**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Факультет біотехнології і біотехніки**

**Кафедра біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнологі**ї

|  |  |
| --- | --- |
| «На правах рукопису»  УДК 574.24 | До захисту допущено:  В.о. завідувача кафедри  \_\_\_\_\_\_\_\_ Наталія ГОЛУБ  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2021 р. |

**Магістерська дисертація**

**на здобуття ступеня магістра**

**за освітньо-професійною програмою «Біотехнологіі»**

**зі спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»**

**на тему: «Моніторинг поведінки *Photobacterium phosphoreum* при флуктуаціях геомагнітного поля»**

Виконав:

студент VІ курсу, групи БМ-01мп

Дробот Георгій Юрійович \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Науковий керівник:

д.б.н., проф.

Горго Юрій Павлович \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Консультант з експериментальної частини:

к.б.н., ст.н.сп.

Грецький Ігор Олександрович \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Консультант з економічної частини

к.е.н., доц.

Ткаченко Тетяна Петрівна \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Рецензент:

директор ІППФіБФ, к.ф.-м.н., ст.н.сп.

Мамілов Сергій Олександрович \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Київ – 2021 року

**Національний технічний університет України**

**«Київський політехнічний інститут**

**імені Ігоря Сікорського»**

Факультет біотехнології і біотехніки

Кафедра біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Освітньо-професійна програма «Біотехнології»

Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»,

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Наталія Голуб

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ЗАВДАННЯ**

**на магістерську дисертацію студенту**

Дроботу Георгію Юрійовичу

1. Тема дисертації "Моніторинг поведінки *Photobacterium phosphoreum* при флуктуаціях геомагнітного поля" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_,

науковий керівник дисертації Горго Юрій Павлович, д. б. н., професор ,

(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ р. №\_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом дисертації 8. 12. 2021 р.

3. Об’єкт дослідження - масиви даних біолюмінесценції бактерій *Photobacterium рhosphoreum* та синхронізованих значень силових компонент геомагнітного поля

4. Предмет дослідження - оцінка змін інтенсивності біолюмінесценції бактерій *Photobacterium рhosphoreum* при флуктуаціях силових компонент геомагнітного поля

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

1. Провести обробку отриманих даних змін біолюмінесценції бактерій *P. phosphoreum* із синхронізованими в часі періодами реєстрації геомагнітної активності в м. Києві.
2. Розширити функціонал існуючого програмного забезпечення: автоматизувати отримання масивів даних 3-х ортогональних силових компонент геомагнітного поля (X, Y, Z) з подальшою їхньою обробкою.
3. Розрахувати коефіцієнти кореляції за різними методами та визначити силу кореляційних зв'язків між масивами даних біолюмінесценції *P. phosphoreum* та характеристик геомагнітних компонент.
4. Розробити старт-ап проект програмного забезпечення для автоматизованого аналізу залежності між біолюмінесценцією бактерій та ГМП.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу презентація

7. Орієнтовний перелік публікацій - презентації

1. Горго Ю.П., Громозова О.М., Дробот Г.Ю. Вплив наднизькочастотних збурень геомагнітного поля на реакцію метахромазії волютинових гранул. Матеріали XIV міжнародної конференції по біоніці і прикладній біофізиці, Київ, 4-5 листопада 2021 р., с.14-15.

1. DrobotH.Yu., HretskyiI.A., Gorgo Yu.P. Study of the influence of geomagnetic field fluctuations on bacterial bioluminescence. Матеріали XIV міжнародної конференції по біоніці і прикладній біофізиці, Київ, 4-5 листопада 2021 р., с. 25-26.

8. Консультанти розділів дисертації

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Розділ | Прізвище, ініціали та посада  консультанта | Підпис, дата | |
| завдання  видав | завдання прийняв |
| Експериментальна частина | Науковий співробітник ІМВ ім. Д.К.Заболотного НАН України, к.б.н., ст. наук. співр., Грецький І.О. |  |  |
| Старт-ап проект | к.е.н., доц. Ткаченко Т.П |  |  |
|  |  |  |  |

