

УДК 531(0758)

А.О. Губанова

*Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка***МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ З ФІЗИКИ У  
ФОРМІ ТЬЮТОРІАЛА**

*В статті описаний метод проведення підсумкових занять з фізики зі студентами ВНЗ у формі тьюторіала, який впроваджений в систему дистанційної освіти Відкритим університетом Великобританії і є її обов'язковою очною складовою. На прикладі вивчення електродинаміки наведена методична розробка тьюторіала з теми: «Диференціювання скалярних та векторних полів». Проаналізовані основні етапи тьюторіала, показана доцільність впровадження такої форми у навчання студентів з метою досягнення необхідної фахової компетенції. Описаний комплекс методик та підходів до навчання, орієнтований на потреби кожного студента: використання найбільш активних методів навчання; розвиваючий підхід; андрагогічний підхід; наближення навчання до практичної діяльності студента; використання проблемних методів навчання з залученням «робочої» ситуації «Кейс-стаді». Продемонстровані основні переваги тьюторіала: збільшення часу спілкування тьютора з кожним студентом групи – індивідуальний підхід; можливість об'єктивного оцінювання отриманих студентами знань та набуття ними фахових навичок.*

**Ключові слова.** *Тьюторіал, самостійна робота, методична розробка презентація, електродинаміка, векторний оператор, диференціювання.*

Сучасна професійно-педагогічна діяльність може бути охарактеризована через професійні завдання педагога: «бачити» того, хто навчається в освітньому процесі, будувати освітній процес, орієнтований на досягнення цілей конкретної ступені освіти. Викладання кожної дисципліни в ВНЗ базується на знаннях студентів, здобутих у середній школі, індивідуальних навичках самостійної роботи (уміння користуватися перевагами сучасного навчального середовища: Інтернет, спеціальні навчальні програми в електронному варіанті, спеціальна та науково популярна література, відео фрагменти, тощо) [1]. Використання в педагогічних цілях сучасного освітнього середовища, раціональне використання навчального часу, відведеного на вивчення конкретної теми (в тому числі і годин, які передбачені навчальними планами ВНЗ, як години для індивідуальної та самостійної роботи студентів) створює можливості для впровадження такої форми навчальних занять як тьюторіал.

Тьюторіал – одна з основних компонент навчального процесу при дистанційній формі навчання, у якій використовується комплекс методик та підходів до навчання, орієнтований на потреби студентів. Така компонента набуває важливого значення при денній формі навчання, з огляду на зменшення чисельності аудиторних навчальних годин, що відводяться на вивчення курсів, згідно затвердженим навчальним планам. Необхідність підвищення ефективності використання часу практичних занять обумовлює впровадження нових форм проведення практичних занять.

При дистанційній формі навчання тьютор, закріплений за групою студентів, поєднує в собі якості викладача, консультанта і менеджера навчального процесу. Він проводить тьюторіали, перевіряє поточні контрольні завдання, оцінює їх, постійно

консультує студентів групи, організує роботу в Інтернет-конференції групи, керує форумом у мережі Інтернет, проведенням недільної школи [2].

Для підвищення ефективності навчання у дистанційній технології використовується комплекс методик та підходів до навчання, орієнтований на потреби студентів кожної групи. Головні елементів навчання:

- Використання найбільш активних методів навчання, які надають можливість економного використання часу студентів (групові дискусії, ділові ігри, «мозковий штурм», робота з інтерактивними навчальними матеріалами):

- Розвиваючий підхід – допомога у виявленні унікальних здібностей студента, формування власної цілісної картини поглядів на матеріал, що вивчається, через узагальнені концепції, які можуть бути придатними у широкому діапазоні ситуацій;

- Андрагогічний підхід – системне використання особливостей навчання дорослих людей, які вже мають життєвий досвід. самі обирають, що їм вивчати та можуть забезпечити самоконтроль за процесом навчання;

- Наближення навчання до практичної діяльності студента – навчання на базі робочої ситуації, залучення в навчальний процес практичного досвіду студентів;

- Використання проблемних методів навчання з залученням «робочої» ситуації «Кейс-стаді»;

- Навчання на протязі всього життя.

