

РОЗРОБКА ЕМУЛЯТОРІВ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ

Вінницький національний технічний університет.

Анотація

У статті детально проаналізовано методику проведення лабораторних робіт з фізики, що є важливою складовою навчального процесу для здобуття практичних навичок і розуміння теоретичних аспектів фізичних явищ. Наведено теоретичні відомості, необхідні для ефективного та глибокого освоєння тематики лабораторних занять, що охоплюють ключові процеси функціонування височастотного апарата УВЧ-30 та гелій-неонового лазера. Описано принципи дії цих апаратів, їх технічні характеристики, а також способи безпечного використання в лабораторних умовах. Показано результати розробки емуляторів фізичних процесів, що дозволяють моделювати поведінку електромагнітних хвиль, явищ інтерференції, дифракції та лазерного випромінювання для наочного демонстрування студентам фізичних закономірностей. Використання емуляторів сприяє поглибленому розумінню складних фізичних процесів, підвищує інтерес до предмета та сприяє активному засвоєнню знань.

Ключові слова: емулятор, фізичні процеси, фізика, УВЧ-30, гелій-неоновий лазер.

Abstract

The article analyzes in detail the methodology of laboratory work in physics, which is an important component of the educational process for acquiring practical skills and understanding the theoretical aspects of physical phenomena. The theoretical information necessary for effective and in-depth mastering of the subject of laboratory classes covering the key processes of the operation of the UHF-30 high-frequency device and the helium-neon laser is given. The principles of operation of these devices, their technical characteristics, as well as methods of safe use in laboratory conditions are described. The results of the development of emulators of physical processes that allow modeling the behavior of electromagnetic waves, interference phenomena, diffraction, and laser radiation are shown to visually demonstrate physical laws to students. The use of emulators contributes to an in-depth understanding of complex physical processes, increases interest in the subject and promotes active assimilation of knowledge.

Keywords: emulator, physical processes, physics, UHF-30, helium-neon laser.

Вступ

Розвиток цифрових технологій дозволяє створювати точні та ефективні моделі для вивчення фізичних процесів, які важко або небезпечно досліджувати експериментально. Одним з головних предметів, який вимагає не тільки теоретичного знання, але й практичного застосування, є фізика. Застосування сучасних підходів та інструментів у дистанційному навчанні може значно покращити якість освіти з фізики. Різноманітні онлайн-ресурси, симулятивні програми, відеолекції можуть забезпечити студентам набувати практичні навички у віртуальному середовищі.

Емулятори забезпечують можливість моделювати реальні фізичні процеси в контрольованих умовах, підвищуючи доступність та безпеку наукових досліджень і навчання. Це робить їх незамінним інструментом у сучасній фізиці та освіті.

Метою роботи є розробка двох емуляторів для лабораторних робіт.

Теоретична частина лабораторної роботи №1

В першій лабораторній роботі використовується апарат УВЧ-30, спрощена блок-схема якого зображена на рисунку 1.1. Апарат складається з блоку живлення (ДЖ), перешкодоусуваючого пристрою (ПП), лампового генератора (ЛГ), терапевтичного контура (ТК), і пристосувань, які називаються електродами пацієнта (ЕП) та аплікатори вихрових струмів (ЕВС-1). Два останні використовуються для здійснення локального терапевтичного впливу на тканини організму пацієнта відповідно електричним і магнітним полям ультрависокої частоти (скорочено УВЧ).