9. Дата видачі завдання 17.11. 2021

Календарний план

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Назва етапів виконання  магістерської дисертації | Термін виконання етапів магістерської дисертації | Примітка |
| 1 | Визначення предмету дослідження | 19. 11. 2021 | виконано |
| 2 | Характеристика об’єкту дослідження | 22. 11. 2021 | виконано |
| 3 | Підготовка огляду літератури | 25. 11. 2021 | виконано |
| 4 | Визначення матеріалів і методів дослідження | 27. 11. 2021 | виконано |
| 5 | Підготовка експериментальної частини | 01. 12. 2021 | виконано |
| 6 | Аналіз отриманих результатів та підготовка висновків | 03. 12. 2021 | виконано |
| 7 | Розробка стартап-проєкту | 05. 12. 2021 | виконано |
| 8 | Оформлення магістерської дисерта-ції та підготовка презентації | 11. 12. 2021 | виконано |

Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Георгій Дробот

(підпис) (ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_Юрій Горго\_\_\_\_

(підпис) (ініціали, прізвище)

**РЕФЕРАТ**

Магістерська дисертація містить 82 сторінки, 31 таблицю, 14 рисунків, 33 посилань.

Завдяки розвитку наших технічних можливостей людство вивчає багато нових явищ та процесів, які протікають не тільки в межах Землі, а і в космічному просторі та їхній вплив на біологічні об'єкти.

У біомедичних дослідженнях є ряд наукових робіт, які спрямовані на вивчення геомагнітної активності як на біосферу в цілому, так і конкретно на різноманітні частини організму людини: серцево-судинну та імунну системи, зниження рівня мелатоніну, гострого порушення мозкового кровообігу, утворення злоякісних пухлин, психічних порушень та інше.

Важливими є питання швидкої та точної оцінки впливу зовнішніх фізичних факторів на функціональні властивості організмів. Так як мікроорганізми багато в чому обумовлюють всі життєві функції, то з’являється можливість до визначення впливу геомагнітного поля (ГМП) на поведінку біологічних об’єктів, використовуючи бактерії.

У даній роботі проводилась розробка програмного забезпечення для автоматизованого моніторингу біолоюмінесценції мікроорганізмів *Photobacterium phosphoreum*. Дана розробка буде корисною для подальшого створення біологічної тест-системи активності ГМП на основі біолюмінесцентних бактерій.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** БІОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ, МОНІТОРИНГ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

**ABSTRACT**

Thesis: 82 pages, 31 tables, 14 figures, 33 references.

Thanks to the development of our technical capabilities, mankind is studying many new phenomena and processes that take place not only within the Earth, but also in outer space and their impact on biological objects.

In biomedical researches there are a number of scientific works aimed at studying geomagnetic activity both in the biosphere in general and in various parts of the human body: cardiovascular and immune systems, decreased melatonin levels, acute cerebrovascular disorders, malignant tumors, mental violations and more.

It is important quickly and accurately assess the impact of external physical factors on the functional properties of organisms. Since microorganisms largely determine all vital functions, it is possible to determine the effect of geomagnetic field (GMF) on the behavior of biological objects using bacteria.

In this work, the software has been developed for automated monitoring of biolouminescence of *Photobacterium phosphoreum* microorganisms. This development will be useful for further development of a biological test system for GMF activity based on bioluminescent bacteria.

**KEYWORDS:** BIOLUMINESCENCE, MONITORING, SOFTWARE.

**ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ**

ГМП – геомагнітне поле.

МПЗ – магнітне поле Землі.

ПЗ – програмне забезпечення.