При денній формі навчання тьюторіал доцільно використати як підсумкове заняття, під час якого студенти поглиблюють свої знання одного з розділів курсу. Підготовка до тьюторіалу полягає в вивченні (або повторенні) навчального матеріалу однієї, або декількох тем курсу. Для керівництва самостійною роботою викладач розробляє спеціальні методичні посібники та рекомендує студентам відповідні підручники. Тьюторіал триває, як мінімум, 4 навчальні години.

Далі подано методичну розробку для проведення тьюторіала зі студентами фізико-математичного факультету університету з курсу «Електродинаміка». Тема: «Диференціювання скалярних та векторних полів».

Для підготовки студентів до тьюторіалу викладач складає список питань, з якими студенти ознайомлені під час попередніх занять.

Для запропонованого нижче тьюторіалу цей список є наступним:

- Скалярний та векторний добуток двох векторів.
- Оператор «Набла»
- Напруженість та потенціал електричного поля, зв'язок між ними
- Поняття скалярного та векторного поля. Електричне поле у вакуумі.
- Функція декількох змінних. Поняття часткової похідної. Повний диференціал.

Для підготовки студентам вказана література [4,5].

Основні етапи заняття:

1. **Теоретична частина** включає в себе відповіді тьютора на запитання студентів, повторення та запис на ілюстративному плакаті основних теоретичних відомостей (означень, математичних співвідношень, визначень фізичних величин, формулювання фізичних законів);

2. **Практична частина** - студенти розбиваються на групи по 4 - 5 осіб. Кожна група отримує одне завдання. Завдання, розрізняються за рівнем складності. Група розв'язує завдання і готує презентацію розв'язку. Презентація проводиться у формі доповіді, що супроводжується відповідями на запитання слухачів. Відповідає доповідач та студенти його підгрупи:

3. **Презентації** - в презентації викладається теорія, яка застосована для розв'язку, подається обґрунтування методу розв'язку;

4. **Аналіз презентацій** - підведення підсумків та визначення питань, необхідних для повторення як теми розділу, так і попереднього матеріалу.

5. **Підведення підсумків заняття.** Аналіз виконаної роботи, оцінювання роботи кожного студента за 12 бальною шкалою оцінювання [3]. Визначення питань на подальше самостійне опрацювання.

Для прикладу, наведу зміст тьюторіала, що рекомендований для студентів другого курсу фізико-математичного факультету з теми: «**Диференціювання скалярних та векторних полів**»

**1. Теоретична частина**

Зміст теоретичної частини виголошує тьютор. Всі формули він записує на плакаті, який добре видно усім учасникам тьюторіала.

**Скалярний добуток двох векторів** - математична операція над двома векторами, результатом якої є скаляр. Цю скалярну величину можна виразити як  $\vec{a} * \vec{b} = |\vec{a}| * |\vec{b}| * \cos \alpha$ .

Та, якщо:  $\vec{a} = \{a_x; a_y; a_z\}$  та  $\vec{b} = \{b_x; b_y; b_z\}$ , то скалярний добуток будемо обчислювати за формулою  $\vec{a} * \vec{b} = a_x * b_x + a_y * b_y + a_z * b_z$ .

**Векторним добутком вектора  $\vec{a}$  на вектор  $\vec{b}$**  називається вектор  $\vec{c}$ , довжина якого чисельно дорівнює площі паралелограма побудованого на векторах  $\vec{a}$  і  $\vec{b}$ , а напрямок перпендикулярний до площини, в якій лежать ці вектори і його напрямок визначається за правилом свердлики (правого гвинта). Практичне застосування правила свердлики зводиться до наступних дій: рукоятку свердлика треба розмістити паралельно першому вектору, повернути рукоятку до другого вектора у напрямку меншого кута від  $\vec{a}$  до  $\vec{b}$ , тоді напрямок векторного добутку визначиться як напрямок руху вістря свердлика (Рис. 1).

