2. *Ахундов М. Ф.* Сборник статей. – Баку : "Элм", 1962. – 213 с. (на азербайджанском языке).
3. *Ахундов М. Ф.* Сочинения : в 3-х томах. – Т. II. – Баку : "Элм", 1988. – 256 с. (на азербайджанском языке).
4. *Ахундов М. Ф.* Сочинения : в 3-х томах. – Т. II. – Баку : "Элм", 1961. – 289 с. (на азербайджанском языке).
5. *Ахундов М. Ф.* Сочинения : в 3-х томах. – Т. III. – Баку : "Элм", 1988. – 185 с. (на азербайджанском языке).
6. *Касум-заде Ф.* История азербайджанской литературы в XIX веке. – Баку : Маариф, 1974. – 358 с. (на азербайджанском языке).
7. *Акпинар Явуз.* Энциклопедическая личность // Азербайджан. – 1982. – № 10. – С. 17-24 (на азербайджанском языке).
8. *Гаджар М.* Несколько воспоминаний о жизни М. Ф. Ахундова. – РАФ. – Архив № 2, инв. 494. (на азербайджанском языке)/
9. *Тазкирейи-Зияи*. – РАФ. – D-269 (8135, II с. 81).
10. *Агаджани Т. Х.* Роль игры в психическом развитии детей (по материалам города Тегерана) // Вектор науки Тольяттинского Государственного Университета. Серия педагогика и психология. – № 3. – 2010. – С. 15-20.

Aslanly M. I. The thinker M. F. Akhundov about human health.

M. F. Akhundov played a prominent role in the development of socio-political, philosophical and artistic thought in Azerbaijan in XIX century. In his work, and the general education activities, along with other progressive ideas about the future of the people, and the most important place is occupied by issues of physical culture and health.

***Keywords**: M. F. Akhundov Azerbaijani literature, health, education.*

Асланли М. І. Мислитель М. Ф. Ахундов про здоров'я людини.

М. Ф. Ахундов зіграв визначну роль у розвитку суспільно-політичної, філософської та художньої думки Азербайджану в XIX столітті. У його творчості і широкої просвітницької діяльності, поряд з іншими прогресивними ідеями про майбутнє народу, найважливіше місце займають і питання фізичної культури та здоров'я.

***Ключові слова**: М. Ф. Ахундов, азербайджанська література, здоров'я людини, педагогіка.*

УДК 538.3+372.853

Величко С. П.
Кіровоградський педагогічний університет імені Володимира Винниченка,
Мороз І. О.
Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка,
Песоцька І. О.
Управління освіти і науки Сумської обласної державної адміністрації

МЕТОДИКА ОБҐРУНТУВАННЯ ОДНОЗНАЧНОСТІ РОЗВ'ЯЗКІВ РІВНЯНЬ МАГНІТНОГО ПОЛЯ В КУРСІ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ

У статті пропонується до розгляду один із можливих варіантів обґрунтування вибору єдиного розв'язку рівнянь Пуассона і Лапласа, що відповідає конкретній конфігурації струмів, яке викладач повинен виконати під час читання лекцій з теми "Стаціонарне магнітне поле", оскільки відсутність такого обґрунтування призводить до догматизму в сприйнятті матеріалу.

***Ключові слова:** електродинаміка, рівняння магнітного поля, розв'язання рівнянь Пуассона і Лапласа.*

Силову характеристику магнітного поля електричних струмів (вектор індукції $\vec{B}$), зосереджених в обмеженій області простору, можна дослідити різними способами: наприклад, за законом Біо-Савара-Лапласа, за теоремою про циркуляцію цього вектора, або – через векторний потенціал. У свою чергу, вирази для векторного потенціалу $\vec{A}$ магнітного поля, при заданому розподілі струмів, можна розрахувати за допомогою рівнянь Пуассона і Лапласа або безпосереднім інтегруванням [1-4]. Причому останній вираз, очевидно, слід розглядати, як розв'язок рівнянь Пуассона і Лапласа [4, 7].

Як відомо, рівняння Пуассона і Лапласа є рівняннями в частинних похідних другого порядку, які допускають у загальному випадку незліченну кількість лінійно незалежних розв'язків для потенціалу, а значить і для вектора індукції магнітного поля. Тому необхідно обґрунтувати питання про те, як із величезної кількості лінійно незалежних рішень, які задовольняють рівнянням Пуассона і Лапласа, вибрати одне єдине, яке відповідає заданій конфігурації струмів.

