

УДК 378.14:[51:004]

**ВХІДНИЙ КОНТРОЛЬ У ТЕХНІЧНОМУ ВНЗ  
ЯК ЗАСІБ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ СФОРМОВАНОСТІ  
МАТЕМАТИЧНИХ ВМІНЬ**

*О. Г. Євсєєва,*

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,*

*Донецький національний технічний університет, Донецьк, УКРАЇНА*

**Анотація:** Розглянуто різні підходи к визначенню поняття контролю в навчальному процесі. Описано нульову контрольну роботу з математики, що розроблена на засадах діяльнісного підходу для вищих технічних навчальних закладів. Наведено критерії оцінювання рівня сформованості вмінь та аналіз результатів нульової контрольної роботи. Надано рекомендації щодо коректування змісту навчання вищої математики у першому навчальному семестрі.

**Ключові слова:** навчання математики на засадах діяльнісного підходу, нульова контрольна робота, рівень сформованості вмінь.

**Постановка проблеми.** Якісна математична складова вищої інженерної освіти є необхідною умовою професіоналізму випускника технічного університету, який повинен володіти методами математичного моделювання, оптимізації, прогнозування, кількісного і якісного аналізу, збору і обробки інформації. Ураховуючи вимоги сьогодення і перспективи розвитку вищої освіти, навчання вищої математики студентів технічних спеціальностей має вийти на новий якісний рівень.

Досягти цього можливо, якщо навчання математики у вищій технічній школі буде здійснюватися на засадах діяльнісного підходу. Таке навчання є альтернативою традиційному навчанню, яке Б. Ц. Бадмаєв назвав знанієвим [3, с. 36]. Деякі положення діяльнісного навчання розроблені в роботах Б. Ц. Бадмаєва, П. Я. Гальперіна, Ю. І. Машбиця, З. О. Решетової, Н. Ф.Тализіної та ін. В завершеному вигляді теорія діяльнісного навчання сформульована Г. О. Атановим [1, 2, 9].

Одним із факторів ефективного навчання вищої математики виступає забезпечення належного контролю його результатів. Однак, панування в навчанні традиційної педагогічної знаньової парадигми визначило існуючу практику контролю. І хоча повсюдно декларується, що проводиться контроль знань, умінь і навичок, як правило, контролюються тільки знання, а по суті справи, просто пам'ять.

Діяльнісне навчання передбачає, що контролюватися повинні *результати навчальної діяльності*. Тобто контролю підлягають не знання, а застосування цих знань. Таким чином, нагальним стає питання розробки системи контролю, яка б відповідала парадигмі діяльнісного навчання.

**Аналіз актуальних досліджень.** Контроль в навчальному процесі є необхідним елементом, і йому приділяється велика увага. Загальним питанням контролю знань та умінь студентів присвячено дослідження відомих психологів і педагогів (С. І. Архангельського, Ю. К. Бабанського, І. Є. Булах, Н. Д. Карапузової, І. Я. Лернера, Н. Н. Ржецького, Л. Н. Русанової, З.І. Слепкань, Л. М. Фрідмана, В. А. Якуніна та ін.). В їх роботах розроблені психолого-педагогічні засади організації контролю знань та умінь студентів, досліджується питання ефективності форм, способів і засобів контролю.

Як відмічає З. І. Слепкань, контроль виконує діагностичну, навчальну, розвивальну та виховну функції [8, с. 146]. При цьому діагностична функція полягає в отриманні науково обґрунтованої інформації для організації процесу навчання. Навчальна функція полягає в використанні різних видів і форм контролю для активізації навчальної діяльності, а розвивальна і виховна функції спрямовані на формування у студентів творчого ставлення до здобуття знань.

Одним з видів контролю, який використовується для оцінювання вхідного рівня на початку вивчення дисципліни є так звана нульова контрольна робота, яка традиційно проводиться на початку вивчення курсу

вищої математики в вищому технічному навчальному закладі. Але рекомендацій, які б давали структуру цієї роботи або критерії її оцінювання, в психолого-педагогічній літературі замало.