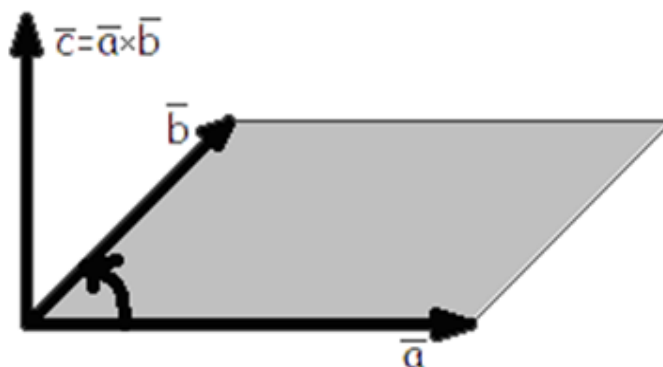


Рис.1. Правило знаходження векторного добутку двох векторів

Довжина вектора, який є результатом векторного добутку, визначається  $|\vec{c}| = |\vec{a} \times \vec{b}| = |a| \cdot |b| \cdot \sin \alpha$ . Якщо  $\vec{a} = \{a_x; a_y; a_z\}$  та  $\vec{b} = \{b_x; b_y; b_z\}$ , то проєкції векторного добутку на осі координат визначимо за допомогою визначника:

$$[\vec{a} \times \vec{b}] = \begin{pmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{pmatrix} = (a_y b_z - a_z b_y) \vec{i} - (a_x b_z - a_z b_x) \vec{j} + (a_x b_y - a_y b_x) \vec{k}$$

$$[\vec{a} \times \vec{b}] = \{a_y b_z - a_z b_y; a_x b_z - a_z b_x; a_x b_y - a_y b_x\}$$

**Скалярне поле.** Під поняттям «скалярне поле» будемо розуміти таку математичну модель, згідно якої встановлена відповідність між радіус-вектором кожної точки простору і скалярною фізичною величиною (температурою (T), густиною електричного заряду (ρ), потенціалом електричного поля (φ)).

**Векторне поле.** Під поняттям «векторне поле» будемо розуміти таку математичну модель, згідно якої встановлена відповідність між координатами кожної точки простору і вектором, який характеризує фізичну величину. У курсі електродинаміки прикладами векторних величин є напруженість електричного поля ( $\vec{E}$ ), радіус-вектор ( $\vec{r}$ ), сила ( $\vec{F}$ ), швидкість ( $\vec{v}$ ), Початок вектора, (крім радіус вектора, для якого початок завжди співпадає з початком координат), співпадає з визначеною точкою простору.

**Оператора «набла».** Поняття *градієнта скалярної функції*. Поняття *дивергенції та ротора векторної функції*.

Векторний оператор «набла» вводиться для визначення математичної операції, за допомогою якої можливе визначення співвідношення між величинами, що характеризують електричне поле, та змін у просторі фізичних величин, заданих у вигляді скалярного та векторного полів. При використанні декартової системи координат XOYZ

вводиться векторний оператор у вигляді вектора:  $\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial}{\partial z} \vec{k}$ , (1) з формальними

проєкціями на осі координат  $\vec{\nabla} = \left\{ \frac{\partial}{\partial x}; \frac{\partial}{\partial y}; \frac{\partial}{\partial z} \right\}$ , кожна проєкція такого векторного

оператора визначається частковою похідною по відповідній координаті.

Результат дії векторного оператора на скалярну функцію T(x,y,z) носить назву *градієнт* (правило (2)).

