гарантією просування випускників посадовими сходинками.

Що стосується управління, то в Англії є досить загальний закон «Про вищу (післявузівську) освіту», проте велику роль відіграють поточні рішення уряду в особі Міністерства освіти і Державної ради з фінансування вищої освіти. Базовим документом для управління вищим технічним навчальним закладом є стратегічний план, що розробляється на п'ять років і уточнюється щорічно в поточних планах.

У плані конкретизуються цілі, кадрова стратегія, розвиток інформаційних ресурсів, фінансова стратегія підрозділів (планові бюджети), стратегія підтримки студентів, контроль якості.

Спеціальний помічник ректора відповідає за підготовку стратегічного плану, контроль ходу його виконання, підтримку взаємодії факультетів і департаментів, узгодження цілей і окремих підрозділів, стимулювання взаємодії викладачів і студентів.

Внутрівузівська діяльність регламентує велике число нормативних документів: положень про здачу іспитів, про навчання протягом семестру, звітності, правил відвідування занять, балів (кредитів), контролі за якістю навчання та ін.

Зовнішня експертиза вищих технічних навчальних закладів здійснюється державною радою з фінансування вищої освіти, яка формально не підпорядковується Міністерству освіти. Його експерти не рідше одного разу на п'ять років відвідують вищі технічні навчальні заклади і шляхом опитувань студентів та викладачів (за формалізованою методикою), а також перевірки конкретних результатів навчальної та наукової роботи виносять свої рекомендації. Формою зовнішньої експертизи є також експертні ради роботодавців.

Державні стандарти в галузі освіти, затверджені на урядовому рівні, в Англії не існують. Зміст освіти визначається потребами роботодавців. Вищі технічні навчальні заклади самі приймають рішення про зміст освіти і несуть за нього відповідальність [6; 7].

Зміст однієї дисципліни може відрізнятися в різних внз. Однак існує загальна система зовнішньої рейтингової оцінки якості викладання основних предметів у вузах Великобританії.

Однією з найважливіших сторін оцінки якості вузу є отримання ним акредитації з боку професійної спільноти або асоціації за напрямками підготовки фахівців. Отримання акредитації вузом є обов'язковою умовою при працевлаштування його випускників [5].

Фінансуванням вищих технічних навчальних закладів займається Рада з фінансування вищої школи, що підпорядковується уряду країни. Ця ж Рада здійснює оцінку якості підготовки фахівців.

© Панасюк Н.Л.

При цьому враховуються: працевлаштування випускників, відгуки про якість підготовки фахівців зі сторони роботодавців, результати наукової діяльності, організація та умови проведення навчального процесу, організація та результати проміжної атестації, соціальні умови проживання викладачів і студентів, економічний стан вищих технічних навчальних закладів, якість адміністративного управління вищим технічним навчальним закладом.

В даний час процес оцінки вищої освіти в Англії поступово зсувається від організацій, що фінансуються урядом, в бік того, що можна назвати самооцінкою. Однак це ще не процес, який спеціально проводиться вищим технічним навчальним закладом з метою поліпшення роботи; самооцінка в цьому контексті є підготовкою до підтвердження отримання офіційної оцінки для переконання сторонніх спостерігачів і залучення додаткового фінансування.

Отже, в європейських країнах переважає державна система управління якістю вищої освіти і можна виділити наступні основні процедури контролю якості освіти з боку державних органів: ліцензування, оцінка (атестація), акредитація.

Ліцензування та акредитація проводяться державними або іншими органами на основі заздалегідь встановлених критеріїв, а вузи або програми повинні відповідати певним мінімальним вимогам.

Оцінка (атестація) може ґрунтуватися на джерелах інформації широкого спектра, і до неї можуть бути залучені як місцеві, так і запрошені фахівці. Головною метою оцінки можуть бути як процеси, так і результати, однак, в цілому, акцент робиться на диференційоване і детальне оцінювання, яке нагадує акредитацію та ліцензування з їх порогом мінімальних вимог [8; 9].

Так, наприклад в Естонії, ліцензування та акредитація вищих технічних навчальних закладів здійснюється Радою з оцінки якості у вищій освіті.

До складу ради входять вчені, представники професійних органів і організацій, що займаються підтримкою наукових досліджень. Вищі технічні навчальні заклади повинні відповідати встановленим вимогам щодо питань, які стосуються приміщень, викладацького складу і програм.

Приватні вищі технічні навчальні заклади додатково контролюються комітетом, який перевіряє їх відповідність освітнім і фінансовим нормативам.

За законом по університетах, Рада з оцінки якості також займається акредитацією, яка повинна проводитися, щонайменше, один раз на сім років і охоплює як програми, так і самі вищі технічні навчальні заклади.

Таким чином, акредитація, з одного боку, має на увазі оцінку якості програми, кваліфікацію викладачів, рівень знань студентів і ефективність навчального процесу, а з іншого – оцінює діяльність вузу в цілому.

У Чехії є Агентство з акредитації, яке, як і естонська Рада, займається акредитацією і регулярною оцінкою системи вищої освіти.

Однак у Чехії, як і в багатьох інших країнах, школи вищої професійної освіти контролюються і оцінюються чеською Інспекцією шкіл.

Таким чином, діє відомий паралелізм в органах оцінки. Крім того, за власною ініціативою вищі технічні навчальні заклади можуть бути оцінені і незалежними експертами.

У Латвії акредитація державних і приватних вищих технічних навчальних закладів проводиться під контролем Міністерства освіти і науки, принаймні, один раз на шість років відповідно до нормативів, схвалених Кабінетом міністрів.

Акредитація вищих технічних навчальних закладів повинна бути схвалена Радою з вищої освіти після консультацій із зарубіжними експертами і офіційно визнана Міністерством освіти і науки.

Міністерство також публікує в газетах список акредитованих навчальних закладів і програм [11; 12].

У Словенії, навпаки, вищі технічні навчальні заклади спільно засновують Комітет з управління якістю у вищій освіті і самі відповідають за нагляд.

У Польщі, відповідно до закону, вищі технічні навчальні заклади самі оцінюють якість освіти. При цьому польська Рада з вищої освіти пропонує три рівні оцінки: акредитований статус, базовий рівень якості і вищий рівень якості.

© Панасюк Н.Л.

Процедура акредитації також була введена в Угорщині та Хорватії. Так, у Хорватії кожні п'ять років експертна комісія, що призначається Міністерством науки і техніки, оцінює рівень якості та ефективності викладання, а також наукову і професійну діяльність.

В цілому слід зазначити, що в країнах Східної та Центральної Європи сучасна система ліцензування, атестації та акредитації у другій половині 90-х років, по суті, тільки створювалася і апробувалася. Певною мірою цей процес не закінчений і досі.

Але незважаючи на це, можна навести чимало свідчень ефективності такої державної системи.

У Франції, наприклад, слід відзначити існування так званого державного знака якості, яким володіють ті вищі технічні навчальні заклади, які визнає держава.

Вищі технічні навчальні заклади, у яких Міністерство народної освіти здійснює контроль навчання, можуть видавати дипломи, «завізовані» міністерством, що свідчить, за європейськими поняттями, про якість вищої освіти. Цей «знак якості» особливо важливий, оскільки тільки дипломи, які мають таку державну позначку, визнаються в усіх європейських країнах. Державний контроль якості вищої освіти дозволяє ряду французьких вищих технічних навчальних закладів видавати подвійні дипломи (французький і іноземний).

У цьому плані найбільш прогресивною серед європейських країн є система управління якістю освіти у Великобританії та Голландії.

Так, у Великобританії за останні роки відбулися певні зміни у системі контролю за університетами. Агентство з контролю за якістю зробило ряд зауважень і тому сьогодні для визначення якості, рівня та рейтингу англійські університети, в першу чергу, звертаються у різні громадські ради експертів, які здійснюють незалежний аудит.