В роботі [5] пропонується проводити нульову контрольну роботу з математики, яка складається з двох частин. Перша частина, на думку авторів, повинна відповідати мінімуму засвоєння знань з елементарної математики, необхідних для вивчення курсу вищої математики, друга частина має містити в собі деякі поняття вищої математики, які вивчалися у школі. Для студентів, які не впоралися з першою частиною, передбачено додаткове завдання, що розраховане на самостійну роботу впродовж двох перших місяців навчання. Для студентів, які не виконали другу частину, передбачене коректування змісту навчання у перших модулях. Але що означає термін «не впоралися» автори не уточнюють.

З точки зору діяльнісного навчання в нульовій контрольній роботі необхідно контролювати вміння, а не знання. Саме рівень сформованості вмінь і повинен стати вимірником, за допомогою якого робляться висновки про готовність студентів до засвоєння курсу вищої математики.

Приклад критеріїв оцінювання навчальних досягнень студентів наведено у монографії [7]. За 100 бальною шкалою пропонується формувати інтегровану оцінку, яка виставляється з урахуванням додаткових форм навчальної діяльності студентів. При переведенні цієї оцінки в 4-бальну оцінку незадовільному рівню відповідають бали від 0 до 49, задовільному – від 50 до 69, оцінка «добре» ставиться за бали від 70 до 89, а «відмінно» – за бали від 90 до 100.

Але, якщо мова йде про вхідний контроль, то використання цих критеріїв неможливо, так як студенти ще не мають навчальних досягнень і оцінюватиметься тільки рівень сформованості вмінь. Тому необхідно розробити спеціальні критерії оцінювання для нульової контрольної роботи.

**Метою статті** є розробка нульової контрольної роботи з математики на засадах діяльнісного підходу для вищих технічних навчальних закладів, запровадження критеріїв оцінювання цієї роботи та аналіз результатів її проведення.

**Виклад основного матеріалу.** В роботі [4] описано спектральний підхід до розробки системи навчальних задач з вищої математики на основі предметної моделі студента. Сутність цього підходу полягає в тому, що на основі операційного компонента предметної моделі студента для кожної задачі, що входить до системи, визначається спектр вмінь, необхідних для її розв'язання. На основі цих спектрів складається спектр вмінь всієї системи задач. До цього спектру входять як прості вміння, що складаються з однієї предметної дії, так і складені вміння, які складаються з декількох предметних дій.

Таких підхід використано автором і для розробки нульової контрольної роботи з математики, призначеної для визначення рівня сформованості вмінь, необхідних студентам першого курсу технічного університету для засвоєння дисциплін математичного циклу. Для оцінювання відібрано 27 базових вмінь зі шкільного курсу математики:

#### 1. Елементарна математика:

1.1. Виконувати арифметичні дії з десятковими та звичайними дробами;

1.2. Обчислювати значення виразів, що містять операцію піднесення числа до цілого, або дрібного ступеня.

#### 2. Лінійна алгебра:

2.1. Розв'язувати системи двох лінійних алгебраїчних рівнянь, що мають єдиний розв'язок, аналітичним методом.

2.2. Робити висновок про несумісність, або невизначеність системи двох лінійних алгебраїчних рівнянь.