**ЗМІСТ**

|  |  |
| --- | --- |
| РЕФЕРАТ…………………………………………………………………... | 4 |
| ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ………………………………………………....... | 6 |
| ВСТУП……………………………………………………………………... | 9 |
| 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ…………………………………………………... | 12 |
| 1.1 Системний аналіз біолюмінесценції…………………………………. | 12 |
| 1.2 Біолюмінесцентні бактеріі у якості біосенсорів та об’єктів для біоіндикації, біотестування……………………………………………….. | 16 |
| 1.3 Геліогеофізичні фактори……………………………………................ | 19 |
| 1.4 Вплив геомагнітної активності на біологічні організми……………. | 22 |
| 1.5 Кореляційний аналіз …………………………………………………. | 24 |
| 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ………………………….. | 26 |
| 2.1 Матеріали……………………………………………………………… | 26 |
| 2.2 Безперервне культивування *Photobacterium phosphoreum* та автоматизована реєстрація біолюмінесценції бактерій.……………….. | 27 |
| 2.3 Методика завантаження значень геомагнітних компонент ……….. | 29 |
| 2.4 Методика графічного відображення залежності між біолюмінесценцією та відповідною геомагнітною компонентою…….. | 30 |
| 2.5 Методика розрахунку коефіцієнтів кореляції та визначення сили взаємозв’язку………………………………………………………………. | 31 |
| 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА………………………………..... | 35 |
| 3.1 Модернізація програм для округлення значень інтенсивності біолюмінесценції та побудови графіків…………………………………. | 35 |
| 3.2 Розробка програм для отримання даних ГМП з веб-ресурсу в автоматичному режимі та розрахування коефіцієнтів кореляції з визначенням сили взаємозв’язку………………………………………… | 36 |
| 3.3 Визначення найбільш прийнятного методу розрахунку коефіцієнтів кореляції для даного дослідження……..…………………. | 38 |
| 3.4 Визначення кількості коефіцієнтів кореляції за методами Пірсона та Спірмена в залежності від дня вимірювання ГМП………………….. | 38 |
| 3.5 Кількість коефіцієнтів кореляції за методами Пірсона та Спірмена. | 39 |
| 4 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОГО СТАРТАП-ПРОЕКТУ………….. | 42 |
| 4.1 Резюме: конкретизація бізнес-ідеї, мети стартапу, об’єкту дослідження, місця розробки в інноваційному ланцюжку цінності….. | 42 |
| 4.2 Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища стартапу………. | 43 |
| 4.3 Визначення ключових факторів успіху проекту (метод Шонфільда)………………………………………………………………… | 46 |
| 4.4 Визначення категорій потенційних споживачів……………………. | 53 |
| 4.5 Ціна інноваційної пропозиції на ринку……………………………... | 54 |
| 5.6 Карта бізнес-процесів виконання стартап-проекту………………… | 58 |
| ВИСНОВКИ………………………………………………………………. | 60 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ……………………………. | 61 |
| ДОДАТОК А……………………………………………………………… | 65 |
| ДОДАТОК Б………………………………………………………………. | 67 |
| ДОДАТОК В………………………………………………………………. | 69 |
| ДОДАТОК Г………………………………………………………………. | 72 |
| ДОДАТОК Ґ……………………………………………………………….. | 75 |
| ДОДАТОК Д………………………………………………………………. | 78 |
| ДОДАТОК Е………………………………………………………………. | 79 |

**ВСТУП**

**Актуальність.** З розширенням наших знань про навколишнє середовище та завдяки розвитку наших технічних можливостей людство вивчає вплив багатьох нових явищ та процесів, які протікають не тільки в межах Землі, а і в космічному просторі, на біологічні об'єкти [1, 2].

У біотехнологічних та біомедичних дослідженнях вже сформувався ряд наукових робіт, які спрямовані на вивчення впливу геомагнітної активності як на біосферу в цілому, так і конкретно на різноманітні частини організму людини: серцево-судинну та імунну системи, зниження рівня мелатоніну, гострого порушення мозкового кровообігу, утворення злоякісних пухлин, психічних порушень та інше [3]. *Актуальними* є питання достовірної та швидкої оцінки впливу зовнішніх фізичних факторів на функціональні властивості організмів. В тому числі це відноситься і до мікроорганізмів, які багато в чому обумовлюють всі життєві функції, і тому важливим є визначення впливу геомагнітного поля (ГМП) на поведінку всіх параметрів мікроорганізмів. В цьому плані важливо мати біологічні тест-системи для швидкого та високоточного виявлення і прогнозування змін в геомагнітній складовій нашої планети. Такими приладами можуть стати біологічні тест-системи на основі біолюмінесцентних бактерій *Photobacterium phosphoreum*.

**Мета дослідження:** модернізувати програмне забезпечення для точних розрахунків кореляцій між отриманими масивами даних при проведенні моніторингу поведінки біолюмінесцентних бактерій *Photobacterium phosphoreum,* синхронізованому в часі з флуктуаціями ГМП.

**Завдання:**

1. Провести обробку отриманих даних змін біолюмінесценції бактерій *P. phosphoreum* із синхронізованими в часі періодами реєстрації геомагнітної активності в м. Києві.
2. Розширити функціонал існуючого програмного забезпечення: автоматизувати отримання масивів даних 3-х ортогональних силових компонент геомагнітного поля (X, Y, Z) з подальшою їхньою обробкою.
3. Розрахувати коефіцієнти кореляції за різними методами та визначити силу кореляційних зв'язків між масивами даних біолюмінесценції *P. phosphoreum* та характеристик геомагнітних компонент.
4. Розробити стартап-проект програмного забезпечення для автоматизованого аналізу залежності між біолюмінесценцією бактерій та ГМП.