Аналіз навчальних посібників для ВНЗ [1-3; 6-9]) і актуальних досліджень, виконаний нами, а також в [5],показує що це питання залишилося поза увагою методичної науки, не висвітлене у навчальній літературі і не завжди розглядається в лекційній практиці, що є абсолютно необґрунтованим.

Для вирішення питання про вказане обґрунтування однозначності розв'язків рівнянь Максвелла необхідно скористатися наступними, відомими студентам, теоретичними відомостями.

1. Магнітне поле за наявності струмів провідності, провідників і діелектриків описується системою рівнянь:

$$rot\vec{B} = \mu\mu_0\vec{j} \text{ (або } rot\vec{H} = \vec{j}\text{) і } div\vec{B} = 0 ,$$

де μ – магнітна проникність речовини, яка формальним чином ураховує наявність у ньомумолекулярних струмів, $\vec{j}$ – об'ємна густина струмів провідності, μ_0 – магнітна стала, $\vec{H}$ – напруженість магнітного поля, яка пов'язана з індукцією поля матеріальним рівнянням $\vec{B} = \mu\mu_0\vec{H}$.

2. Для векторів $\vec{B}$ і $\vec{H}$, що характеризують електричне поле, справедливі так звані граничні умови, які визначають поведінку їх нормальних і тангенціальних складових на межі середовищ з різною магнітною проникністю.

3. Індукція магнітного поля виражається через векторний потенціал наступним чином: $\vec{B} = rot\vec{A}$.

4. Взаємодія електричних зарядів виражається через вектори, що характеризують поле:

$$W = \frac{1}{2}\int_V \vec{B}\vec{H}dV . \qquad (I)$$

Останній вираз дає можливість стверджувати, що в кожній одиниці об'єму магнітного поля локалізована енергія: $u = \frac{dW}{dV} = \frac{1}{2}\vec{B}\vec{H},$ тобто енергія взаємодії струмів зосередженаумагнітному полі.

5. Для магнітного поля справедливий принцип суперпозиції.

Отже, нехай задана система тіл, серед яких є як провідники з відомим розподілом струмів, так і інші речовини з відомою магнітною проникністю, за допомогою якої враховується молекулярні струми, які завжди існують в атомах та молекулах. Таким чином, будемо вважати, що в кожній точці простору відома густина струмів провідності і магнітна проникність речовини. Доведемо, що магнітне поле, заданої системи молекулярних струмів і струмів провідності, описується єдиним набором характеристик поля $\vec{A}$, $\vec{B}$ і $\vec{H}$, які задовольняють рівнянням Максвелла і граничним умовам. Доведення будемо вести від протилежного, тобто припустимо, що існує декілька різних виразів для векторного потенціалу, напруженості та індукції магнітного поля, створеного сукупністю вказаної системи струмів.

Усі величини, які відносяться до деякого одного набору характеристик поля, позначимо одним штрихом, а до деякого іншого - двома штрихами. Для першого набору характеристик маємо:

$$\vec{B}' = rot\vec{A}'\,;\ rot\vec{H}' = \vec{j}\,;\ div\vec{B}' = 0. \qquad \text{(II)}$$

Аналогічним рівнянням задовольняє другий набір характеристик поля:

$$\vec{B}'' = rot\vec{A}''\,;\ rot\vec{H}'' = \vec{j}\,;\ div\vec{B}'' = 0. \qquad \text{(III)}$$

Використовуючи принцип суперпозиції, можна вважати, що поле, яке описується, наприклад, величинами $\vec{A}'$, $\vec{B}'$ і $\vec{H}'$ є суперпозицією поля $\vec{A}''$, $\vec{B}''$ і $\vec{H}''$, і деякого третього поля $\vec{A}$, $\vec{B}$ і $\vec{H}$, яке умовно назвемо різнецевим полем:

$$\vec{B} = \vec{B}' - \vec{B}''\,;\ \vec{H} = \vec{H}' - \vec{H}''\,;\ \vec{A} = \vec{A}' - \vec{A}''$$

і запишемо рівняння, яким задовольняє різнецеве поле:

$$\vec{B} = rot\vec{A}\,;\ rot\vec{H} = 0\,;\ div\vec{B} = 0. \qquad \text{(IV)}$$