Векторний оператор на векторну функцію  $\vec{A}(A_x; A_y; A_z)$ , може діяти двома способами: як скалярний добуток (правило(3)), результатом такої дії є *дивергенція*; як векторний добуток, (правило (4)), результатом якого є *ротор*.

$$\text{а) градієнт } \text{grad}T = (\vec{\nabla} T) = \left( \frac{\partial}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial}{\partial z} \vec{k} \right) T = \frac{\partial T}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial T}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial T}{\partial z} \vec{k}, \quad (2)$$

$$\text{б) дивергенція } \text{div} \vec{A} = \vec{\nabla} \vec{A} = \frac{\partial A_x}{\partial x} + \frac{\partial A_y}{\partial y} + \frac{\partial A_z}{\partial z}; \quad (3)$$

$$\text{в) ротор } \text{rot}\vec{A} = \begin{pmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ A_x & A_y & A_z \end{pmatrix} = \left( \frac{\partial A_z}{\partial y} - \frac{\partial A_y}{\partial z} \right) \vec{i} + \left( \frac{\partial A_x}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial x} \right) \vec{j} + \left( \frac{\partial A_y}{\partial x} - \frac{\partial A_x}{\partial y} \right) \vec{k} \quad (4)$$

Якщо координати вектора  $\vec{A} = (A_x; A_y; A_z)$  залежать тільки від відповідних координат  $(x; y; z)$ , то всі похідні в одержаному виразі (4) рівні нулю. Для цього випадку  $\text{rot}\vec{A}$  рівний нулю.

$$\text{rot}\vec{A} = \begin{pmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ A_x & A_y & A_z \end{pmatrix} = 0 \quad (5)$$

Таким чином результат векторної дії оператора  $\vec{\nabla}$  на вектор  $\vec{A}$  відмінний від нуля тільки тоді, коли зміни будь-якої координати вектора залежить від іншої координати  $A_x = A_x(y, z); A_y = A_y(z, x); A_z = A_z(x, y);$

Прикладом такої залежності є сила Лоренца, яка визначається векторним добутком  $\vec{F} = q[\vec{v} \times \vec{B}]$ ,  $\vec{F} = q(F_x \vec{i} + F_y \vec{j} + F_z \vec{k}) = q[(v_y B_z - B_y v_z) \vec{i} + (v_z B_x - B_z v_x) \vec{j} + (v_x B_y - B_x v_y) \vec{k}]$  (6)

### 2. Практична частина. В практичну частину включено три завдання.

Студенти групи розділяються, за власним бажанням на три підгрупи, кожна з яких отримує одне завдання.

Завдання практичної частини складені у порядку зростання складності для виконання. Зміст завдань показує зв'язок між електродинамічними фізичними величинами, отриманими за допомогою використання оператора «набла». Кожне завдання виконує окрема підгрупа студентів самостійно, і готує за його розв'язком презентацію з застосуванням мультимедійних засобів, або плакату. Доповідає презентацію один студент з підгрупи.

**3. Презентація.** Після виконання завдань кожна з підгруп студентів презентує свій результат роботи.

Запитання студентів виписуються на окремому плакаті (або частині дошки), студенти разом з тьютором відповідають на ці питання.

*Для вектора  $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$ , знайти дивергенцію та ротор.*

$$\text{div}\vec{r} = (\vec{\nabla} * \vec{r}) = \frac{\partial}{\partial x} x + \frac{\partial}{\partial y} y + \frac{\partial}{\partial z} z = 1 + 1 + 1 = 3. \quad (7)$$

$$\text{rot}\vec{r} = [\vec{\nabla} \times \vec{r}] = \begin{pmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ x & y & z \end{pmatrix} = 0 \quad (8)$$

Для скалярної величини  $\left(\frac{1}{r}\right)$  знайти градієнт

$$\text{grad}\left(\frac{1}{r}\right) = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{r}\right)\vec{i} + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{1}{r}\right)\vec{j} + \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{1}{r}\right)\vec{k} \quad (9)$$

Знайдемо часткову похідну  $\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{r}\right) = -\frac{1}{2} \frac{2x}{(x^2 + y^2 + z^2)\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \vec{i} = -\frac{x\vec{i}}{r^3}$  (10)

Часткові похідні по  $y$  та  $z$  мають такий саме вигляд, як і для  $x$  (10)

Підставивши три часткові похідні у рівняння (9), отримаємо відповідь:

$$\text{grad}\left(\frac{1}{r}\right) = -\left(\frac{x\vec{i}}{r^3} + \frac{y\vec{j}}{r^3} + \frac{z\vec{k}}{r^3}\right) = -\frac{\vec{r}}{r^3} \quad (11)$$

Перевірити співвідношення  $\vec{E} = -\vec{\nabla}\varphi$  (12) для нерухомого точкового заряду.