**Об’єкт дослідження:** масиви даних біолюмінесценції бактерій *P. рhosphoreum* та синхронізованих значень силових компонент ГМП.

**Предмет дослідження:** оцінка змін інтенсивності біолюмінесценції бактерій *P. phosphoreum* при флуктуаціях силових компонент ГМП.

**Наукова новизна.** Розроблений програмний код на мові Python забезпечує автоматизоване отримання значень компонент ГМП у необхідному часовому періоді, що виключає похибки та збільшує швидкість в 22 рази при оцифровці моніторингових значень біолюмінесценції та ГМП і прискорює процес розрахунку коефіцієнтів кореляції приблизно в 100 разів.

Розроблена програма оцінки змін інтенсивності біолюмінесценції бактерій при впливах X, Y, Z компонентів ГМП дозволяє у реальному часі отримати графічне зображення залежності між цими даними з виведенням коефіцієнтів кореляцій.

**Практична цінність:** Оновлена програма забезпечує автоматизацію та пришвидшення ручної частини експерименту, що забезпечує більш швидку (100 разів) обробку даних в моніторингових дослідженнях для подальшого використання у біологічних тест-системах.

**Апробація** проведена у 2-х роботах:

1. Горго Ю.П., Громозова О.М., Дробот Г.Ю. Вплив наднизькочастотних збурень геомагнітного поля на реакцію метахромазії волютинових гранул. Матеріали XIV міжнародної конференції по біоніці і прикладній біофізиці, Київ, 4-5 листопада 2021 р., с. 14-15.
2. Drobot H.Yu., Hretskyi I.A., Gorgo Yu.P. Study of the influence of geomagnetic field fluctuations on bacterial bioluminescence. Матеріали XIV міжнародної конференції по біоніці і прикладній біофізиці, Київ, 4-5 листопада 2021 р., с. 25-26.

**1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ**

**1.1 Системний аналіз біолюмінесценції**

У стаціонарних умовах молекула речовини володіє конфігурацією електронних орбіт з найнижчою з можливих потенційною енергією і знаходиться, як прийнято говорити, в основному, стані. Тепловий рух призводить до коливань атомів всередині молекули і обертанню її як цілого, що супроводжується флуктуаціями потенційної енергії основного стану [4].

Для ілюстрації зручно скористатися прикладом двохатомної молекули (рис.1.1). Нижчий енергетичний рівень або основний стан описується кривою So, На якій горизонтальними лініями схематично показані енергетичні підрівні, що відповідають різним коливальним станам молекули в основному стані (So) її електронної орбіти.

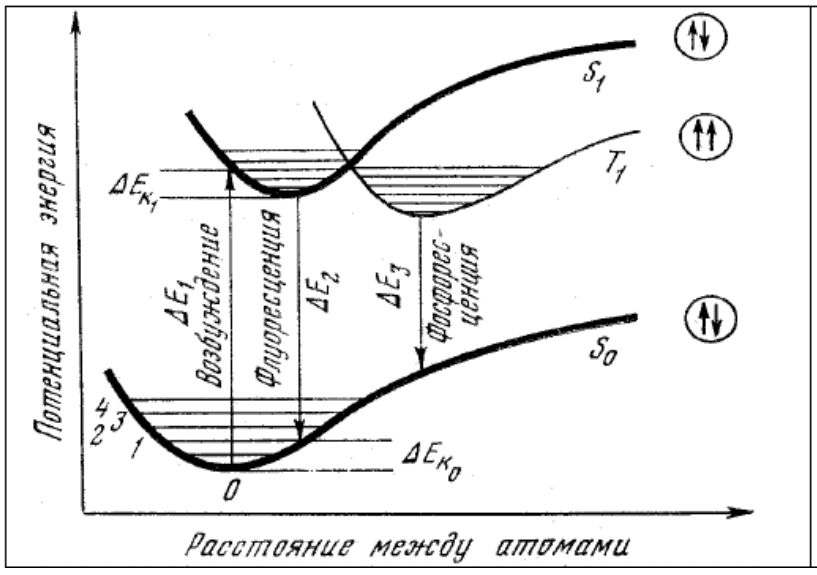


Рисунок 1.1 - Залежність потенційної енергії двохатомної молекули від відстані між атомами для різних енергетичних рівнів [5].