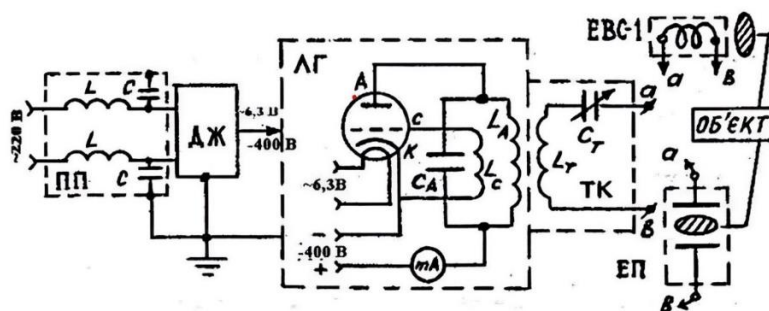


Рисунок 1.1 – Спрощена схема апарату УВЧ-30

Ламповий генератор створює електромагнітні коливання, частота яких задається значеннями індуктивності і ємності коливального контура, ввімкненого в анодне коло генераторної лампи (рис. 1). Терапевтичний контур L_1C_1 , зв'язаний індуктивно з коливальним контуром L_aC_a , сприймає від нього енергію електромагнітних коливань і передає її на пристосування ЕП чи ЕВС-1, які підключаються до його виходу. При цьому найбільша передача енергії досягається при резонансі контурів, що здійснюється шляхом регулювання ємності конденсатора C_m . Момент появи резонансу фіксується за максимальним відхиленням стрілки індикатора, ввімкненого в анодне коло лампи. Блок живлення перетворює напругу мережі змінного струму в напруги, котрі забезпечують роботу лампового генератора.

Портативний апарат УВЧ-30 призначений для місцевої лікувальної дії на тканини організму електричним чи магнітним полями УВЧ і використовується в клініці при лікуванні неврологічних, шкіряних, отоларингологічних, стоматологічних та інших захворювань, які проявляються в дорослих і в дітей.

Малі габарити і маса апарату дозволяють використовувати його не тільки в фізіотерапевтичних кабінетах, але і біля ліжка хворого при стаціонарному лікуванні чи в амбулаторних умовах. З усього розглянутого про механізми впливу електричного і магнітного полів УВЧ та ВЧ, високочастотних струмів на тканини організму можна зробити висновок про те, що первинною терапевтичною дією є тепловий ефект.

Теоретична частина лабораторної роботи №2

В другій лабораторній роботі використовуються квантові системи (атоми, молекули, іони) які можуть знаходитись в різних енергетичних станах, які прийнято характеризувати енергетичними рівнями. В основному (стаціонарному) стані частинки речовини мають мінімальну енергію, якій відповідає основний енергетичний рівень. В цьому стані квантова система, наприклад атом, може знаходитись тривалий час. При поглинанні енергії ззовні атоми речовини переходять в збуджений стан, тобто на вищий енергетичний рівень. Час перебування атома в збудженому стані обмежений і складає приблизно 10^{-8} секунди. Проте існують збуджені стани з відносно більшим часом "життя" (порядку 10^3 секунди), які називаються метастабільними, а відповідні їм енергетичні рівні - метастабільними рівнями.

Принципіальна структурна схема газового лазера зображена на рисунку 1.3.

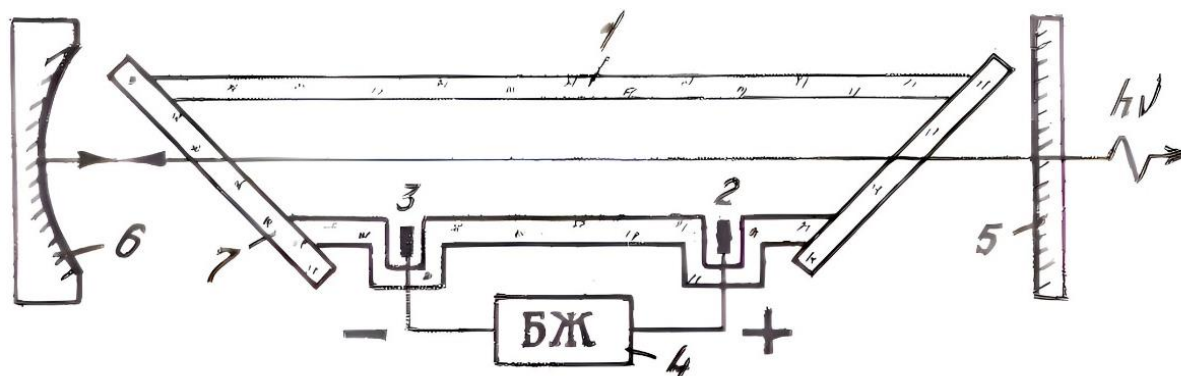


Рисунок 1.3. – Структурна схема газового лазера

Основним конструктивним елементом є наповнена газовою сумішшю газорозрядна трубка 1 з анодом 2 і катодом 3, на які подається висока стабілізована напруга від блока живлення 4. Для збільшення потужності випромінювання використовується оптичний резонатор, який складається з плоского 5 і сферичного 6 дзеркал з багат шаровим діелектричним покриттям. Відбиваючись від дзеркал і багаторазово проходячи вздовж осі трубки, потік фотонів на своєму шляху втягує в процес індукованого випромінювання все більше атомів неону, що веде до зростання інтенсивності генерованого випромінювання.