#### 3. Векторна алгебра:

- 3.1. Знаходити координати вектора за наданими координатами його кінця та початку;
  - 3.2. Знаходити модуль вектора за його координатами;
  - 3.3. Знаходити скалярний добуток векторів, що задані координатами;
  - 3.4. Знаходити кут між векторами, що задані координатами;
  - 3.5. Виконувати лінійні операції з векторами, що задані координатами;
  - 3.6. Виконувати лінійні операції з геометричними векторами на площині;
  - 3.7. Визначати, чи є вектори колінеарними, або перпендикулярними;
4. Аналітична геометрія на площині:
- 4.1. Отримувати рівняння кола за відомими координатами центру та радіусом;
  - 4.2. Отримувати рівняння прямої, що проходить через дві надані точки;
  - 4.3. Визначати чи перетинаються пряма і коло.
5. Геометрія на площині:
- 5.1. Знаходити катети прямокутного трикутника за відомими гіпотенузою і гострим кутом;
  - 5.2. Знаходити площу прямокутного трикутника, квадрата, прямокутника.
6. Геометрія у просторі:
- 6.1. Знаходити об'єм паралелепіпеда, конуса, призми, циліндра, кулі.
  - 6.2. Знаходити площу поверхні паралелепіпеда, циліндра.
7. Функція однієї змінної:
- 7.1. Будувати графіки основних елементарних функцій;
  - 7.2. Знаходити область визначення та множину значень основних елементарних функцій;
8. Знаходити область визначення елементарних функцій;

9. Диференційне числення функції однієї змінної:

- 9.1. Знаходити похідні простих елементарних функцій в точці;
- 9.2. Знаходити найменше та найбільше значення функції на відрізку;
- 9.3. Знаходити рівняння дотичної до графіка функції в точці;
- 9.4. Знаходити екстремуми елементарних функцій;
- 9.5. Будувати графік елементарної функції, що досліджується.

10. Знаходити похідні складених елементарних функцій.

По суті справи, описані вміння складають операційну модель нульової контрольної роботи [5]. В цій моделі є як вміння з елементарної математики (пункти 1, 5, 6, 7, 8), так і вміння, які будуть формуватися у курсі вищої математики, але на більш високому рівні (2, 3, 4, 9, 10). Наприклад, вміння з векторної алгебри в шкільному курсі математики формуються для векторів, що задані на площині. При навчанні вищої математики ми виходимо з того, що вміння з векторної алгебри на площині вже сформовані, і формуємо вміння з векторної алгебри у просторі.

Наведемо один з варіантів нульової контрольної роботи, що розроблена.

### ВАРІАНТ 1

1. Обчислити значення виразу:

1.1.  $\left(\frac{2}{7} - \frac{3}{5}\right) \cdot 0,35$ ; (1 бал)

1.2.  $\sqrt[3]{5^4} / 5^{1/3}$  (1 бал)

2. Розв'язати систему рівнянь:

2.1. 
$$\begin{cases} 3x - 4y = 2; \\ 2x + 3y = 7. \end{cases}$$
 (2 бали)

2.2. 
$$\begin{cases} 3x - 2y = 2; \\ -6x + 4y = -4. \end{cases}$$
 (2 бали)

3. Для наданих точок A(2; -1), B(-3; 2), C(2; 4):

3.1. Знайти координати векторів  $\overline{AB}$  і  $\overline{BC}$ ; (1 бал)

3.2. Знайти модулі векторів  $\overline{AB}$  і  $\overline{BC}$ ; (1 бал)

3.3. Знайти скалярний добуток  $\overline{AB} \cdot \overline{BC}$ ; (1 бал)

