

МАКСВЕЛЛНИНГ УЗЛУКСИЗЛИК ТЕНГЛАМАСИНИНГ БАЁН ҚИЛИШ УСУЛИ

*Халилов Мухаммаджон Тургунович,
Юсунов Абдурашид Хамидиллаевич
Андижон машинасозлик институти*

*Агар Галилей ва Нютонлар инсониятга
механикани тақдим этишган бўлса,
Фарадей ва Максвеллар электродинамикани
тақдим қилишди.*

А.Эйнштейн

Аннотация. Мақолада М.Фарадей томонидан биринчилардан кашф қилинган зарядларни сақланиш қонунини Максвелл томонидан дифференциал шаклда баён қилиш усули келтирилган.

Калит сўзлар: узлуксизлик тенгламаси, зарядларни сақланиш қонуни, зарядлар зичлиги, токзичлигини оқими.

Аннотация. В статье представлен метод дифференциального выражения закона сохранения зарядов Максвелла, открытый М. Фарадеем в дифференциальной форме.

Ключевые слова: уравнение неразрывности, закон сохранения заряда, плотность заряда, зарядный ток.

Abstract. The article presents the method of differential expression of the law of conservation of charges by Maxwell, which was discovered by M. Faraday in a differential form.

Key words: continuity equation, charge conservation law, charge density, charge current.

Тажриба натижаларини умумлаштириб, инглиз физиги М.Фарадей табиатнинг фундаментал қонунларидан бири бўлган зарядларни сақланиш қонунини кашф қилди: электр зарядлари ўз-ўзидан пайдо бўлмади ва йўқолмади, улар фақат бир жисмдан бошқа жисмга ўтади ёки берилган жисм ичида кўчади ва ёпиқ системани ичида электр зарядларининг алгебраик суммаси ўзгармай қолади [5, 6, 14].

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = const \quad (1)$$

Кейинчалик инглизфизиги Жемс Клерк Максвелл 1831-1879 йиллари яшаб ижод қилиб, Фарадей ғоялари, тажрибаларини, қонунларини ўрганиб чиқиб, уларни математик шаклда ёзиш мумкин деган хулосага келади. Бу қўйилган мақсадни мувоффақиятли амалга оширади [1, 5, 6-9].

Бунга мисол тариқасида Фарадейнинг зарядларни сақланиш қонунини математик моделлаштириб, узлуксизлик тенгламасини ёзиб кўрсатади [1-10].

Бу мавзуни электромагнетизмнинг электростатика қисмида баён қилишнинг илжи йўқ, чунки, тенгламада ток зичлигининг оқими мавжуд, шунинг учун Ом ва Жоуль-Ленц қонунларининг дифференциал шакли мавзусидан кейин баён қилинса мақсадга мувофиқ бўлади [4, 10].

Бизга маълумки зарядларни хажми бўйича зичлиги қуйидагича аниқланади:

$$\rho = \frac{dq}{dV} \quad (2)$$

Бунда ρ – зарядлар зичлиги, q – зарядлар миқдори, V – хажм. Бу тенгламадан зарядлар миқдорининг ўзгаришини топсак

$$dq = \rho dV \quad (3)$$

Бу ифодадан заряд миқдорини аниқласак

$$q = \int_V \rho dV \quad (4)$$

формулани ҳосил қиламиз. Бу тенламанинг чап ва ўнг томонларини $\frac{d}{dt}$ га кўпайтирсак,

$$\frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt} \int_V \rho dV = \int_V \frac{\partial \rho}{\partial t} dV \quad (5)$$

Тенглама ҳосил бўлади. Ушбу тенгликни чап томонидан $\frac{dq}{dt}$ – заряд миқдорининг вақт бирлиги ичида ўзгариши ток кучини ҳосил қилади.