Через складну структуру енергетичних рівнів 3 і 2 (наявність підрівнів) збуджений атом неону випромінює декілька різних довжин хвиль в інфрачервоному та видимому діапазонах. Багат шарова структура дзеркал внаслідок інтерференції забезпечує необхідний коефіцієнт відбивання для однієї довжини хвилі. Цьому сприяє також підбір відповідної довжини оптичного резонатора. Через це випромінювання лазера монохроматичне, тобто генерується хвиля певної довжини.

Газорозрядна трубка 1 закрита з торців (з двох кінців) плоскопаралельними скляними пластинками 7, які встановлені під кутом Брюстера до осі трубки, що створює умови для повної поляризації лазерного випромінювання.

Таким чином, індуковане випромінювання лазера характеризується високим ступенем когерентності, строгою монохроматичністю, достатньо великою потужністю, повною поляризованістю, вузькою спрямованістю.

Лазерний промінь широко використовується в ролі скальпеля, який має цілий ряд переваг перед звичайним, а саме: дозволяє проводити майже безкровні операції, забезпечує повну стерильність, покращує поле зору для хірурга. Лазерна мікрохірургія ока успішно лікує глаукому, катаракту, відшарування сітківки. Лазерний скальпель використовується також для проведення хірургічних операцій з урології, кардіології, дерматології та ін. Застосовується лазерний промінь і з діагностичною метою для одержання об'ємного зображення внутрішньої порожнини шлунку, для судинної ендоскопії (ангіоскопії). Для визначення основних характеристик лазерного випромінювання - довжини хвилі та енергії кванта – використовується явище дифракції лазерного променя на дифракційній решітці.

Дифракційна решітка. являє собою скляну пластину, на якій через рівні проміжки a нанесені непрозорі штрихи шириною b . Проміжки між штрихами є по суті прозорими щілинами, які пропускають світло. Сумарна ширина штриха і щілини називається сталою або періодом d дифракційної решітки, тобто $d = a + b$.

Схема установки зображена на рисунку 1.4.

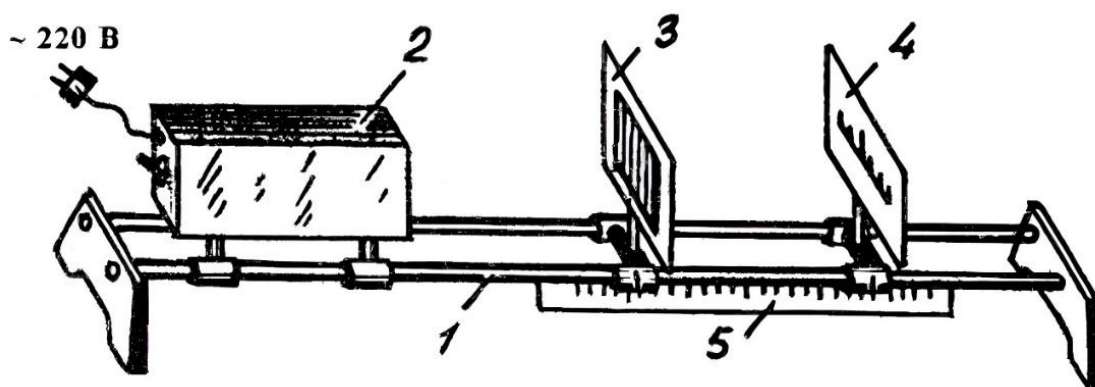


Рисунок 1.4. – Схема установки

Установка змонтована на оптичній лаві 1. Поблизу вихідного вікна 2 лазера встановлюється дифракційна решітка 3. Одержана дифракційна картина спостерігається на екрані 4, який має міліметрову шкалу. Віддаль між екраном і дифракційною решіткою вимірюється за допомогою лінійки 5.