Якщо тепер молекула зможе отримати ззовні додаткову порцію енергії, то вона переходить в стан з надлишком потенційної енергії і виявляється, як прийнято говорити, в збудженому стані. Цей стан є нестійким, і через деякий час (10-8 с), віддавши тим чи іншим способом надлишкову енергію, система повертається у вихідний основний стан. Випромінювання світла молекулою речовини при переході її із збудженого стану в основний називається люмінесценцією [4, 5].

Хоча з теоретичної точки зору спосіб передачі молекулі додаткової енергії і переведення її в збуджений стан не має особливого значення, на практиці за цією ознакою розрізняють наступні типи люмінесценції за способом отримання зовнішньої енергії:

* фотолюмінесценція (збудження світловим випромінюванням);
* рентгенолюмінесценція (рентгенівськими променями);
* катодолюмінесценція (пучком прискорених електронів).

Особливу увагу привертають хімічні способи збудження. Розрізняють хемілюмінесценцію, що характеризується тим, що молекула знаходиться в збудженому стані в результаті екзотермічної хімічної реакції. Окремим випадком хемілюмінесценції є біолюмінесценція, яка спостерігається в живій природі.

Збуджений стан молекули S1 є нестабільним, і через деякий час (10-8 с) вона повертається у вихідний основний стан So, випромінюючи надлишкову енергію ΔE2 у вигляді кванта світла з довжиною хвилі λ2, яка визначається рівнянням [6]:

(1);

При поверненні молекули в основний стан вона знову знаходиться, відповідно до принципу Франка - Кондона, на одному з вищих коливальних підрівнів основного стану та розсіює порцію енергії ΔEkо, щоб опинитися в нижчій точці енергетичної кривої So.

Цікаво відзначити, що біолюмінесцентна система з імпульсним випромінюванням є, мабуть, системою, що аналогічна лазеру з хімічним накачуванням випромінюючих молекул на збуджений енергетичний рівень. У міру збільшення заселеності збудженого рівня підвищується ймовірність переходу однієї з молекул в основний стан з випромінюванням кванта світла, який індукує розвиток лавиноподібного процесу переходу інших молекул в основний стан, що і призводить до появи біолюмінесцентного імпульсу.

Освітлення білим світлом пригнічує тільки здатність до імпульсного випромінювання, постійно стимулюючи перехід молекул зі збудженого рівня на основний. При цьому випромінюється така сама, що і раніше, загальна кількість енергії, але за рахунок рівномірного розподілу її в часі інтенсивність безперервного випромінювання різко падає [6].

Явище біолюмінесценції широко поширене у організмів самого різного рівня філогенезу [5, 7]. Біолюмінесцентне випромінювання може лежати в ультрафіолетовій, синій, зеленій та червоній областях спектру. Слід, правда, зазначити, що ультрафіолетова і червона біолюмінесценції зустрічаються рідко серед описаних видів. Зокрема, тільки у колоніальних кишковопорожнинних *Renilla* виявлена ультрафіолетова компонента в спектрі випромінювання. У видимій області спектра біолюмінесценція цих кишковопорожнинних характеризується наявністю двох максимумів випромінювання, один з яких (509 нм) є основним [4].

Генерація світла (hν) при хемолюмінесцентному і біолюмінесцентному окисленні синтетичного люциферина протікає за схемою, наведеною на рисунку 1.2.