Як правило, акредитуються ті вищі технічні навчальні заклади, які вже зробили не менше трьох випусків. При цьому у Великобританії зросло значення самооцінки університетів, проведеної внутрішніми університетськими структурами, спеціально організованими для таких цілей.

Однак у світі є й інші тенденції у розвитку управління якістю та контролю вищої освіти. На думку деяких експертів, у світі в 1990-і рр., а значить і сьогодні, на початку нового століття, має місце тенденція до більшого розвитку та поширення процесів самооцінки. І це стосується не тільки країн, що запозичили американський досвід, але і є результатом еволюції традиційної системи оцінки вищої освіти [1].

Так, у тій же Франції сьогодні має місце тенденція переходу від управління якістю, побудованого на принципах централізації, до процесу самооцінки, тісно пов'язаному з самим вищим технічним навчальним закладом.

У скандинавських країнах, де, як було зазначено, управління якістю завжди було вимогою уряду, процес розвитку управління якістю вищої освіти також йде в бік самооцінки і залучення до процесу управління якістю самого вищого технічного навчального закладу.

У Фінляндії процес управління якістю освіти все більше зсувається у бік повної відповідальності вищих технічних навчальних закладів за регуляцію власної діяльності, за якої уряд відіграє допоміжну роль.

В Іспанії на основі експериментів, що проводилися протягом декількох років, в 1990-і рр., розпочато застосування системи управління якістю, що базується на самооцінці, де особлива увага приділяється аналізу освітнього процесу, організації управління на рівні університету.

Безсумнівно, найбільший розвиток система самооцінки університетів отримала у США. Це пов'язано, по-перше, з тим, що у США система освіти відрізняється тісним зв'язком з великими корпораціями і малими фірмами, частина яких породжена самою вищою школою. Тому більше половини вищих технічних навчальних закладів США є приватними корпораціями, відповідальність за які покладена на піклувальників. Приватному сектору належать багато відомих вузів (Гарвардський, Стенфордський, Єльський, Чиказький). Вони мають значні пожертви, користуються чудовою репутацією. Плата в них становить 20 тис. дол зі студента на рік. По-друге, сама система вищої освіти в США є найбільш децентралізованою. На відміну від країн, де є Міністерство освіти або аналогічні структури, американська вища освіта контролюється переважно самими вищими технічними навчальними закладами. Департамент освіти в США ніколи не мав такого значення, як, наприклад Міністерство освіти в Німеччині. Реальна

© Панасюк Н.Л.

адміністративна і фінансова влада у американських університетах належить опікунським радам (У державних університетах фінанси надає штат). Саме цим опікунським радам адміністрацією штату (де знаходиться університет) доручається здійснювати контроль роботи університету. І хоча в 1990-і рр.., намітилося посилення контролю над університетами з боку адміністрації багатьох американських штатів, особливо щодо ліцензування приватних навчальних та освітніх програм, основою управління якістю та контролю вищої освіти в Америці як і раніше залишається саморегуляція.

Основою американської системи саморегуляції є прагнення поліпшити систему освіти шляхом управління якістю, що проводиться на рівні всього вищого технічного навчального закладу. Існують кілька способів такого управління якістю.

По-перше, управління якістю через акредитацію вищого технічного навчального закладу по регіонах (яких в США шість) спеціальними організаціями, що володіють чітко сформульованими стандартами і вимогами до періодичної самооцінки та оцінки з боку зовнішніх спостерігачів. По-друге, управління якістю через спеціалізовану, побудовану на оцінці професійного рівня акредитацію освітніх програм, яка функціонує так само, як і відповідне управління якістю цих програм всередині вищого технічного навчального закладу, однак організовується професійною спілкою. По-третє, управління якістю освітніх програм, повністю організоване самим університетом і націлене на поліпшення його діяльності, на можливість перерозподілу ресурсів та освітніх пріоритетів.

Такі акредитації за американськими правилами, на підставі внутрішньоуніверситетської самооцінки, сприяють підвищенню якісного рівня діяльності вищих технічних навчальних закладів. Вони стимулюють проведення різноманітних заходів з модернізації змісту освітніх програм, активізації освітнього процесу, широкого використання новітніх технічних засобів навчання.

Крім того, слід зазначити, що важливу роль у США у процесі акредитації програм і спеціальностей вищих технічних навчальних закладів грають професійні громадські асоціації (асоціації медиків, юристів, інженерів тощо).

Ці асоціації мають спеціальні Комісії з вищої освіти, які і проводять процедуру акредитації університетів, що знаходяться на території регіону, крім одного зі своїх головних завдань – підтримання високого престижу професії і компетенції її представників, ці асоціації дуже суворо оцінюють і порівнюють результати діяльності вищих технічних навчальних закладів.

Розглянемо схему управління якістю американського університету на прикладі вимог Асоціації університетів регіону Середніх Штатів. Комісією з вищої освіти Середніх Штатів розроблені і опубліковані два документи: «Загальна схема для оцінки результатів» (2-е вид., 1996 р.); «Параметри успішності у вищій освіті та стандарти акредитації» (1994 р.).

На основі цих документів регіональної Асоціації і відбувається підготовка університетів до акредитації. Дані документи не являють собою конкретної регламентованої програми оцінки університету. Навпаки, принципова специфіка акредитації по-американськи полягає в тому, що, незважаючи на стандартність самої процедури акредитації, Асоціація з вищої освіти залишає за кожним університетом і коледжем виключне право визначати оптимальну стратегію і способи її проведення.

Кожен американський вищий технічний навчальний заклад, який планує управління якістю та акредитацію, повинен розробити свою концептуальну схему, свою стратегію і програму управління якістю, свою методику і план її реалізації відповідно до власної місії, цілей і університетських ресурсів.

При цьому, в будь-якому випадку: застосовується вузом власна чи запозичена стратегія і методика управління якістю – цей процес має бути спільною працею викладачів, адміністрації університету та студентів. Згідно з американськими стандартами акредитації, управління якістю застосовується у наступних основних сферах: якість академічних та інших навчальних програм; інституційна (загальноуніверситетська) ефективність; звітність та громадська ясність процесів і процедур.

Управління якістю освіти є, по суті, складовою частиною процесу викладання та отримання знань, воно сприяє проведенню критичного самоаналізу освітнього процесу, заснованого на фактичних даних. Таким чином, недостатньо тільки проводити управління якістю, воно має

© Панасюк Н.Л.

застосовуватися так щоб вищий технічний навчальний заклад і викладачі могли поліпшити реальну якість освіти [10].

Як вказується у американських «Параметрах і стандартах акредитації»: найбільш продуктивне вивчення отриманих результатів має надавати корисну сукупність даних для досліджень і позитивних змін.

Важливо те, що при цьому всіляко підкреслюється роль викладацького складу, який обов'язково повинен бути залучений до процесу поліпшення освіти.

Активність викладацького корпусу як на стадії контролю, так і на стадії наступних новацій і змін є характерною рисою університетів США.

У матеріалах регіональної Асоціації університетів Середніх Штатів наведена схема «петля поліпшення якості викладання», де послідовно замкнуті: «викладання – навчання – контроль – поліпшення – викладання». Цікаво, що Комісія вищих технічних навчальних закладів не виступає за стандартизацію всіх результатів управління якістю і не прагне до застосування механічного підходу у вдосконаленні викладання та навчання.

Однак вищому технічному навчальному закладу потрібно показати, що результати управління якістю були використані в якості основи для постійного самовдосконалення.

Наступний важливий аспект управління якістю – це ефективність університету як організації. Тоді як викладання і наукова робота – це те, що робить вищий технічний навчальний заклад, інституційна ефективність – це те, чого вищий технічний навчальний заклад насправді добивається. І чим більше у процесі управління якістю мається доказів відповідності організаційних результатів поставленим цілям, тим більше очевидна інституціональна ефективність, тим більш ймовірне отримання або підтвердження акредитації університетом.

Процес акредитації в цьому випадку може розглядатися як спроба домогтися бажаних результатів, а управління якістю при цьому – як отримання інформації, що дозволяє визначити, де необхідні поліпшення.