- 3.4. Знайти кут між векторами  $\overline{AB}$  і  $\overline{BC}$ ; (1 бал)
- 3.5. Знайти координати вектора  $3 \cdot \overline{AB} - 2 \cdot \overline{BC}$ ; (1 бал)
- 3.6. Побудувати вектор  $\overline{AB}$ ,  $\overline{BC}$ ,  $\overline{AB} + \overline{BC}$  в прямокутній системі координат; (1 бал)
- 3.7. Вказати, чи є вектори  $\overline{AB}$  і  $\overline{BC}$  колінеарними або перпендикулярними (1 бал)
4. Для наданих точок  $A(2; -1)$ ,  $B(-3; 2)$ ,  $C(2; 4)$ :
- 4.1. Записати рівняння кола з центром в точці  $A$ , радіус якого дорівнює 2; (1 бал)
- 4.2. Записати рівняння прямої, що проходить через точки  $B$  і  $C$ . (2 бала)
- 4.3. Чи перетинаються пряма і коло?  
Відповідь обґрунтуйте (1 бал)
5. У прямокутному трикутнику гіпотенуза дорівнює 7 см, а один з гострих кутів дорівнює  $30^\circ$ .
- 5.1. Знайти катети трикутника; (1 бал)
- 5.2. Обчислити площу трикутника; (1 бал)
6. Надано прямокутний паралелепіпед, з ребрами завдовжки 3 см, 5 см, 7 см.
- 6.1. Знайти об'єм паралелепіпеда; (1 бал)
- 6.2. Знайти площу поверхні паралелепіпеда; (1 бал)
7. Надана функція  $y = \log_2 x$ .
- 7.1. Побудувати графік наданої функції; (2 бали)
- 7.2. Знайти область визначення і множину значень. (2 бали)
8. Знайти область визначення функції:  $y = \sqrt{4 - x^2 - 3x}$ ; (2 бали)
9. Для функції  $y = 2x^2 + x - 3$  знайти:
- 9.1. Похідну в точці  $x = -1$ ; (1 бал)

9.2. Рівняння дотичної до графіка функції в точці  $x = -1$ ; (2 бали)

9.3. Найбільше та найменше значення на відрізку  $x \in [-1; 1]$ ; (2 бали)

9.4. Знайти екстремуми функції, відповідь обґрунтувати; (3 бали)

9.5. Побудувати графік функції та її дотичної. (2 бали)

10. Знайти похідну функції  $y = \sqrt{\sin^3 2x}$ . (3 бали)

В наведеній контрольній роботі номери завдань відповідають номерам вмінь операційної моделі. В залежності від рівня складеності завдання нульової контрольної роботи оцінювалися в 1, 2. або 3 бали. Завдання, для виконання яких потрібно було одне предметне вміння, наприклад завдання 3.1, оцінювалися в 1 бал. Завдання, для виконання яких потрібно було два предметних вміння оцінювалися в 2 бали. Таким є, наприклад, завдання 8, яке полягає в знаходженні області визначення ірраціональної функції, в якій під знаком квадратного кореня стоїть квадратний трьохчлен. Для його виконання необхідно виконати дві предметні дії, кожна з яких оцінюється в 1 бал:

- записати умову існування виразу, що задає функцію;
- розв'язати квадратну нерівність, що отримана.

Більш складні завдання, для виконання яких потрібно володіти більш ніж двома предметними вміннями, оцінювалися трьома балами. Наприклад, завдання 9.4, яке оцінюється в 3 бали, потребує сформованості таких вмінь:

- знаходити похідну функції;
- використовувати необхідну умову екстремуму;
- розв'язувати лінійне рівняння з однією змінною;
- використовувати достатню умову екстремуму;
- розв'язувати дробово-раціональні рівняння;
- обчислювати значення функції в точці.



Максимальна кількість балів, яку студент може отримати у результаті виконання нульової контрольної роботи складає 40 балів.

Оскільки нульова контрольна робота, що проводилася, розроблена на засадах діяльнісного підходу і є засобом оцінювання рівня сформованості вмінь (РСВ), тому саме цей показник, поданий у відсотках, був обраний за вимірник і аналізувався за результатами її проведення. Формувався РСВ таким чином. Для кожного студента результати виконання кожного завдання нульової контрольної роботи в балах заносилися у відомість академічної групи. Для кожної академічної групи підраховувалася кількість балів, яка була набрана студентами цієї групи з кожного завдання. Кількість балів, що набрали студенти  $j$ -ої академічної групи з  $i$ -ого завдання позначалася  $l_{ij}$ . Далі визначався рівень сформованості  $i$ -ого вміння в  $j$ -ій академічній групі ( $r_{ij}$ ) за формулою:

$$r_{ij} = \frac{l_{ij}}{n_j \cdot k_i} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де  $k_i$  - вартість  $i$ -ого завдання в балах,  $i = \overline{1, \dots, m}$ ;

$m$  – кількість вмінь, РСВ яких досліджується;

$n_j$  – кількість студентів у  $j$ -ій академічній групі,  $j = \overline{1, \dots, n}$ ;

$n$  – кількість академічних груп, для яких досліджується РСВ.