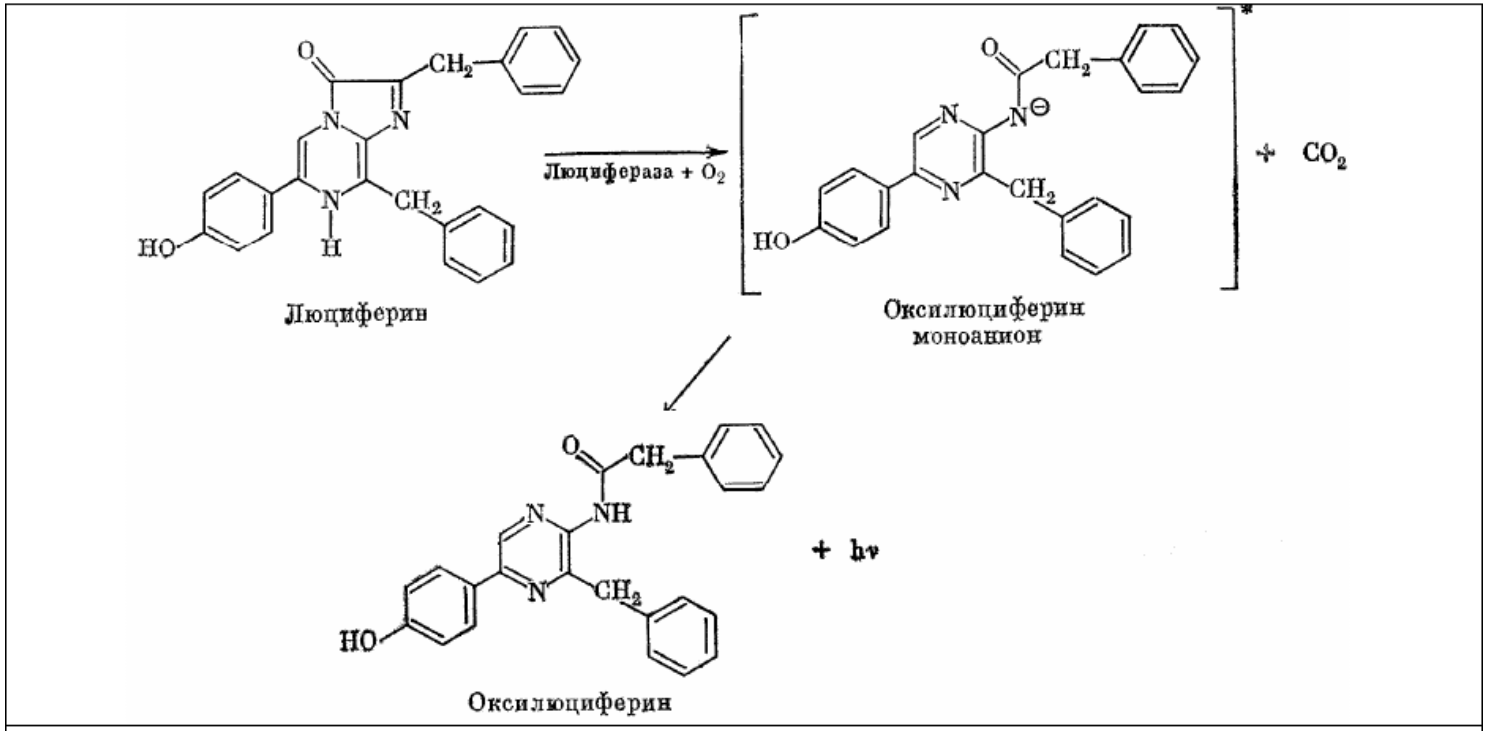


Рисунок 1.2 - Генерація світла (hν) при хемолюмінесцентному і біолюмінесцентному окисленні синтетичного люциферина [6].

Вивчено, що серед іонів найбільший стимулюючий вплив на біолюмінесценцію має Ca2+. Слід при цьому зазначити, що і інші іони крім кальцію здатні стимулювати біолюмінесцентне випромінювання люмісом, хоча і з дещо меншою ефективністю.

Енергія, що відповідає енергії видимого спектру, в живих системах може бути отримана тільки в реакціях одностадійного окислення за участю молекулярного кисню (або його активних форм), тому більшість люцифераз відносяться до класу ферментів - оксигеназ, які каталізують реакції, в яких відбувається приєднання кисню до субстрату - люциферину (є винятки, наприклад, люциферази кільчастих червів, що володіють пероксидазподібною активністю) і, відповідно, всі організми, що здатні до біолюмінесценції є аеробами [4, 5].

Багато люциферинів при окисленні утворюють циклічні напружені проміжні пероксиди - діоксетанони, в яких валентні кути в чотирьохчленому циклі істотно відрізняються від нормальних валентних кутів, такі сполуки далі розпадаються з виділенням молекули вуглекислого газу і утворенням збудженого кетона-люциферина (рис. 1.4). Такий механізм реакції характерний для окислення люциферина комах і целентеразинів - люциферинів багатьох морських організмів.