Таким чином, інституціональна ефективність припускає обов'язкове формулювання місії, мети і завдань університету, які викладачами та персоналом переносяться в освітні програми. Визначення місії і завдань університету є відправною точкою для виявлення його інституційної ефективності. З іншого боку, будь-яке формулювання місії і мети повинно бути трансформоване у форму короткострокових і довгострокових планів. За відсутності таких планів оцінка інституційної ефективності університету проблематична.

Однак результативність управління якістю залежить не тільки від його загальної схеми і деталізованої стратегії та програми. Самі методи збору і оцінки результатів вищого технічного навчального закладу мають бути адекватними.

Збір відповідних даних про результати діяльності вищого технічного навчального закладу – це складна робота, пов'язана з проблемами вимірювання.

Навіть, якщо позитивне зростання відбувається, то кількісні та якісні методи можуть не завжди бути адекватними, щоб виміряти ці зміни і розвиток. Так, багато американських вищих технічних навчальних закладів дійшли висновку, що довгострокові багатовимірні дослідження дають більший ефект, ніж одноразові одномірні дослідження.

Тому опитування думок, інтерв'ю студентів, оцінка роботи викладачів, успішність студентів за результатами тестів, періодичні огляди навчальних програм, вивчення діяльності випускників, оцінені з часом – все це є важливими засобами отримання корисної інформації та зворотного зв'язку.

Важливо відзначити, що особливе значення в університетах США надається залученню викладачів до управління якістю. Ініціатором цього може бути ректор, проректор, декан, але викладачі повинні бути в центрі управління якістю університету.

В ідеалі процес управління якістю виростає з партнерства між адміністрацією та викладацьким складом. Участь викладачів в управлінні якістю необхідна, в тому числі і для того, щоб вони могли зберігати прихильність до результатів перевірки і прагнули у результаті до реалізації позитивних змін.

Слід зазначити, що викладачі не можуть незалежно управляти якістю вищого технічного навчального закладу.

© Панасюк Н.Л.

Для цього необхідна сильна адміністративна підтримка – адміністратори повинні працювати разом з викладачами. Щоб стимулювати інтерес викладачів до управління якістю, адміністратори повинні поважати зобов'язання викладачів за часом, враховувати їх пріоритети і системи цінностей.

Може виникнути ситуація, коли підходи до управління якістю, прийнятні для одного викладача, можуть виявитися неприйнятними для іншого. Так само як, втім, і підходи до управління якістю одного вищого технічного навчального закладу можуть не підійти до іншого [2].

Але все це, з точки зору американських Комітетів з вищої освіти, нормальне явище, яке слід не відкидати, а враховувати.

При цьому підкреслимо, що в більшості американських вищих технічних навчальних закладів є спеціальні відділи з управління якістю, які проводять централізований збір інформації, що задають напрямок і координуючі загальну діяльність. Але в кожному разі, за американськими поняттями, кожен вищий технічний навчальний заклад повинен знайти власний підхід, щоб забезпечити ефективне здійснення оцінки за участю викладачів. Починати ж, відповідно до найпростіших практичних методів, треба з того, що є, і вже на цій основі створювати щось нове.

Підводячи підсумок, можна зробити висновок про те, що важливим аспектом оцінювання у вищих технічних навчальних закладах США є розуміння того, що управління якістю – це основа для постійного самовдосконалення. В ідеальних умовах управління якістю є частиною щоденної діяльності, підтримується адміністрацією, служить підставою для внутрішньоуніверситетських реформ, розглядається викладачами як професійний обов'язок.

Проведений аналіз зарубіжного досвіду акредитації вищого технічного навчального закладу показує, що перелік індикаторів (показників), які визначаються органом акредитації, містить, як правило, до 10 – 16 великих показників. Ці індикатори (показники) зазвичай групуються на три групи: показники умов здійснення освітньої діяльності (концепція вищого технічного навчального закладу, кадри, освітні ресурси, фінансова спроможність); показники процесу (управління навчальним закладом, зміст освітніх програм, соціальна інфраструктура, механізм гарантії якості освіти і т. д.); показники результату (якість підготовки бакалаврів, магістрів і т.д., рівень їх працевлаштування, ефективність науково-дослідної та науково-методичної діяльності).

Аналіз зарубіжного досвіду дозволив сформулювати такі основоположні принципи, необхідні для управління якістю у вищих технічних навчальних закладах.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Управління якістю повинно бути багаторівневим, а головним компонентом його мають стати освіта і розвиток студентів. Даний принцип передбачає використання різних методів для визначення якості освіти (тести, анкетування і т.п.). Програми з управління якістю повинні включати дослідження та аналіз результатів. Результати повинні бути інтерпретовані, проаналізовані та збережені. Так, управління якістю принесе користь і в майбутньому, коли будуть порівняні різні за часом результати. Програми з управління якістю повинні бути реалістичні. Очевидно, що управління якістю має починатися з реалістичних очікувань у плані здійснення намічених цілей.

Отже, світові тенденції розвитку управлінських процесів у напрямі підвищення ефективності діяльності вищих технічних начальних закладах, цілі освітніх організацій відповідають її ресурсам. В оцінці максимально використовуються існуючі дані досліджень. Результати оцінювання приносять плоди, що виправдовують витрати освітньої організації на неї. Основний прибуток від результатів управління якістю в тому, що вона представляє інформацію, яка в інших випадках недоступна, але необхідна для прийняття рішень. Порівняльний огляд систем оцінки вищої освіти за низкою країн показує, що є різні підходи до того, яким чином і на яких підставах вести оцінку діяльності вищих технічних навчальних закладів.

1. Автоматизация административно-финансовой деятельности вуза / Н. В. Нечипорук, В. А. Кисиль, О. А. Пищухина та ін.. – Харьков : ХАИ, 2000. – 71 с.
2. Боголіб Т.М. Роль освіти і науки у постіндустріальному розвитку України: Монографія / Т. М. Боголіб //. – Київ: Корпорація, 2010 – 408 с.
3. Будак В. Д. Якість педагогічної освіти – майбутнє Украіїн / В. Д. Будак // Технології неперервної освіти: проблеми, досвід, перспективи розитку: збірник статей до традиційної IV Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Миколаїв: Вид-во МФ НаУКМА, 2002. – С. 3–6.

© Панасюк Н.Л.

4. Википедия: Свободная знциклопедия [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http:// www.wikipedia.org./ wiki/Аудит.
5. Воронов М. В. Модель оценки уровня информатизации процессов обучения в вузе / М. В. Воронов // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2009. – № 6. – С. 4–15.
6. Давыдов В. В. Теория развивающего обучения / В. В. Давыдов. – М.: ИНТОР, 1996. – 544 с.
7. Джантіміров А. Ю. Багаторівнева підготовка інженерно-педагогічних кадрів для професійно-технічних навчальних закладів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.04 "Теорія і методика професійної освіти" / А. Ю. Джантіміров. – Київ, 2007. – 20 с.
8. Закон України «Про концепцію Загальнодержавної програми адаптації законодавства Європейського Союзу» від 21.11.2002 р. / Відомості Верховної Ради України. − 2003. − № 3. − С. 1210.
9. Захарова И. В. Маркетинг образовательных услуг / И. В. Захарова / – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 170 с.
10. Звонников В. И. Контроль качества обучения при аттестации: компетентностный подход: учеб. пособие / В. И. Звонников, М. Б. Челышкова. – М.: Университетская книга; Логос, 2009. – 272 с.
11. Зязюн І. А. Концептуальні засади теорії освіти в Україні / І. А. Зязюн // Педагогіка і психологія професійної освіти. – 2000. – № 1. – С. 11 – 24.
12. Івахненков С.В. Автоматизація аудиту в Україні та світі: підходи і програмне забезпечення /С.В. Івахненков / Аудитор України. – 2007. – №3. – С. 19 – 24.

© Панасюк Н.Л.