Середня арифметична рівня сформованості  $i$ -ого вміння для всього університету ( $Ru_i$ ) визначалася за формулою:

$$Ru_i = \sum_{j=1}^n \frac{r_{ij}}{n}. \quad (2)$$

Середня арифметична рівня сформованості вмінь для  $j$ -ої академічної групи ( $Rg_j$ ) визначалася за формулою:

$$Rg_j = \sum_{i=1}^m \frac{r_{ij}}{m}. \quad (3)$$

Для диференціації рівня сформованості вмінь були розроблені критерії оцінювання, подані у таблиці 1.

Таблиця 1. Критерії оцінювання рівня сформованості умінь

Рівень сформованості вмінь, %	Оцінка рівня сформованості вмінь
0-25	дуже низький
26-50	низький
51-75	середній
76-90	високий
91-100	дуже високий

Наведемо результати проведення нульової контрольної роботи у Донецькому національному технічному університету, в якій прийняли участь 1934 студента першого курсу денної форми навчання, що складало 90 академічних груп. В формулах (1)-(3) параметри сягали значень  $m = 27$ ,  $n = 90$ .

На рис. 1-3 зображено середні арифметичні рівнів сформованості вмінь ( $R_i$ ) за окремими темами, які подані відповідно до номерів цих вмінь в операційній моделі нульової контрольної роботи.

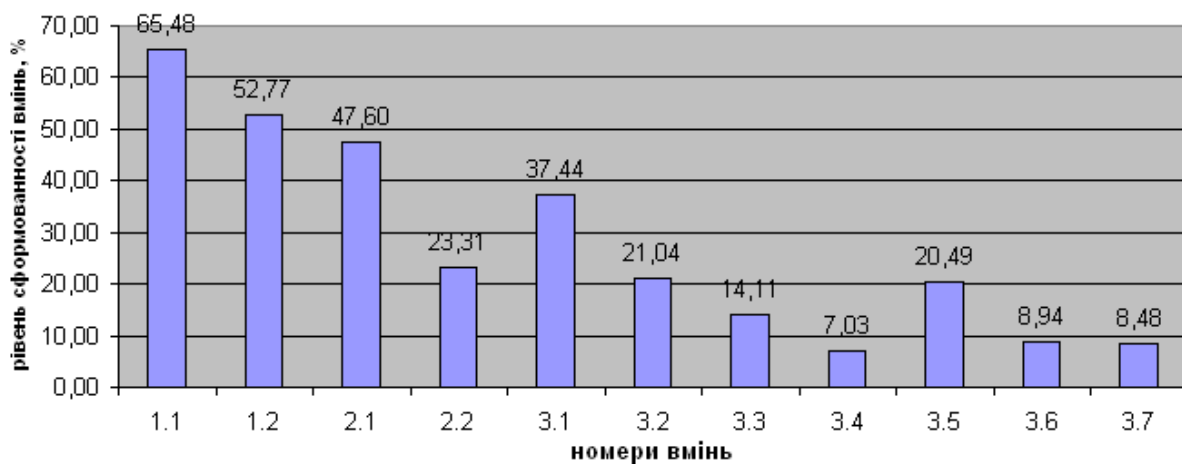


Рис. 1. РСВ з елементарної математики, лінійної алгебри та векторної алгебри

Як можна бачити, на рис. 1 найбільш сформованими є вміння з елементарної математики (1.1, 1.2), вони мають середній рівень сформованості. Вміння з лінійної алгебри мають низький (2.1) і дуже низький (2.2) рівень сформованості. Вміння з векторної алгебри сформовані гірш за все серед вмій на рис. 1. Вони також мають низький (3.1) і дуже низький (3.2-3.7) рівень сформованості. Гірш за все сформовано вміння 3.4 (знаходити кут між векторами).