Якщо наше припущення про можливість існування різних розв'язків рівнянь Максвелла вірне, тобто можливе існування різних полів, які відповідають заданій конфігурації струмів, то з кожним із цих полів має бути пов'язана енергія, яка визначається виразом (I) і, отже, енергія різнецевого поля повинна дорівнювати:

$$W = \frac{1}{2}\int_V \vec{B}\vec{H}dV = \frac{1}{2}\int_V \frac{B^2}{\mu\mu_0}dV. \qquad \text{(V)}$$

Виконаємо перетворення правої частини, використовуючи відому формулу векторного аналізу, яка для векторів $\vec{H}$ і $\vec{A}$ матиме вигляд:

$$div[\vec{A}\vec{H}] = \vec{H}rot\vec{A} - \vec{A}rot\vec{H}.$$

Тому вираз (V) запишемо таким чином:

$$W = \frac{1}{2}\int_V \vec{A}rot\vec{H}dV + \frac{1}{2}\int_V div[\vec{A}\vec{H}]dV.$$

Перший інтеграл у правій частині дорівнює нулю (див. (IV)), тому маємо:

$$W = \frac{1}{2}\int_V div[\vec{A}\vec{H}]dV.$$

До інтегралу у правій частині застосуємо формулу Остроградського-Гаусса:

$$W = \frac{1}{2}\int_V div[\vec{A}\vec{H}]dV = \frac{1}{2}\oint_S [\vec{A}\vec{H}]d\vec{S}, \qquad \text{(VI)}$$

де S – замкнута поверхня, яка охоплює об'єм V.

У формулі Остроградського-Гаусса (VI) у правій частині поверхня інтегрування – довільна, але вона повинна охоплювати об'єм, за яким виконується інтегрування. Це може бути як власна поверхня виділеного об'єму V, так і поверхня незрівнянно більша за його власну поверхню (але обов'язково її охоплювати).

Розширивши межі інтегрування в (VI) на весь простір, який зайнятий магнітним полем, ми можемо знайти всю енергію різнецевого поля, тобто інтегрування в (VI) виконуємо по всьому об’єму, включаючи і нескінченно віддалені точки. Систему тіл зі струмами провідності і молекулярними струмами, які існують в обмеженій частині простору, по відношенню до дуже віддалених точок, можна розглядати як магнітний момент, що знаходиться у центрі сфери нескінченно великого радіусу. Потенціал $\vec{A}$ поля магнітного моменту зменшується не повільніше ніж $1/R^2$, де R – відстань від точки, де зосереджений магнітний момент, до точки спостереження (поверхні сфери). Модуль вектора $\vec{H}$ магнітного моменту зменшується не повільніше, ніж $1/R^3$. Отже, їх добуток зменшується не повільніше, ніж $1/R^5$, тоді як поверхня росте не швидше ніж $\sim R^2$.

Тому інтеграл $\frac{1}{2}\oint_S \left[\vec{A}\vec{H}\right] d\vec{S}$ по нескінченно віддаленій поверхні дорівнює нулю. Рівність нулю цього інтегралуна поверхні, що обмежує поле, означає, що енергія різницевого поля дорівнює нулю:

$$W = \frac{1}{2}\int_V \vec{H}\vec{B}dV = \frac{1}{2}\int \mu\mu_0 B^2 dV = 0.$$

Оскільки квадратична функція B^2не може бути від’ємною, то в будь-якій точці різницевого поля величина B^2, а, отже, і B дорівнює нулю. Таким чином, різницевого поля не існує, а тому:

$$\vec{B}' = \vec{B}''; \ \vec{H}' = \vec{H}''; \ \vec{A}' = \vec{A}''.$$

Таким чином, наше припущення про можливе існування безлічі розв’язків рівнянь Пуассона і Лапласа, які задовольняють рівнянь Максвелла і граничним умовам, для заданої конфігурації струмів виявляється невірним, що і визначає твердження: розв’язок, який задовольняє рівнянням поля і граничним умовам, є єдиним.

Розглянута методика обґрунтування однозначності розв’язків рівнянь Максвелла ставить остаточну точку у формуванні уявлень студентів про властивості магнітного поля та методи його розрахунку і в запропонованому (чи іншому) варіанті обов’язково повинна використовуватися викладачами в лекційному курсі, оскільки без такого обґрунтування студенти повинні прийняти “на віру” розв’язок задачі про обчислення характеристик поля.