Практична частина лабораторних робіт

Розглянемо першу лабораторну роботу з фізики під назвою «Вивчення апаратів і методів УВЧ-терапії електричним і магнітним полями та ВЧ-струмом». Метою роботи є демонстрування роботи апарату УВЧ-30, зображення якого наведено на рисунку 1.5.



Рисунок 1.5 – Апарат УВЧ-30

Завдання першої лабораторної роботи полягає в тому, що двох прозорих коробках знаходяться два стакани з діелектриком (гліцерин) та електролітом (натрій хлор), одні з них обмотані мідним проводом та безпосередньо з'єднанні з апаратом, в стакани вставлені градусники на яких показується температура розчинів. При створенні електричного поля потужністю 30Вт, температура розчинів в стаканах збільшується. Принцип створення електричного поля зображено на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 – Принцип створення електричного поля

В магнітному полі відбувається майже те саме, але тепер стакани обмотані мідним проводом та безпосередньо під'єднанні до апарату. При створенні магнітного поля потужність 15Вт, температура діелектрика з кожною хвилиною збільшується на 0,5 градуси, температура електроліту швидко зростає. Принцип створення магнітного поля зображено на рисунку 1.7.



Рисунок 1.7 – Принцип створення магнітного поля

В другій лабораторній роботі з фізики на тему «Вивчення гелій-неонового лазера» використовується гелій – неоновий лазер безперервної дії, в якому активним середовищем є суміш He і Ne, зображення кого наведено на рисунку 1.8.



Рисунок 1.8 – Гелій-неоновий лазер

Гелій-неоновий (He-Ne) лазер - це газовий лазер, який використовує суміш гелію (He) та неону (Ne) в якості активної середовища. Принцип роботи гелій- неонового лазера базується на стимульованій емісії світла та оптичному посиленні в активному середовищі.

Основні компоненти гелій-неонового лазера включають:

- Активне середовище: Це суміш гелію та неону, яка знаходиться в трубці з невеликим діаметром та заповнена під певним тиском. Гелій діє як носій енергії, а неон - як активатор, що додає енергію системі.
- Випромінювання: У гелій-неоновому лазері випромінювання відбувається в інфрачервоному діапазоні спектру. Енергія накопичується у випромінювачі, а потім випромінюється у вигляді когерентного світла під дією стимульованої емісії.
- Збудження: Гелій-неоновий лазер збуджується за допомогою електричного розряду. При подачі високої напруги на електроди лазера, електрони набувають енергію та переходять на вищі енергетичні рівні. При поверненні до нижчих рівнів електрони випромінюють фотони світла, які потім посилюються у процесі стимульованої емісії.
- Оптичний резонатор: Це система дзеркал, що відбивають світло внутрішньої трубки з активним середовищем. Одне з дзеркал напівпрозоре, щоб дозволити виходити лазерному променю через нього, тоді як

інше дзеркало повністю відбиває світло назад у середовище, утворюючи оптичний резонатор. Це сприяє посиленню та збереженню світлового променя всередині лазера.

- Вихідна апаратура: Це відкрита частина лазерного випромінювача, через яку виходить лазерний промінь. В основу його роботи покладено взаємодію атомів двох газів, які мають близькі енергетичні рівні. Процес роботи неонових лазера зображено на рисунку 1.9.