УДК 371. 136
Ткачук Н.М. к.п.н.
Волинський інститут післядипломної педагогічної освіти

СТРУКТУРА ПРОФЕСІЙНОЇ ГОТОВНОСТІ ВЧИТЕЛЯ ПРОФІЛЬНОЇ ШКОЛИ: ТЕОРЕТИЧНИЙ АСПЕКТ

Ткачук Н. М. Структура професійної готовності вчителя профільної школи: теоретичний аспект. Запропоновано структуру професійної готовності вчителя профільної школи, охарактеризовано основні її компоненти. Обґрунтовано актуальність перегляду підготовки педагогів до реалізації завдань профільної диференціації в системі післядипломної освіти.
Ключові слова: профільне навчання, диференціація, компетентнісний підхід, готовність учителя, післядипломна педагогічна освіта.

Ткачук Н. М. Структура профессиональной готовности учителя профильной школы: теоретический аспект. Предложено структуру профессиональной готовности учителя профильной школы, охарактеризовано основные ее компоненты. Обосновано актуальность пересмотра подготовки педагогов к реализации заданий профильной дифференциации в системе последипломного образования.
Ключевые слова: профильное обучения, дифференциация, компетентносной подход, готовность учителя, последипломное педагогическое образование.

Tkachuk N. M. Professional Readiness of Profession-Oriented School Teachers: Theoretical Aspect.
The structure of professional readiness of profession-oriented school teachers is offered, its main components are characterized. Actuality of teachers training for problems of profession-oriented differentiation in postgraduate education is proved.
Key words: profession-oriented education, differentiation, competence approach, teacher readiness, postgraduate pedagogical education.

Постановка наукової проблеми. В умовах становлення й розвитку високотехнологічного інформаційного суспільства в Україні виникає потреба в підвищенні якості освіти та пріоритетності профільної освіти зокрема. В. Кремень наголошує, що головний вимір якісної освіти полягає в її можливості забезпечити розвиток особистості, здатної на відповіді, адекватні викликам часу. Уточнює: «Якісна освіта – людиноцентрична освіта, яка враховує сутнісні індивідуальні характеристики, розкриває та розвиває задатки і обдарування кожної дитини і на цій основі забезпечує максимальну реалізацію її потенціалу, формує професійно компетентну й кваліфікаційно конкурентну особистість» [5, с. 6]. З огляду на ці позиції профільне навчання можна розглядати як дієву форму практичного впровадження ідеї людиноцентризму, умову формування цілісної творчої індивідуальності, яка знає свої можливості й прагне максимально їх реалізувати, як шлях забезпечення якісної освіти на етапі старшої школи. Однак, становище, що склалося нині у вітчизняній освіті, доволі своєрідне: залишається чинним Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти, ухвалений у 2004 р.; чинними є старі концепції організації профільного навчання; наявні проблеми у впровадженні провідних ідей і підходів нового стандарту, зокрема компетентнісного, діяльнісного, особистісно зоорієнтованого, у можливості розширення свободи вибору учнями вибору рівня опанування змісту освіти тощо [7]. Серед проблем виділяється питання готовності педагогів до діяльності в умовах профільного навчання, їх здатності формувати у старшокласників життєво важливі ключові компетентності. Тож орієнтація на новий освітній стандарт, проект Концепції профільного навчання, врахування практичного досвіду реалізації ідеї старшої профільної школи дають підстави для переосмислення ролі педагога як головного елемента освітнього середовища профільної школи, а також пошуку ефективних шляхів формування професійної готовності вчителя як системи сукупних компетенцій та компетентностей.

Аналіз досліджень. Передусім зазначимо, що реалізація профільного навчання у старшій школі зумовила дослідження широкого кола проблем. Зокрема, концептуальні засади профільного навчання в загальноосвітній школі представленні у працях Н. Бібік, І. Лернера, О. Ляшенка, Ю. Мальованого, М. Піддячого, О. Савченко та ін.; психологічні аспекти профільного навчання досліджували П. Перепелиця, В Рибалка, С. Максименко та ін.

У наукових роботах Н. Василенко, І. Жерносека, Л. Липової, В. Олійника, Л. Покроєвої, О. Пометун, І. Сотніченко, Е. Соф'янца, Н. Шиян та ін. доведено актуальність підготовки вчителів до професійної діяльності в умовах профільної диференціації.

Утім питання структури професійної готовності вчителя профільної школи залишається недостатньо дослідженим.

© Ткачук Н.М

Формулювання цілей статті. Мета статті полягає у визначенні структури професійної готовності вчителя профільної школи для пошуку та обґрунтування раціональних шляхів та моделей підготовки педагогів в системі післядипломної освіти.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Зміст, мета профільної диференціації зумовлюють перегляд розуміння нормативно заданої функціональної визначеності учителя, обґрунтовують доцільність оцінки рівня професійної готовності педагогів до професійної діяльності на етапі старшої школи. О. Ляшенко, Ю. Мальований зазначають: «Основною функцією профільного навчання є якомога повніше задоволення й розвиток пізнавальних інтересів, нахилів і здібностей старшокласників, їхніх освітніх потреб, зумовлених дальшими життєвими планами та орієнтацією на можливу майбутню професію, продовження навчання» [7, с. 31]. Наріжним принципом такого навчання вчені визначають свободу вибору, який передбачає посилення *демократизації* (надання учневі можливості обирати спрямованість навчання, форму, навчальний заклад), *децентралізації* (надання школі можливість формувати навчальний план, добирати зміст варіативного складника відповідно до профілю; вільний вибір учителями моделі вивчення базових предметів) та *індивідуалізації* (вибір учнем рівня вивчення навчального предмета та варіативного складника відповідно до освітніх запитів та потреб) [7].

Очевидно, що впровадження цих засадничих принципів є серйозним викликом для педагогічних колективів, а безпосередня реалізація профільного навчання в старшій школі вимагає сьогодні учителя нової формації, професіонала, майстра педагогічної справи.

Н. Василенко уточнює, що учитель зобов'язаний бути не просто фахівцем високого рівня, відповідного профілю та спеціалізації, а й повинен забезпечувати: варіативність і особистісну орієнтацію освітнього процесу (проектування індивідуальних освітніх траєкторій); практичну орієнтацію освітнього процесу з уведенням інтерактивних, діяльнісних компонентів (використання проектно-дослідницьких і комунікативних методів); завершення профільного самовизначення старшокласників та формування здібностей і компетентностей, необхідних для продовження освіти у відповідній сфері [1, с. 20].

Характеризуючи особистісно-ділові якості учителя профільної школи звернемось до І. Зязюна, який вважав, що професіоналізм учителя виявляється в умінні бачити й формувати педагогічні завдання на основі аналізу педагогічної ситуації і знаходити оптимальні способи їх виконання, тому однією з важливих характеристик педагогічної діяльності є її творчий характер, зумовлений рівнем розвитку педагогічної майстерності як системи компетентностей [4, с. 23].

Варто визнати, що ефективність діяльності вчителя профільної школи, можливість прояву рівня його професійної компетентності залежатиме від суб'єктивних, об'єктивних і ресурсних умов.

1. *Суб'єктивні умови:* а) наявність у суб'єкта діяльності яскраво вираженої потреби й стійких мотивів її здійснення, прийняття ним мети й програми дій; б) досвід організації й здійснення діяльності; в) відповідність змісту й характеру діяльності індивідуальним особливостям суб'єкта; г) почуттєво-емоційний психічний і фізичний стан суб'єкта.

2. *Об'єктивні умови:* а) переконлива мотивація, чітка постановка мети, раціональне планування, контроль, об'єктивне оцінювання; б) сприятливий морально-психологічний клімат; в) відповідні стандартам виробничо-побутові й санітарно-гігієнічні умови діяльності.

3. *Ресурсні умови:* а) матеріально-технічне забезпечення діяльності: матеріали, організація робочого місця, приклади; б) інформаційне забезпечення діяльності; в) кадрове забезпечення діяльності: компетентні керівники, організатори, виконавці [4].