Оскільки вектор напруженості $\vec{E}$ електричного поля виражається через скалярний потенціал (φ), а останній, як і векторний потенціал $\vec{A}$ магнітного поля, визначається розв’язками рівнянь Пуассона і Лапласа, то, очевидно, залишається невирішеним питання і про методичне обґрунтування у навчальному процесі підготовки вчителів фізики однозначності розв’язків рівнянь Максвелла і для електричного поля, а в загальнішому випадку – і для електромагнітного поля.

Використана література:

1. *Бредов М. М.* Классическая электродинамика / М. М. Бредов, В. В. Румянцев, И. Н. Топтыгин. – М. : Наука, 1985. – 400 с.
2. *Тамм И. Е.* Основы теории электричества / И. Е. Тамм. – М. : Наука, 1966. – 624 с.
3. *Мултановский В. В.* Курс теоретическойфизики. Классическая электродинамика / В. В. Мултановский, А. С. Василевский. – М. : Просвещение, 2006. – 352 с.
4. *Мороз І. О.* Основи електродинаміки. Магнітостатика : навчальний посібник / І. О. Мороз. – Суми : Видавництво “МакДен”, 2011. – 162 с.
5. *Коновал О. А.* Теоретичні та методичні основи вивчення електродинаміки на засадах теорії відносності: монографія / О. А. Коновал. – Кривий Ріг : Видавничий дім, 2009. – 346 с.
6. *Сивухин Д. В.* Общий курс физики. Электричество. – Т. III / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1977. – 688 с.

7. *Матвеев А. Н.* Электричество и магнетизм / А. Н. Матвеев. – М. : Высшая школа, 1983. – 463 с.
8. *Белодед В. И.* Электродинамика: / В.И. Белодед. – М. : Инфа-М. Новое знание, 2011. – 208 с.
9. *Сомов А. М.* Электродинамика / В. В. Старостин, С. Д. Бенеславский. – М. : Горячая линия – Телеком. 2011. – 198 с.

Величко с. П., Мороз И. А., Песоцка И. А. Методика обоснования однозначности решений уравнений магнитного поля в курсе электродинамики.

В статье предлагается к рассмотрению один из возможных вариантов обоснования выбора единственного решения уравнений Пуассона и Лапласа, который отвечает конкретной конфигурации токов, которое преподаватель должен выполнить во время чтения лекций по теме "Стационарное магнитное поле", поскольку отсутствие такого обоснования приводит к догматизму в восприятии материала.

Ключевые слова: *электродинамика, уравнение магнитного поля, решение уравнений Пуассона и Лапласа.*

Velichko S. P., Moroz I. O., Pesocka I. O. Method of ground of unambiguity of decisions of equalizations of magnetic-field in a course an electrodynamics.

In the article offered to consideration one of possible variants of ground of choice of the unique decision of equalizations of Puassona and Laplace which answers concrete configuration of currents, which a teacher must execute during reading of lectures on the topic the "Stationary magnetic field", as absence of such ground results in dogmatism in perception of material.

Keywords: *electrodynamics, equalization of magnetic-field, decision of equalizations of Puassona and Laplace.*

УДК 37.016:53

Войтків Г. В.
Загальноосвітня школа № 6, м. Івано-Франківськ,
Баштовий В. І.
Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УЧНІВ ІЗ ПОЧАТКОВИМ РІВНЕМ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ

У статті розглянемо психолого-педагогічну характеристику учнів із початковим рівнем навчальних досягнень для можливості диференційованого підходу до вибору методів, форм та засобів призначених для підвищення результативності та ефективності навчально-пізнавальної діяльності з фізики.

Ключові слова: *психологічна характеристика учня, педагогічна характеристика учня, рівень навчальних досягнень.*

Серед індивідуальних особливостей школярів звертаємо особливо увагу на ті, які задіяні у навчально-пізнавальній діяльності і від яких залежить результативність навчання та якість здобутих знань. Тому зупинимося на: характеристиці уваги, сприймання, пам'яті, мислення та уяви учнів; особливостях вище названих когнітивних процесів характерних для учнів із початковим рівнем навчальних досягнень (ПРНД), які слід враховувати вчителям в процесі навчання.

Особливості уваги та сприймання. Однією з найважливіших психічних особливостей, що забезпечує процес навчання дитини, є увага. Вона нерозривно пов'язана з діяльністю особистості, у діяльності існує і нею підтримується. Послаблення її