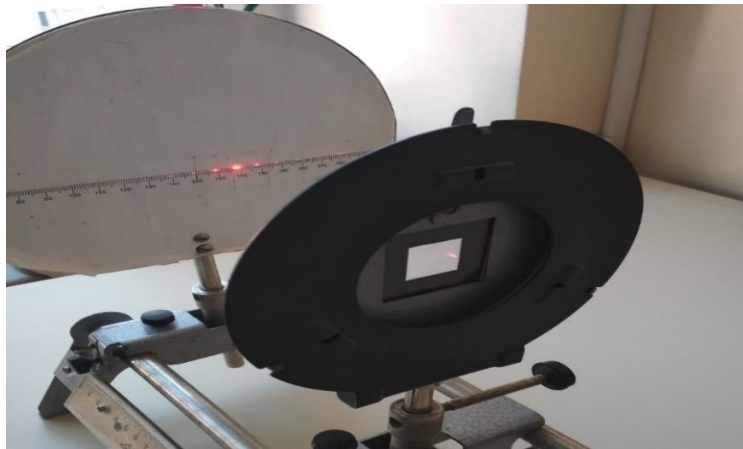


Рисунок 1.9 – Процес роботи гелій-неонових лазера

Результати розробки

У результаті виконання роботи, було розроблено емулятори для двох лабораторних робіт на тему «Вивчення апаратів і методів УВЧ-терапії електричним і магнітним полями та ВЧ-струмом» та «Вивчення гелій-неонових лазера». Розроблені емулятори дозволяють студентам виконувати практичні лабораторні роботи в умовах дистанційного навчання без відвідування фізичних лабораторій або кабінетів.

На рисунках 1.11 та 1.13 зображені результати розробки. На рисунку 1.12 та 1.14 зображено демонстрацію роботи емулятора для першої та другої лабораторної роботи.

ВИВЧЕННЯ АПАРАТІВ І МЕТОДІВ ВЧ- ТА УВЧ-ТЕРАПІЇ

Українська English

Довідка

Електричне поле УВЧ 30 Вт

Магнітне поле УВЧ 15 Вт

Гліцерин

Розчин NaCl

Старт

00:00

ДИЕЛЕКТРИК (гліцерин)

ЕЛЕКТРОЛІТ (розчин NaCl)

Рисунок 1.11 – Результат розробки емулятора для лабораторної роботи з теми «Вивчення апаратів і методів ВЧ- та УВЧ-терапії»