Беручи до уваги вище сказане щодо принципів, характеру, умов діяльності педагогів у старшій профільній школі вважаємо доцільним розглянути структуру готовності учителя як важливого елементу визначення шляхів та побудови моделі їх підготовки педагогів у системі післядипломної освіти.

Виокремлюємо чотири компоненти: *мотиваційно-ставленнєвий, когнітивний, операційно-техологічний, інтегративно-коригувальний.* Зупинимося на їх характеристиці компонентнів готовності вчителів та їх критеріальних показниках.

Мотиваційно-ставленнєвий компонент забезпечує спрямованість учителів на реалізацію завдань компетентнісно орієнтованої профільної освіти та відображає почуття відповідальності за результати діяльності в умовах профільного навчання. Цей компонент потрібно розглядати як провідний, оскільки він визначає формування особистісно-ціннісного ставлення вчителя до діяльності в умовах профільного навчання; передбачає наявність у педагогів системи мотивів та позитивних установок, необхідних для формування ключових компетенцій.

© Ткачук Н.М

Н. Гузій зазначає, що продуктивність педагогічної праці поряд із педагогічними здібностями, знаннями, інтелектуальними можливостями, досвідом забезпечується структурою та якісними характеристиками професійної мотивації педагога як логічного центру цілісної системи його особистості і діяльності [2].

Основний зміст мотиваційно-ставленнєвого компонента полягає у мотивації учителя до проектування освітнього процесу профільного навчання з урахуванням його особливостей; у потребі вчителя до розвитку наявних наукових знань про освітній процес профільного навчання, у практичному використанні ідей сучасних підходів, насамперед компетентнісного підходу, для визначення мети освітнього процесу профільного навчання і його проектуванні; позитивному ставленні до означеної діяльності.

В контексті завдань підготовки вчителів до профільного навчання цей компонент передбачає мотиваційну налаштованість на стимулювання саморозвитку, формування позитивного ставлення до діалогової взаємодії з учнями, прагнення до осягнення знань, умінь навичок, які можуть бути потрібні в організації навчально-виховного процесу в профільній школі.

Визначаючи зміст мотиваційно-ставленнєвого компонента, ми виходили з припущення, що досягнення результатів діяльності можливе лише за наявності позитивного ставлення до такої діяльності. Тому, на нашу думку *мотиваційно-ставленнєвий* компонент учителя профільної школи визначається такими критеріальними показниками:

– мотиваційна налаштованість на осмислення теоретичних ідей компотентнісно орієнтованої профільної освіти; прийняття основних цілей і завдань профільного навчання;

– особистісно-ціннісна спрямованість до осмислення значення профільного предмета у формуванні ключових компетентностей учнів;

– установка на переосмислення нових вимог до освітнього процесу і власної професійної діяльності;

– особистісно-ціннісне ставлення до оволодіння культурою спілкування з учнівським колективом; емоційної відкритості під час роботи з учнями в профільному класі.

Когнітивний компонент (знання) є теоретичною основою педагогічної діяльності вчителя. Він передбачає володіння спеціалістом знаннями на методологічному, теоретичному, методичному і технологічному рівнях, які допомагають на практиці створювати систему засобів та прийомів для досягнення мети профільного навчання; забезпечують можливість планувати свою діяльність, оцінювати її результативність.

Когнітивним аспектом готовності вчителя є обізнаність із сутністю профільної диференціації та нормативних документів, що визначають способи її реалізації на сучасному етапі розвитку загальноосвітньої школи. Ефективна діяльність педагога передбачає насамперед усвідомлення ним, що профільна диференціація розглядається не як мета, а як засіб розвитку особистості учня; критерієм її ефективності є успішність його самовияву і самоствердження, відповідність результатів навчання і виховання соціальним запитам [6].

Сформовані знання з фаху мають доповнюватись обізнаністю педагога з основними напрямами змін у змісті профільної дисципліни, які на сьогодні полягають у підвищенні теоретичного рівня навчального матеріалу, збагаченні понятєвого апарату, підвищенні рівня системності того, що вивчається; розкритті методологічних знань, оволодінні методами наукового пізнання; включенні завдань, що потребують дослідницької діяльності і спрямовані на розвиток спеціальних здібностей, творчого мислення учнів профільних класів; спрямованості на професійну орієнтацію й підготовку до здійснення професійної діяльності; встановлення широких міждисциплінарних зв'язків [8].

Питома вага когнітивного компонента полягає у нерозривному зв'язку знань про сутність ключових компетенцій, компетентностей. Діяльність учителя у процесі викладання профільних предметів передбачає насамперед усвідомлення важливості пізнання та дотримання ідей компетентнісної освіти. Реалізація компетентнісного підходу потребує усвідомлення сутності найбільш прийнятних методів та технологій навчання.

Охоплюючи комплекс знань про сутність профільного навчання та особливості педагогічної діяльності, як критеріальні показники означеного компонента можна визначити:

– обізнаність щодо сутності профільної диференціації загалом та змісту документів, що визначають профільність у старшій школі;

– сформованість знань про сутність ключових компетенцій учнів профільної школи;

© Ткачук Н.М

– знання змісту предмета для забезпечення його вивчення як на рівні стандарту так і на профільному рівні;

– обізнаність із методологічними підходами, зокрема ідеями компетентнісного, діяльнісного, особистісно зоорієнтованого, інноваційними педагогічними технологіями.

У структурі готовності вчителя профільної школи чільне місце належить *операційно-технологічному компоненту*, який визначає систему напрямів, способів і прийомів, передбачає володіння методикою педагогічного моделювання навчального процесу.

Профільна диференціація відображає зміну зовнішніх соціальних умов, прогресу науки і техніки, пріоритетів системи цінностей особи і держави. Ця відкритість вимагає від учителя-практика не тільки глибоких знань основ дидактики, а й цілісної системи умінь: проаналізувати потоки нової інформації, оцінити її дидактичний потенціал у реальних умовах, спрогнозувати результат її використання, організувати її практичне втілення. Учителю важливо володіти на високому рівні управлінськими уміннями, аналізувати, планувати, організовувати навчальний процес й оцінювати результати навчальних досягнень учнів, робити рефлексію занять або одного уроку як цілісної системи. Поза сумнівом, головне з цих засобів – уміння вчителя ставити цілі навчального заняття або блоку занять, оскільки саме цілі є системоутворювальним компонентом. Уміння учителя проектувати мету стає найважливішим складником його професіоналізму.

Очевидно, що профільній освіті потрібен педагог, який володіє адекватною диференційованою системою прийомів і методів, що зможуть забезпечити індивідуалізацію процесу навчання. Набувають домінуючого значення такі методи, як самостійне вивчення різних джерел інформації, оглядові і вступні лекції; групова і парна робота; лабораторно-дослідницькі практикуми; семінари, дискусії, творчі зустрічі, ділові ігри; проведення творчих конкурсів, підготовка проектів і їх публічний захист [8].

Перевагою учителя профільної школи має стати здатність створити умови для посилення мотивації в навчанні і допомогти в усвідомленні ролі предмета в житті учня. Такий підхід до проблеми дає змогу створити навчальну ситуацію, у якій кожна дитина буде самостійно діяти, приймати рішення, коригувати власні помилки і цілком вмотивовано та усвідомлено працювати із запропонованим (чи самостійно обраним) навчальним матеріалом. Крім того, важливою у викладанні профільних предметів є організація самостійної, дослідницької та пошукової роботи учнів у класі і в позакласній діяльності.

Отож однією з базових умов формування готовності вчителя до профільного навчання є його ознайомлення з педагогічними технологіями навчання. Технологічність, будучи домінуючою характеристикою професійної діяльності сучасного педагога, означає перехід цієї діяльності на якісно новий ступінь. Якість профільного навчання безпосередньо пов'язана з тим, як і якими технологіями навчання оперує вчитель, наскільки гнучко він може змінювати і поповнювати свій методичний банк залежно від конкретних особливостей учнів. Подібний підхід зумовлює необхідність освоєння і застосування вчителем особистісно орієнтованих технологій, оскільки саме вони ставлять у центр освітньої системи особу дитини, сприяють забезпеченню комфортних безконфліктних і безпечних умов її розвитку, реалізацію її природного потенціалу.