У ҳолда 5-тенгламани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин.

$$I = \int_V \frac{\partial \rho}{\partial t} dV \quad (6)$$

Иккинчи томондан ток кучини ёпиқ сирт бўйича ток зичлиги орқали ифодаланиши

$$\vec{I} = \oint_V \vec{j} dS \quad (7)$$

Энди 7 – тенгликни 6- ифодага қўйсак

$$\oint_V \vec{j} dS = - \int_V \frac{\partial \rho}{\partial t} dV \quad (8)$$

Бу тенгламадаги ток кўрилатган хажмдан чиқаётган бўлса, мусбат ишорали бўлади, агар хажмга кираётган бўлса манфий ишорали бўлади, бу бизнинг ҳолатимизга тўғри келади.

Лекин бу тенгламанинг чап томони ёпиқ сирт бўйича, ўнг томонидан эса хажм бўйича интеграллардан иборат, бу тенгламадаги сирт бўйича интегрални, хажм бўйича интегралга айлантириб олиш учун қуйидаги Гаусс – Остроградский теоремасидан фойдаланамиз [4-16].

$$\int_V \operatorname{div} \vec{j} dV = \int_S \vec{A} dS \quad (9)$$

Ушбу ҳолатда 8 тенгламанинг чап томонини қуйидаги кўринишда ёзиб оламиз:

$$\oint_V \operatorname{div} \vec{j} dV = - \int_V \frac{\partial \rho}{\partial t} \quad (10)$$

деб олиб, бу ифодани 8 тенгламанинг чап томонига қўйиб интегралларни қўшиб қуйидаги формулани ҳосил қиламиз.

$$\int_V \left(\operatorname{div} \vec{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} \right) dV = 0 \quad (11)$$

Бизга маълумки, интеграл нолга тенг бўлиши учун, интеграл остидаги ифода нолга тенг бўлиши керак, яъни

$$\operatorname{div} \vec{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 \quad (12)$$

Бу тенглама зарядларни сақланиш қонунини математик шаклда ифодаланган тенглама бўлиб, Максвеллнинг дифференциал шаклидаги узликсизлик тенгламаси дейилади [3,13-15].

Сўнги келтириб чиқарилган тенглама қуйидаги маънони англатади: берилган хажмдаги заряд зичлиги вақтдан боғлиқ равишда ўзгарса ток зичлигининг оқимини ҳосил қилади [17-21].

Шундай қилиб Максвелл Фарадейнинг зарядларни сақланиш қонунини узликсизлик тенгламаси шаклида ёзиб беради.

Келинг тенгламани таҳлил қилиб кўрайлик. Агар ўзгармас тлк бўлганида заряд зичлиги ҳар бир нуқтада ўзгармас бўлади, унда

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 \quad (13)$$

Шунинг учун ўзгармас ток ҳолатида узликсизлик тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\operatorname{div} \vec{j} = 0 \quad (14)$$

Бу тенгламанинг физик маъноси, ўзгармас ток чизиқларини боши ва охири ҳам бўлмайди. Унинг моҳияти бу чизиқлар ёпиқ бўлиши мумкин ёки

чексизлик томон йўналган бўлади. Шундай қилиб, силжиш токи j чизиқлари зарядлар зичлигини ўзгартириб турган нуқталаридан бошланади ва тугайди.

Ток зичлиги зарядларнинг ҳаракати билан боғлиқ, шунинг учун буни ўтказувчанлик токи ёки силжиш яъни кўчиш токи деб ҳам айтилади. Ўтказувчанлик токининг чизиқлари ўзгарувчан ток ҳолатида ёпиқ бўлмайди.