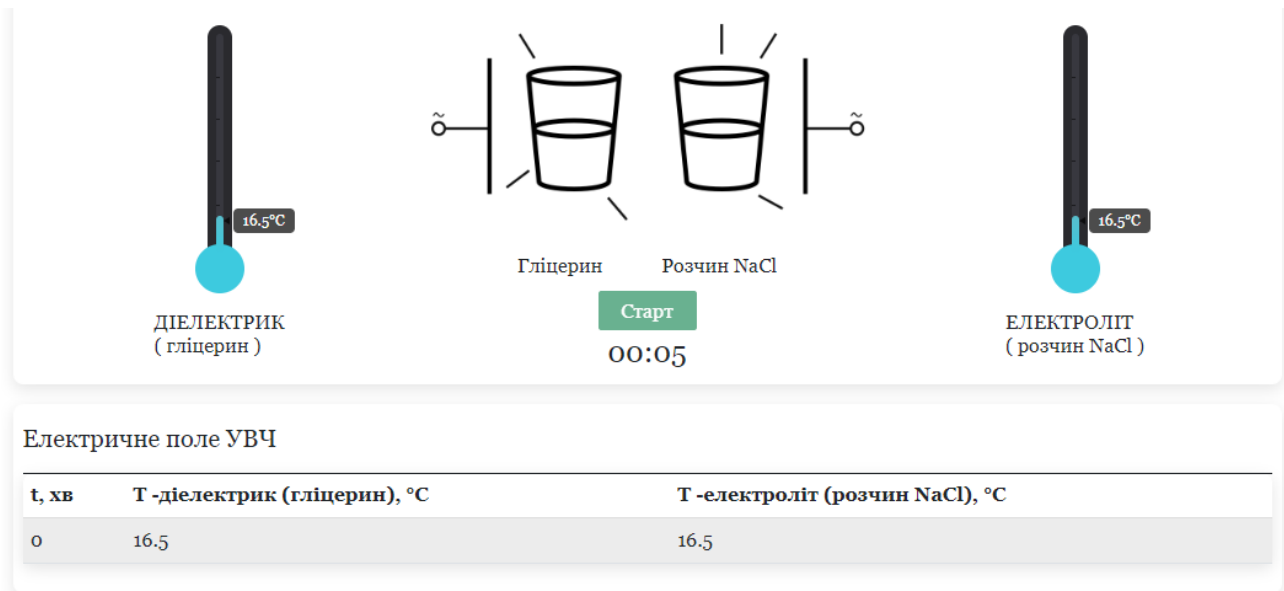


Рисунок 1.12 – Демонстрація роботи емулятора для лабораторної роботи №1

ВИВЧЕННЯ ГЕЛІЙ-НЕОНОВОГО (He - Ne) ЛАЗЕРА

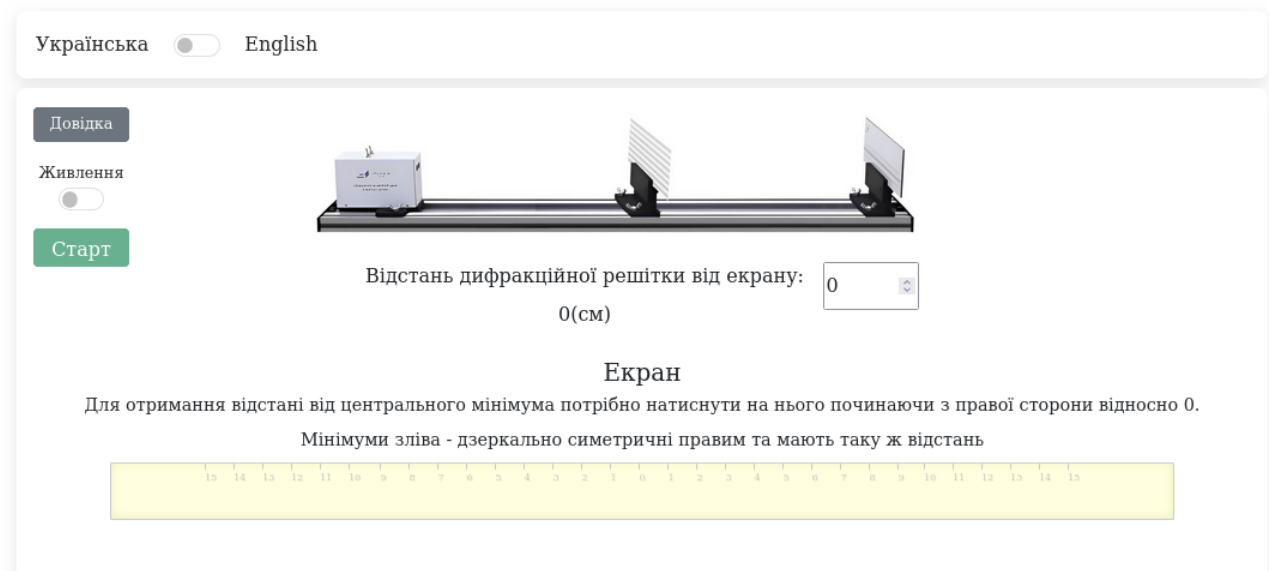


Рисунок 1.13 – Результат розробки емулятора для лабораторної роботи з теми «Вивчення гелій-неонового лазера»



Рисунок 1.14 – Демонстрація роботи емулятора для лабораторної роботи №2

Висновки

У поданій роботі здійснено розробку емуляторів фізичних процесів, які успішно інтегруються у процес навчання з фізики та розширюють можливості проведення лабораторних занять. Створені емулятори надають студентам можливість виконувати практичні завдання навіть в умовах дистанційного навчання, що є особливо актуальним під час пандемії або інших обмежень, які перешкоджають фізичному доступу до навчальних лабораторій. Завдяки таким віртуальним середовищам, студенти отримують доступ до моделювання ключових фізичних явищ, таких як інтерференція, дифракція, електромагнітне випромінювання, і лазерне випромінювання, що значно підвищує якість освітнього процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В. А. Дяков, В. О. Гудзь, В. Т. Желіба, Б. Г. Іваницький, П.П. Ковальчук, Н. С. Назаренко, І. І, Хаїмзон. Лабораторний практикум з медичної і біологічної фізики, 1999. С. 176-184, 210-218.

Науковий керівник – Ярослав Анатолійович Кулик – к.т.н., доцент кафедри Автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kulyk.y.a@vntu.edu.ua.

Сергій Михайлович Миронюк – студент групи ІІСТ-23м, Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mironiuk02@ukr.net.

Supervisor – Kulyk Yaroslav Anatolyovich – Associate Professor of department of Automatization and Intellectual Informational Technologies, Faculty of Intellectual Informational Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kulyk.y.a@vntu.edu.ua.

Myroniuk Serhii Mikhailovich – student of IIST-23m, Faculty of Intellectual Informational Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mironiuk02@ukr.net.