Крім того, педагог повинен уміти співвідносити і застосовувати технології згідно з освітньою ситуацією, де на перший план виходять такі педагогічні якості, як комунікативність і толерантність. О. Пометун вважає, що найважливішого значення в профільній школі набуває організація навчальної діяльності, яка передбачає:

– діалогічність (пояснення – це найчастіше повчання; взаєморозуміння – насамперед спілкування, співпраця);

– співпрацю суб'єктів процесу навчання (важливим є створення умов для набуття спільного досвіду, коли вчитель і учні разом визначають проблему, завдання, проектують спосіб рішення тощо, орієнтуючись на власні реальні потреби, підтримуючи постійну активність та спільну діяльність) [8, с. 6].

Таким чином, *операційно-технологічний компонент готовності вчителя*, на нашу думку, являє собою систему вмінь, які забезпечують здатність:

– здійснювати оптимальний вибір технології, форм та методів навчання;

– володіти методикою інтерактивних технологій навчання;

– володіти методикою організації дослідницької, практико-орієнтованої роботи учнів;

– використовувати методи, що сприяють налагодженню партнерських стосунків в учнівському колективі, взаємодії, ефективній комунікації.

© Ткачук Н.М

Об'єднувальним елементом готовності вчителів до діяльності в умовах профільного навчання є *інтегративно-коригуючий компонент,* який передбачає окреслений конкретний вияв готовності до проектування навчального процесу і здійснення оцінки та корекції своєї діяльності. Цей компонент ми визначали як інтеграційний складник готовності, що забезпечує формування у вчителя на основі особистісно сформованих мотивів, ставлень, знань та вмінь роботи в профільному навчанні вміння відбирати або створювати індивідуально методику.

Реалізується цей компонент через такі процеси, як саморозуміння, самооцінювання, самоінтерпретація. Важливою є рефлексія власної педагогічної діяльності, що полягає в аналізі та усвідомленні професійних успіхів і недоліків, особистісних досягнень, здатності до корекції педагогічного процесу, пошуку нового, виокремленні особистісних новоутворень, які б слугували засобами більш досконалих процесів на якісно новому рівні.

І. Дичківська підкреслює, що джерелом рефлексії є система усвідомлених педагогом професійних суперечностей, тому в навчально-професійній діяльності важливо створювати ситуації, які б актуалізували рефлексивну позицію педагога, формували його позитивне самосприйняття, стимулювали процеси самоствердження [3, с. 288].

Коректування компонентів у структурі готовності, що відповідає новим умовам, є функцією цього компонента і полягає у наявності стійкої мотивації професійного зростання; у розумінні потреби оновлювати професійні знання й удосконалювати педагогічні уміння; у наявності бажання переносити здобуті знання в нові умови педагогічної діяльності; у прагненні творчо вирішувати педагогічні завдання; в умінні адекватно оцінювати результати своєї професійної діяльності з урахуванням умов їх отримання.

Тому, на нашу думку, *інтегративно-коригуючий компонент визначається* здатністю вчителя до:

– побудови цілісної освітньої програми, яка б враховувала індивідуальний підхід до учнів, освітні стандарти та педагогічні орієнтири профільної освіти;

– визначення напрямів подальшого професійного розвитку відповідно до цілей і завдань компетентнісно орієнтованої профільної освіти;

– системного самоаналізу і самоконтролю, самоактуалізації.

Отже, мотиваційно-ставленнєвий, когнітивний, операційно-технологічний та інтегративно-коригуючий компоненти в сукупності репрезентують структуру готовності учителя до діяльності в умовах профільної школи. Ці компоненти виявляють себе не ізольовано, а в різних поєднаннях і взаємозв'язках.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Упровадження профільного навчання потребує значних змін у підготовці педагогів. Визначенні концептуальні засади профільної диференціації спонукають до інноваційного реформування післядипломної педагогічної освіти, місія якої полягає, насамперед, в швидкому реагуванні на виклики та перспективи розвитку шкільної освіти.

Розглянуті підходи щодо структури професійної готовності педагогів до діяльності в профільній школі, на думку автора, сприяють конструюванню моделі підготовки учителів в системі післядипломної педагогічної освіти.

1. Василенко Н. Організація профільного навчання в середній школі / Н. Василенко // Директор школи. – 2010. – № 21. – С. 15–24.
2. Гузій Н. В. Основи педагогічного професіоналізму : навч. посіб. / Н. В. Гузій. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2004. – 155 с.
3. Дичківська І. М. Інноваційні педагогічні технології : навч. посіб. / І. М. Дичківська. – К. : Академвидав, 2004. – 352 с.
4. Зязюн І. А. Система сукупних компетенцій і компетентностей у структурі педагогічної діяльності й дії вчителя / І. А. Зязюн // Педагогіка і психологія. – 2014. – № 3 (84). – С.18–27
5. Кремень В. Г. Проблеми якості української освіти в контексті сучасних цивілізаційних змін / В. Г. Кремень // Педагогіка і психологія. – 2014. – № 4 (85). – С.5–11
6. Липова Л. Диференціація як провідний принцип допрофільної підготовки учнів основної школи / Л. Липова, М. Воцехівський, П. Замаскіна // Рідна школа. – 2011. – № 1–2. – С. 56–60.
7. Ляшенко О. І., Мальований Ю. І. Профільне навчання: концептуальні підходи до реалізації в українській школі // Педагогіка і психологія. – 2014. – № 4 (85). – С.36–44
8. Пометун О. Старша школа: проблеми формування змісту і організації навчальної діяльності учнів / О. Пометун // Рідна школа. – 2011. – № 9. – С. 3–7.

© Ткачук Н.М

УДК 004.925
Устенко С.А., Березка В.В.
Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

ПОБУДОВА ЗІРЧАСТОГО ПОЛІГОНУ ТА ЙОГО ТРІАНГУЛЯЦІЯ (ДЛЯ СТУДЕНТІВ МАТЕМАТИЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ)

Устенко С.А., Березка В.В. Побудова зірчастого полігону та його тріангуляція (для студентів математичних спеціальностей). У статті розглядається питання побудови зірчастого полігону та його тріангуляція без розробки програмного забезпечення – з використанням табличного процесора Microsoft Excel. Потреба в цьому виникає при проведенні практичних занять з дисципліни "Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка" для студентів, що не володіють достатніми навичками створення програмного забезпечення, зокрема, математичних спеціальностей.
Ключові слова: зірчастий полігон, тріангуляція, табличний процесор, обчислювальна геометрія, комп'ютерна графіка.

Устенко С.А., Березка В.В. Построение звездчатого полигона и его триангуляция (для студентов математических специальностей). В статье рассматривается вопрос построения звездчатого полигона и его триангуляция без разработки программного обеспечения – с использованием табличного процессора Microsoft Excel. Необходимость в этом возникает при проведении практических занятий по дисциплине "Вычислительная геометрия и компьютерная графика" для студентов, не обладающих достаточными навыками создания программного обеспечения, в частности, математических специальностей.
Ключевые слова: звездчатый полигон, триангуляция, табличный процессор, вычислительная геометрия, компьютерная графика.

Ustenko S.A., Berezka V.V. Building the star-shaped polygon and its triangulation (for students of mathematical specialties). The article discusses the construction of the star-shaped polygon and its triangulation without software development – using spreadsheet Microsoft Excel. This need for the practical training in the discipline "Computational geometry and computer graphics" for students who do not have sufficient skills to create software, in particular, mathematical specialties.
Keywords: star-shaped polygon, triangulation, spreadsheet, computational geometry, computer graphics.
Fig. 6. References 10.