Використати відомі з курсу загальної фізики вирази для потенціалу  $\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$

(13) та модуля напруженості  $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$  (14) електричного поля точкового заряду, при умові. Що він розташований у початку координат.

Позначивши  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} = C$ , у виразі (13), з використанням (12) отримаємо:

$$\vec{E} = -\vec{\nabla}\varphi = -\vec{\nabla}\left(C * \frac{1}{r}\right) = -C\left(\vec{\nabla}\frac{1}{r}\right) = C\frac{\vec{r}}{r^3} \quad (15)$$

Подамо радіус-вектор у вигляді  $\vec{r} = |\vec{r}|\vec{n}$ , отримаємо:

$$\vec{E} = C\frac{\vec{r}}{r^3} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{r}}{r^3} = \frac{q\vec{r}\vec{n}}{4\pi\epsilon_0 r^3} = \frac{q\vec{n}}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (16)$$

Вектор  $\vec{n}$  – одиничний вектор вздовж радіус-вектора. Напруженість поля точкового заряду (у випадку позитивного заряду) направлена вздовж радіус-вектора  $\vec{r}$ .

**4. Аналіз презентацій.** Оцінювання роботи студентів на тьюторіалі відбувається за загальною кількістю балів, які набрав студент за заняття згідно з критеріями, що відповідають фаховій компетенції [3].

**5. Підведення підсумків заняття.** Під час заняття студенти навчилися проводити операції з векторним оператором «набла». Самостійно виконали практичні вправи. Провели презентації своїх власних розв'язків. Тьютор вказує на те, що набуті знання створюють основу для вивчення наступних тем курсу, зокрема вивчення системи рівнянь Максвелла.

В якості завдання для перевірки навичок тьютор пропонує знайти  $\text{grad}|\vec{r}|$  вказуючи, що модуль радіус-вектора – скалярна величина.

**Висновки.**

1. Структура заняття у формі тьюторіала, завдяки збільшенню часу на спілкування з студентами, дозволяє чітко засвоїти основні теоретичні положення вивченої частини курсу.

2. Самостійна робота студентів під час тьюторіалу приваблює тим, що тьютор весь час спілкується з невеликою групою студентів, вказуючи на ті моменти розв'язку завдання, які, можливо, були випущені, або яким було приділено недостатньо уваги під час лекційних та практичних занять. В цьому випадку кожен студент розраховує на необхідну саме для нього кількість часу

3. Підготовка презентації та її виголошення сприяє розвитку розмовної практики студента, виробляє навички чіткого висловлення власної думки.

4. Для усіх учасників заняття нові терміни та положення теорії звучать велику кількість разів, що допомагає їх засвоєнню. Написані на плакатах положення теорії вивченого курсу дають також важливе зорове сприйняття.

5. Для викладача форма занять – тьюторіал забезпечує найбільш об'єктивне оцінювання знань студентів.

6. Під час заняття студенти розвивають такі фахові компетенції: теоретичну (фахову) підготовку; комунікативність; навички самостійної роботи; креативність; навички підготовки презентацій та користування мультимедійними пристроями.

7. Студенти відчувають емоційне навантаження, відчуття задоволення від навчання.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атаманчук П.С. Педагог-фізик ХХІ века. Основы формирования профессиональной компетентности / П.С. Атаманчук, К.Г. Никифоров, А.А. Губанова, Н.Л. Мыслинская. – Калуга - Каменец-Подольский.: Издательство КГУ им. К.Э. Циолковского, 2014. – 268 с.

2. Губанова А.О, «Проблема визнання документів про освіту при дистанційній формі навчання. Шляхи розвитку дистанційного навчання в Україні» / А.О.Губанова, Ц.А.Криськов // Збірник матеріалів третьої міжнародної конференції «Інтернет - освіта – наука - 2002». – Вінниця Вінниця УНІВЕРСУМ, 2002. – Том 1. – С.116 - 119.