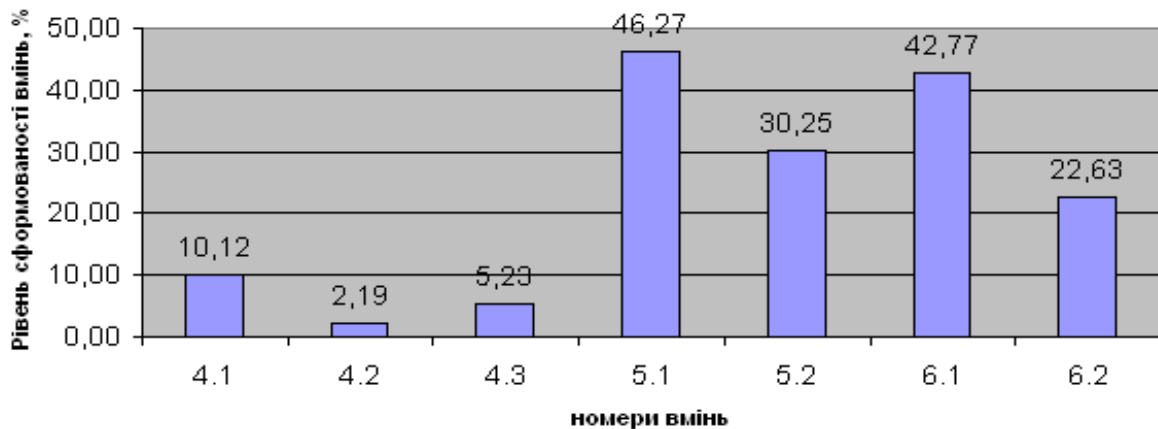


Рис. 2. РСВ з геометрії на площині та у просторі

Рис. 2 показує, що дуже низьким є РСВ з аналітичної геометрії на площині (4.1 – 4.3). Низький рівень сформованості мають вміння 5.1 5.2 та 6.1, а вміння 6.2 - низький рівень сформованості.

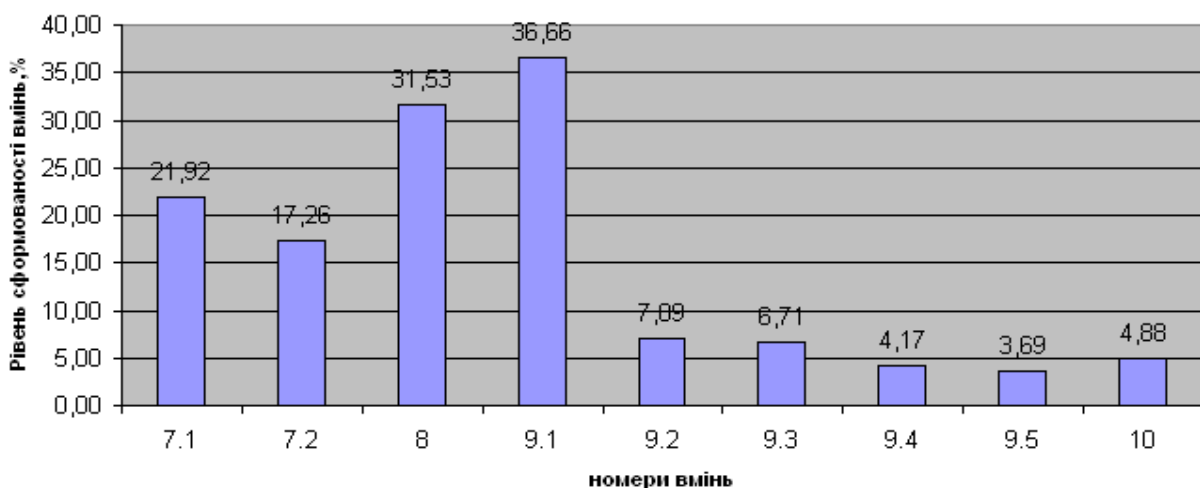


Рис. 3. РСВ з теорії функції однієї змінної

Як можна бачити на рис. 3, дуже низький рівень сформованості у вмінь з диференційного числення функції однієї змінної (9.2 – 9.5, 10). Низький рівень сформованості мають вміння 7.1, 8 та 9.1, а вміння і 7.2 мають дуже низький рівень сформованості.