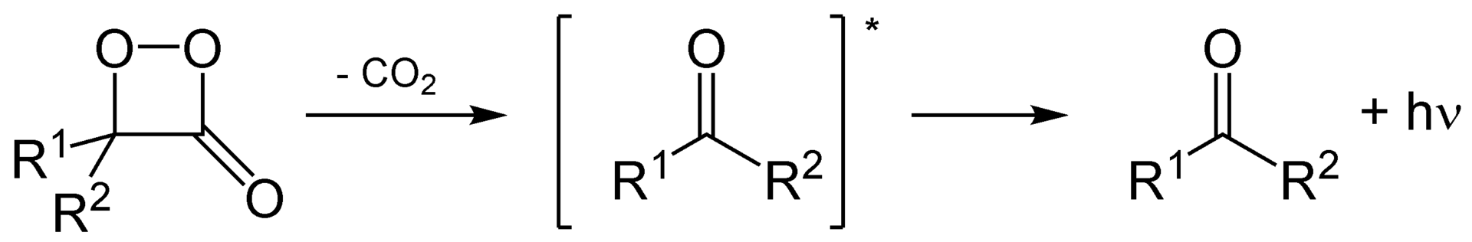


Рисунок 1.3 - Найбільш поширений реакційний механізм біолюмінесценції: відщеплення CO2 від діоксетанона - проміжного продукту окислення люциферина веде до утворення оксилюциферину в збудженому стані, який переходить в основний стан з випромінюванням світла [4].

На даний час відомо шість основних класів люциферинів різної хімічної природи, які поширені в різних групах живих організмів:

1. альдегід-флавінова система бактерій і деяких грибів;
2. альдегідні люциферини морських черв'яків і прісноводних молюсків;
3. тетрапіроли динофітових водоростей і деяких ракоподібних;
4. імідазопіразоли різних морських організмів;
5. люциферини комах - похідні тіазолу;
6. піронова система грибів;

Біолюмінесценція виконує такі біологічні функції:

1. приваблення здобичі або партнерів;
2. комунікація;
3. попередження або загроза;
4. відлякування або відволікання;
5. маскування на природних джерелах світла;

**1.2 Біолюмінесцентні бактеріі у якості біосенсорів та об’єктів для біоіндикації, біотестування**

Вивчення феномену люмінесценції у бактерій в останні десятиріччя стало одним з найбільш розповсюджених напрямків дослідження в мікробіології [1, 8]. Значущі успіхи в практичному використанні бактеріальної люмінесценції досягнуто в біотестуванні забруднення поверхневих водоймищ, промислових стічних вод, грунту, а також визначення ступеня токсичності ново синтезованих хімічних речовин та фармацевтичних препаратів [2, 9, 10] і бактерицидних факторів в розчині [11].

Важливими та вигідними особливостями біолюмінесцентних тест-систем та біоіндикаторів, які відрізняють їх від інших інструментів біоіндикації є швидка відповідь, надійність, висока точність, чутливість та простота використання [8-11]. Photobacterium phosphoreum задовольняє дані характеристики для біотестування та біоіндикації [9].

Приклади біотестів на основі біолюмінесцентних бактерій:

* Microtox (мікроорганізм - Aliivibrio fischer) – застосовується для виявлення токсинів у воді (рис. 1.4).
* Lumistox (мікроорганізм - Aliivibrio fischer) – виявлення токсинів у розчинах (рис. 1.5).
* Мікробіосенсор В17-677F (мікроорганізм - Photobacterium phosphoreum) – виявлення токсинів у розчинах.
* Мікробіосенсор ЕСК (мікроорганізм - рекомбінантний штам Escherichia coli Z905, яка несе плазміду з lux-опероном Photobacterium leiognathi)
* Еколюм (загальна назва ряду тест-систем, які базуються на природних або геноінженерних об’єктах, що несуть гени біолюмінесценції, а також рекомбінантний штам Escherichia coli, яка несе плазміду з lux-опероном Photorhabdus luminescens для якої характерний широкий температурний оптимум люмінесценції.
* КРАБ (комплект реактивів для біолюмінесцентного аналізу) – представник неклітиної тест-системи, яка містить високоочищенні бактеріальні ферменти (люциферази, НАД(Ф)Н:ФМН-оксидоредуктази).

Удосконалення біолюмінесцентних тест-систем пов’язано з конструюванням оригінальних штамів, які виявляють не тільки високу токсичність, а й генотоксичність або інші біологічні ефекти хімічних забруднювачів. Є успішні спроби по створенню бактеріальних біосенсорів для виявлення екотоксикантів, у тому числі на важкі метали, нафталін, саліцилат, гербіциди та інше.