3. Атаманчук П.С. Наукова школа «Теоретико-технологічні аспекти об'єктивізації контролю навчальної діяльності» / П.С. Атаманчук, О.М. Ніколаєв // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2015. – Випуск 21. – С. 58-63.

4. Р.Фейнман. Фейнмановские лекции по физике. Электричество и магнетизм / Р.Фейнман, Р.Лейтон, М.Сендс. – М.: Мир, 1965. – т.5. – 295 с.

5. Бугаєнко Г.О. Курс теоретичної фізики. Електродинаміка та теорія відносності / Г.О. Бугаєнко, М.Є. Фонкич. – К. : Радянська школа. – 1965. – 419 с.

**Gubanova Antonina Alexandrovna**

*Kamianets-Podilsky Ivan Ohienko National University*

#### **METHODOLOGY OF TEACHING PHYSICS IN THE FORM OF A TUTORIAL**

*The article presents the substantiation of expediency of the introduction of the tutorial, as an effective practical training for students of day form of education. Tutorial lasts at least 4 hours astronomy, so it can be done at the expense of the hours allocated for individual and independent work of students. This form of training is borrowed from distance learning. The main approaches underpinning technologies for the tutorial are presents.*

*The Methodical development of the tutorial on "Differentiation of scalar and vector fields" for physical and mathematical students of 2 courses of University is present.*

*The theoretical part of the course consists of following topics: Scalar and vector product of two vectors, the Operator "Nabla", the Tension and the potential of the electric field, the relation between them, Concept of scalar and vector fields, the electric field in the vacuum, Function of several variables. The of partial derivative notion, total differential.*

*The main advantages of carrying out occupations in the form of tutorial: a tutorial, due to the increase in time to communicate with students, allows you to clearly grasp the basic theoretical provisions of the studied part of the course; independent work of students during the tutorial involves the fact that tutor communicates all the time with a small group of students, indicating the chances of solving the problem, which may have been issued, or which has been given little attention during the lectures and practical exercises. In this case, every student counts, on necessary it was for him a long time to complete, preparation of a presentation and its cast contributes to the development of practice the student develops skills clear expression of own thoughts; for all participants the new terms and conditions the theory of sound many times, which helps with their absorption. Written on the posters of the theories studied in the course also provide important visual perception; teacher form classes – tutorial provides the most objective assessment of student learning; during the lesson the students are encouraged to develop professional competence: theoretical (vocational) training; communication skills; independent work skills; creativity; skills in preparing presentations and use of multimedia devices; students experiencing emotional stress, the feeling of satisfaction from learning.*

**Key words** *Tyutorial, independent work, presentation of,elektrodinamika, vectorial operator, differentiation*

**А.А. Губанова**

*Каменец-Подольский национальный университет имени Ивана Огиенко*

**МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ В ФОРМЕ  
ТЮТОРИАЛА**

*В статье приведено обоснование целесообразности использования практических занятий со студентами дневной формы обучения в формате тьюториала.*

*За счет его длительности (как минимум, 4 астрономических часа) в тьюториал включено 5 основных этапов. 1. Доклад тьютора, в котором приводятся основные концепции курса, применяемые в изученной теме или нескольких темах курса. Во время доклада используются иллюстративные материалы, которые остаются записанными на доске или плакатах. 2. Практическая часть - студенты самостоятельно выполняют задания. Полученные решения оформляют в форме презентации. 3. Проведение презентаций. 4. Обсуждение презентаций. 5. Подведение итогов.*

*Приведена детальная разработка содержательной части тьюториала по теме « Дифференцирование скалярных и векторных полей». Сделаны выводы, включающие преимущества рассмотренной формы практического занятия.*

**Ключевые слова:** *тьюторал, самостоятельная работа, электродинамика, дифференцирование, скалярное и векторное поля, оценка знаний.*

**ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА**

**Губанова Антоніна Олександрівна** – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

*Коло наукових інтересів:* фізика твердого тіла, проблеми методики навчання фізики.