Постановка проблеми. Обчислювальна геометрія розглядає алгоритми для розв'язання геометричних задач, до яких відносяться: побудова опуклої оболонки, визначення належності одного об'єкта іншому, пошук їх перетину, тріангуляція тощо. Вона має широке коло застосувань: робототехніка, розпізнавання образів, проектування великих інтегральних схем, бази даних, машинна графіка, розкрій матеріалів тощо. Популярність обчислювальної геометрії безпосередньо пов'язана з візуалізацією обчислень і, як наслідок, зі зручністю геометричної інтерпретації необов'язково геометричних об'єктів.

Обчислювальну геометрію та комп'ютерну графіку пов'язують задачі, в яких розглядаються геометричні об'єкти та методи їх обробки. Деякі методи обчислювальної геометрії були мотивовані і плідно використані в комп'ютерній графіці, наприклад, задача видалення невидимих поверхонь, яка успішно вирішується точними методами обчислювальної геометрії [7].

Дисципліна "Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка" в Миколаївському національному університеті імені В.О. Сухомлинського вивчається на багатьох спеціальностях механіко-математичного факультету, але не всі вони передбачають надбання студентами навичок програмування, достатніх для реалізації алгоритмів дисципліни. Тому розробка підходів до практичного застосування методів обчислювальної геометрії та комп'ютерної графіки в доступній формі є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних джерел показав, що різноманітні методи обчислювальної геометрії та комп'ютерної графіки, що розглядаються при вивченні дисципліни, пропонується реалізувати мовами програмування високого рівня, для чого наводяться або власні бібліотеки, або такі графічні бібліотеки, як OpenGL [3, 5, 8-10].

Літератури, що пропонувала б практичну реалізацію алгоритмів обчислювальної геометрії та комп'ютерної графіки для студентів, що не володіють в достатній мірі навичкам програмування, знайдено не було.

Метою дослідження є розробка підходу до побудови зірчастого полігону та його тріангуляції – однієї із задач обчислювальної геометрії та комп'ютерної графіки [2, 4] – за допомогою табличного процесора Microsoft Excel [1].

Основні результати дослідження. Розглянемо деякі визначення із роботи [5]. Полігоном

© Устенко С.А., Березка В.В.

називається замкнута ламана на площині. Найпростішим полігоном є трикутник. Точки, через які проходить ламана, називаються вершинами полігону. Скінчений набір точок на площині може бути різними способами з'єднаний відрізками прямих (ребрами) для отримання полігону.

Набір точок всередині полігону, із яких можна побачити всі вершини полігону (при умові, що ребра представляють собою непрозорі стіни) називається ядром полігону (рис. 1).

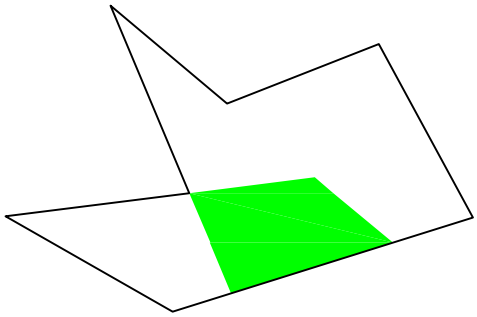


Рис. 1. **Ядро полігону**
розроблено за [5]

В цій роботі наведено один із способів з'єднання вершин, в результаті якого буде отримано зірчастий полігон – ядро полігону не пусте.

Для набору довільних точок $p_1, p_2, \ldots, p_n$ існує декілька способів побудови полігону. Будемо з'єднувати їх послідовно починаючи з лівої нижньої точки, тобто точки з мінімальною абсцисою (якщо їх декілька, то обираємо з мінімальною ординатою). Вибрана точка q буде початковим полігоном – однокутником і буде належати ядру полігона.

Наступним кроком є додавання інших точок в такій послідовності, щоб отримати зірчастий полігон. Для цього потрібно відсортувати точки в порядку зростання або спадання полярного кута відносно початкової точки. Кут можна знайти за допомогою такого виразу:

$$\varphi_i = \arctan\frac{y_{p_i} - y_q}{x_{p_i} - x_q}, \tag{1}$$

де i – номери точок набору (крім номера початкової точки).

Для спрощення обчислень будемо знаходити косинус кута між одиничним вертикальним вектором (ортом) $\vec{j}$, що починається в точці q та вектором $\overrightarrow{qp_i}$ (рис. 2). Це обумовлено тим, що кут в даному випадку буде змінюватись від 0 до π, а відповідний косинус – від 1 до –1. Таким чином, можна не обчислювати кут, а достатньо відсортувати косинуси кута в порядку спадання.

Косинус кута знайдемо з визначення скалярного добутку векторів:

$$\cos\varphi_i = \frac{\overrightarrow{qp_i} \cdot \vec{j}}{\left|\overrightarrow{qp_i}\right| \cdot \left|\vec{j}\right|}. \tag{2}$$

Оскільки добуток вектора на орт $\vec{j}$ дорівнює його проекції на ось ординат, а довжина орта дорівнює 1, то отримуємо таку формулу:

$$\cos\varphi_i = \frac{y_{p_i} - y_q}{\sqrt{\left(x_{p_i} - x_q\right)^2 + \left(y_{p_i} - y_q\right)^2}}. \tag{3}$$

© Устенко С.А., Березка В.В.

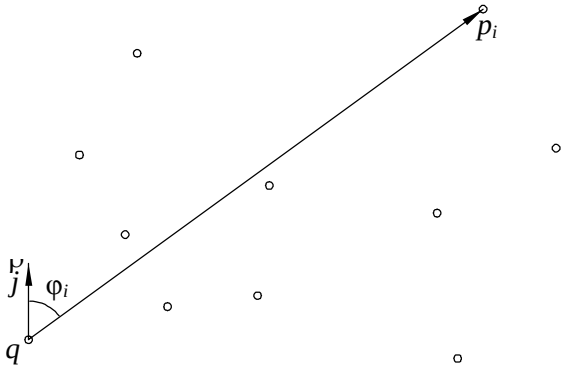


Рис. 2. **Кут між векторами**
авторська розробка

Отже, побудову зірчастого полігону в табличному процесорі Microsoft Excel можна звести до наступної послідовності дій:

1. Ввести потрібні значення координат *x* і *y* точок, наприклад в діапазон `A3:B16`, табличного процесора.
2. Відсортувати значення за спаданням за двома критеріями: за абсцисою та за ординатою. Остання точка буде початковим полігоном *q*.
3. В наступних двох стовбцях обчислюються проекції векторів $\overrightarrow{qp_i}$. Для цього у комірку `C3` потрібно ввести формулу `= A3 – A$16`, а потім скопіювати її на діапазон `C3:D15`.
4. В стовпчику `E` обчислюється довжина вектора $\overrightarrow{qp_i}$ – в комірку `E3` вводиться формула `=КОРЕНЬ(C3^2+D3^2)` і копіюється на діапазон `E3:E15`.
5. Результат обчислення косинуса кута між векторами $\vec{j}$ і $\overrightarrow{qp_i}$ заноситься в стовпчик `F` – в `F3` вводиться формула `=D3/E3` і копіюється на діапазон `F3:F15` (рис. 3).