Фойдаланилган адабиётлар

1. N.Sultonov, "Fizika kursi" darslik, T: Fan va texnologiya-2011
2. K.P. Abduraxmonov, O'.Egamonov, "Fizika kursi" darslik, Toshkent-2010
3. I.V. Savelev "Umumiy fizika kursi" O.T.O'.Yurt. uchun o'quv yordamlanma II tom "O'qituvchi" nashriyoti, Toshkent-1975
4. T.I. Trofimova, "Kurs fiziki", Uchebnik dlya stud. vuzov-M.: "Akademiya" 2007
5. M. Ismoilov, K.P. Habibullaev, M. Xalulin, "Fizika kursi", T: O'zbekiston-2020
6. S.Orifjonov, Elektromagnetizm, "Noshir", Toshkent-2011.
7. Khamidillaevich, Y. A. (2019). Problems of Introduction of Innovative Technologies and Modern Equipment in the Fishing Industry. International Journal of Research Studies in Electrical and Electronics Engineering (IJRSEEE), 5 (4), 23-25.
8. Юсупова, У. А., & Юсупов, А. Х. (2022). ЎЗГАРМАС ТОК ҚОНУНЛАРИ БЎЛИМИНИ ЎҚИТИЛИШИДА НАМОЙИШ ТАЖРИБАСИНИНГ ЎРНИ. *PEDAGOGS jurnali*, 17(1), 210–214.
9. Olimov, L. O., & Yusupov, A. K. (2021a). TEMPERATURE DEPENDENCE OF TRANSISTOR CHARACTERISTICS OF ELECTRIC SIGNAL AMPLIFICATION IN OPTOELECTRONIC DEVICES. *Theoretical & Applied Science*, 8, 169–171.
10. Olimov, L. O., & Yusupov, A. K. (2021b). The Influence Of Semiconductor Leds On The Aquatic Environment And The Problems Of Developing Lighting Devices For Fish Industry Based On Them. *The American Journal of Applied Sciences*, 3(02), 119–125.
11. Olimov, L. O., & Yusupov, A. K. (2022). DETERMINATION OF EFFICIENT OPTICAL SOURCES OF AIR PROPAGATION FOR FISHERIES BIOPHYSICAL DEVICES. *European International Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies*, 2(10), 1–8.
12. Olimov, L., Yusupov, A., & Alizhanov, D. (2019). INNOVATIVE FISH FARMING DEVICE. *SCIENCE AND INNOVATIVE DEVELOPMENT*, 2(6), 103–107.
13. Olimov Lutfiddin Omanovich, Y. (2020). Problems Of Implementation Of Semiconductored Leds For Fishery Lighting Devices. *The American Journal of Engineering and Technology*, 189–196.
14. Omanovich, O. L., Khamidovich, A. A., & Khamidillaevich, Y. A. (2022). *Scheme of high voltage generation using semiconductor transistors.*

15. Xalilov, M. T., & Yusupov, A. K. (2022). THE METHOD OF EXPRESSING MAXWELL'S EQUATIONS IN AN ORGANIC SERIES ACCORDING TO THE RULES, LAWS AND EXPERIMENTS IN THE DEPARTMENT OF ELECTROMAGNETISM. *European International Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies*, 2(10), 09–15.
16. Yusupov, A. K. (2021). Creating a biophysical trapping device based on an optical radiation source with a light-emitting diode. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 11(4), 1530–1536.
17. Alijanov D.D., Topvoldiyev N.A. (2021). SOLAR TRACKER SYSTEM USING ARDUINO. *Theoretical & Applied Science*, 249-253.
18. Alijanov D.D., Topvoldiyev N.A. (2022). PHYSICAL AND TECHNICAL FUNDAMENTALS OF PHOTOELECTRIC SOLAR PANELS ENERGY. *Theoretical & Applied Science*, 501-505.
19. Topvoldiyev N.A, Komilov M.M. (2022). DETERMINING THE TIME DEPENDENCE OF THE CURRENT POWER AND STRENGTH OF SOLAR PANELS BASED ON THE EDIBON SCADA DEVICE. *Web of Scientist: International Scientific Research Journal*, 1902-1906.
20. Topvoldiyev N.A., Komilov M.M. (2022). Stirling's Engine. *Texas Journal of Multidisciplinary Studies*, 95-97.
21. Abdulhamid o'g'li, T. N., Maribjon o'g'li, H. M., & Baxodirjon o'g'li, H. I. (2022). BIPOLYAR TRANZISTORLAR. *E Conference Zone*, 150–152.