**Висновки.** Проведений аналіз нульової контрольної роботи дав змогу дістатися таких висновків щодо змісту навчання вищої математики у першому навчальному семестрі:

1. При навчанні вищої математики не можна вважати, що вміння з лінійної алгебри, векторної алгебри, диференційного числення функції однієї змінної є сформованими, тому є доцільним починати навчання цим темам з повторення понять, що вивчалися в школі.

2. Дуже поширеною є практика винесення на самостійне опрацювання тем «Пряма лінія та коло на площині». За результатами нульової контрольної роботи вміння з цих тем мають самий низький показник рівня сформованості, тому вони не можуть бути винесені на самостійне опрацювання.

3. Вміння з елементарної математики, геометрії на площині та у просторі мають середній рівень сформованості, тому ці теми доцільно дати на самостійне повторення тільки окремим студентам, які показали дуже низький рівень сформованості цих вмінь.

#### Література

1. Атанов Г. О. Теорія діяльнісного навчання. – К.: Кондор, 2007.
2. Атанов Г. О. Знання як засіб навчання. – К.: Кондор, 2008.
3. Бадмаев Б. Ц. Психология и методика ускоренного обучения. — М.: Владос, 1998.
4. Євсєєва О. Г. Спектральний підхід до розробки системи навчальних задач з вищої математики на основі предметної моделі студента // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнародний збірник наукових робіт. – Вип. 32. – Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2009. – Сс. 95-101.

5. Євсєєва О. Г. Операційна компонента предметної моделі студента технічного університету з лінійної алгебри // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнародний збірник наукових робіт. – Вип. 31. – Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2009. – Сс. 23-28.

6. Журбенко Л. Н., Нуриєва С. Н. Управление многопрофильной математической подготовкой студентов технологического университета // Educational technology and Society. – 10(3), 2007. – Pp. 466-475.

7. Скафа О.І., Лосєва Н.М., Мазнев О.В. Наукові засади методичного забезпечення кредитно-модульної системи навчання у вищій школі: Монографія. – Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2009.

8. Слепкань З. І. Наукові засади організації педагогічного процесу у вищій школі. К.: Вища школа, 2005.

9. Atanov G. Metodology of the activities approach to teaching // Didactics of mathematics: Problems and Investigations: International Collection of Scientific Works. – Issue # 25. – Donetsk: DonNU, 2006. – Pp. 190-196.

Евсеева Е.Г. Входной контроль по математике в техническом ВУЗ как средство оценивания уровня сформированности умений.

**Аннотация:** Рассмотрены различные подходы к определению понятия контроля в учебном процессе. Описано нулевая контрольная работа по математике, разработанная на основе деятельностного подхода для высших технических учебных заведений. Приведены критерии оценивания уровня сформированности умений и анализ результатов нулевой контрольной работы. Даны рекомендации относительно корректировки обучения высшей математике в первом учебном семестре.

**Ключевые слова:** обучение математике, деятельностный подход, нулевая контрольная работа, уровень сформированности умений.

Evseeva E.G. Entrance control on mathematics in technical university as a mean of the formed skills level estimation.

**Summary.** Different approaches to determination of control concept in an teaching process are considered. It is described the entrance control work on mathematics, developed on the basis of activities approach for higher technical teaching establishments. The criteria of evaluation of the formed skills level are resulted. Recommendations in relation to adjustment of higher mathematics teaching in the first semester are given.

**Keywords:** teaching to mathematics, activities approach, entrance control work, formed skills level.