	A	B	C	D	E	F
1	P		Проекції		Довжина	Косинус
2	x	y	dx	dy		
3	7,9	38,3	57,9	28,3	64,406	0,439401
4	20,0	1,3	70,0	-8,7	70,539	-0,123426
5	27,8	25,1	77,8	15,1	79,252	0,190532
6	26,7	-26,8	76,7	-36,8	85,078	-0,432551
7	16,8	-13,8	66,8	-23,8	70,898	-0,335404
8	-31,2	-14,4	18,8	-24,4	30,803	-0,792141
9	6,8	45,8	56,8	35,8	67,179	0,533146
10	34,1	6,6	84,1	-3,4	84,141	-0,040446
11	37,4	-17,3	87,4	-27,3	91,586	-0,297537
12	8,6	-25,5	58,6	-35,5	68,527	-0,517636
13	19,3	-2,3	69,3	-12,3	70,380	-0,174484
14	40,4	43,3	90,4	33,3	96,297	0,345805
15	-26,6	40,8	23,4	30,8	38,681	0,796262
16	-50,0	10,0				

Рис. 3. **Знаходження косинусів кутів**
авторська розробка

6. Копіюються координати точок і косинуси кутів φ_i із діапазонів `A3:B15` і `F3:F15`. До діапазону `H3:J15` вставляються тільки значення (без формул) скопійованих даних.
7. Отримані дані сортуються за останнім стовбцем (`J`) в порядку спадання.
8. Початкова точка *q* полігону вставляється попереду діапазону та в його кінці (рис. 4).
9. Для діапазону `H2:I16` будується зірчастий полігон (рис. 5) за допомогою точкової діаграми табличного процесора.

Широко розповсюдженою задачею обчислювальної геометрії є тріангуляція. Вона часто використовується для зведення розв'язку різних задач (перетину, відсікання, видалення невидимих ліній тощо) в області, що має складну конфігурацію, до сукупності задач, що

© Устенко С.А., Березка В.В.

розв'язуються в області найпростішого полігону – трикутника, оскільки він завжди є опуклим, а в цьому випадку задачі розв'язуються значно простіше.

При аналізі складних криволінійних поверхонь їх можна апроксимувати сіткою трикутників, для яких значно простіше розв'язуються задачі візуалізації.

	G	H	I	J
1				
2		-50,0	10,0	
3		-26,6	40,8	0,796262
4		6,8	45,8	0,533146
5		7,9	38,3	0,439401
6		40,4	43,3	0,345805
7		27,8	25,1	0,190532
8		34,1	6,6	-0,04045
9		20,0	1,3	-0,12343
10		19,3	-2,3	-0,17448
11		37,4	-17,3	-0,29754
12		16,8	-13,8	-0,3354
13		26,7	-26,8	-0,43255
14		8,6	-25,5	-0,51764
15		-31,2	-14,4	-0,79214
16		-50,0	10,0	

Рис. 4. **Додавання початкової точки**
авторська розробка

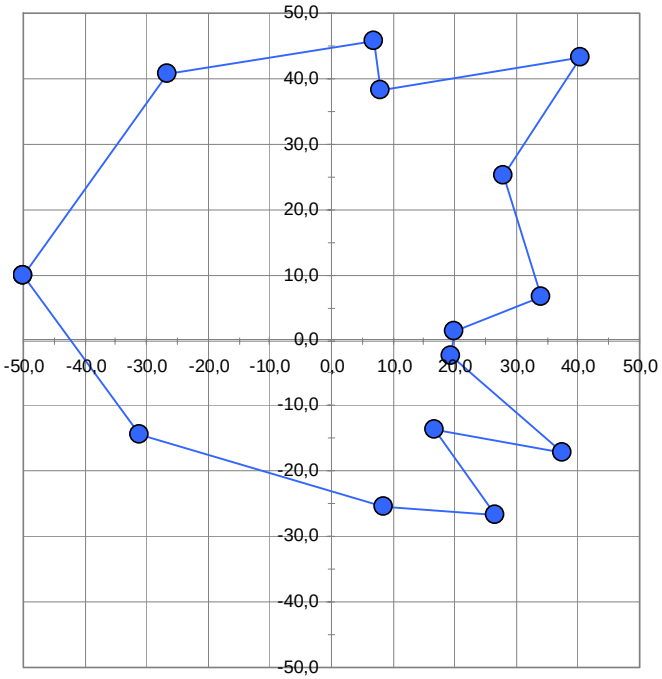


Рис. 5. **Зірчастий полігон**
авторська розробка

Тріангуляція – це операція розрізнення простих полігонів на трикутники за допомогою неперетинних діагоналей [6].

Для зірчастого полігону тріангуляція відбувається достатньо просто – треба з'єднати початкову точку полігону q з усіма (не сусідніми) вершинами. Така тріангуляція називається листковою.

Тріангуляція зірчастого полігону наведеного на рис. 5 показана на рис. 6.

Таким чином, отримано алгоритм побудови зірчастого полігону та його тріангуляції, який можна використати в табличному процесорі Microsoft Excel.

© Устенко С.А., Березка В.В.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Розглянута задача досить просто розв'язується якщо мати достатній рівень навичок з розробки програмного забезпечення. У зв'язку з недостатнім рівнем знань студентів математичних спеціальностей у цій галузі під час розв'язання задач з обчислювальної геометрії та комп'ютерної графіки було створено новий підхід до вирішення таких задач – за допомогою табличного процесора Microsoft Excel.

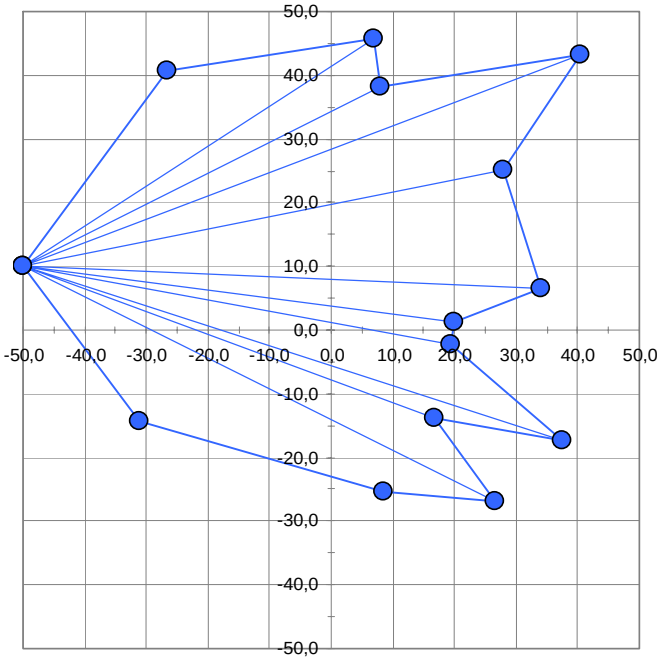


Рис. 6. **Тріангуляція зірчастого полігону**
авторська розробка

В подальшому планується створити аналогічні підходи до розв'язання основних задач обчислювальної геометрії та комп'ютерної графіки і оформити їх у вигляді методичних рекомендації до виконання лабораторних робіт.

1. Веденеева Е.А. Функции и формулы Excel 2007. Библиотека пользователя / Е.А. Веденеева. – СПб.: Питер, 2008. – 384 с.
2. Веселовська Г.В. Основи комп'ютерної графіки: навч. посіб. / Г.В. Веселовська, В.Є. Ходаков, В.М. Веселовський ; ред. В.Є. Ходаков. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 392 с.
3. Гардан П. Машинная графика и автоматизация конструирования / П. Гардан, М. Люка. – М.: Мир, 1987. – 272 с.
4. Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование / Н.Н. Голованов. – М.: Издательство Физико-математической литературы, 2002. – 472 с.
5. Ласло М. Вычислительная геометрия и компьютерная графика на C++ / М. Ласло; пер. с англ. – М.: "Издательство БИНОМ", 1997. – 304 с.
6. Маценко В.Г. Комп'ютерна графіка: навч. посіб. / В.Г. Маценко. – Чернівці: Рута, 2009 – 343 с.
7. Препарата Ф. Вычислительная геометрия: Введение / Ф. Препарата, М. Шеймос; пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 478 с.
8. Роджерс Д. Математические основы машинной графики / Д. Роджерс, Дж. Адамс. – М.: Машиностроение, 1980. – 239 с.
9. Тихомиров Ю. Программирование трехмерной графики / Ю. Тихомиров. – СПб.: BHV-Санкт-Петербург, 1998. – 246 с.
10. Ammeral L. Programming Principles in Computer Graphics / L. Ammeral. – New York: John Wiley and Sons, 1992. – 233 p.

© Устенко С.А., Березка В.В.