Клонування різних lux-оперонів в мікроорганізмах виду Escherichia coli створило умови для формування принципово нового напрямку використання біолюмінесцентного аналізу у біології та медицині – тестування різних біологічних рідин та біосередовищ макроорганізмів з акцентом на визначення їхньої протиінфекційної резистентності.

На рисунках 1.4 та 1.5 зображені приклади тест-систем, які базуються на біолюмінесцентних мікроорганізмах.

Рисунок 1.4 - Modern Water Microtox® FX тест-система на основі біолюмінесценції Aliivibrio fischer, приблизна вартість 10 тис. дол. [12]



Рисунок 1.5 - Lumistox тест-система [13]

Стосовно біотестування біологічної дії електромагнітного поля (ЕМП), використовуючи Photobacterium phosphoreum є невелика кількість досліджень, [7] що обговорюють клітини як «сенсори» ЕМП геофізичної природи. Ці початкові дослідження розглядають бактерії як мікроорганізми, які особливо реагують на геомагнітні збурення. Було виявлено, що бактерії, демонстрували підвищену ультраслабку фотонну емісію (біолюмінесценцію) щонайменше за 24 години до геомагнітної бурі. Крім того, штучно індуковані прикладені магнітні поля також впливають на випромінювання люмінесцентних бактерій, причому лише специфічні частоти (36–55 ГГц) успішно змінюють бактеріальну люмінесценцію [7, 8].

Той факт, що біолюмінесцентні бактерії послідовно реагували на геомагнітні збурення за 24 години до інциденту, говорить про те, що вони реагують на нехімічну, неелектричну форму стимулів, яка була створена до того, як відбулася геомагнітна подія. Відповідь на подію до того, як вона сталася, не є рідкістю в науковій літературі [8].

**1.3 Геліогеофізичні фактори**

Геліогеофізична активність представляє собою сукупність ряду фізико-хімічних явищ, які напряму або опосередковано пов’язані з Сонцем. Відстань від Землі до Сонця складає 149,5 мільйонів кілометрів. В силу усім добре відомим земним відстаням (між материками, країнами тощо) дана величина на перший погляд може здатися надто великою, щоб розглядати суттєву взаємодію між нашою планетою та зіркою. Але як писав Чижевський у своїй роботі “Земное эхо солнечных бурь”, даний погляд повністю невірний, адже необхідно приймати до уваги розмір самого Сонця, масу зірки, а також величину випромінюваної поверхні, тобто силу притягання зорі та силу її радіації [14]. Якщо б Сонце було такого ж розміру як наша планета, то відстань до нього була б такою самою і в той же час вона була б набагато більшою.

Для того щоб наглядно представити відстань можна її відобразити відносною величиною, а не абсолютними кілометрами. Так, якщо порахувати відношення відстані Земля-Сонце до діаметра денного світила, то отримуємо 107, тобто наша планета віддалена від зірки лише на 107 таких самих світил. А. Еддінгтон казав відносно Сонця наступне: “Воно у нас під рукою”. Приймаючи до уваги діаметр денного світила та величезну силу фізико-хімічних процесів, що протікають на ньому необхідно визнати, що Земля знаходиться у полі великої інтенсивності сонячного впливу [14, 15].

Із всього неймовірного випромінювання Сонця наша планета отримує лише мільярдну долю енергії, яку генерує денне світило. Проте даної кількості енергії достатньо для наповнення нашої планети різноманітними проявами життєдіяльності. В загальному виді Сонце діє на планету двома шляхами: через електромагнітні коливання (електромагнітне випромінювання) та корпускулярні радіації (перенесення сонячної матерії – електронів, протонів, іонів, пилу, газів). Саме через другий шлях зірка напряму впливає на магнітосферу та геомагнітне поле Землі, ключову роль переносника сонячних частинок має сонячний вітер [16].

У біотехнологічних та біомедичних дослідженнях вже сформувався ряд наукових робіт, які спрямовані на вивчення геомагнітної активності як на біосферу в цілому, так і конкретно на різноманітні частини організму людини: серцево-судинну та імунну системи, зниження рівня мелатоніну, гострого порушення мозкового кровообігу, утворення злоякісних пухлин, психічних порушень та інше [3]. Тому важливо мати прилад для швидкого та високоточного виявлення і прогнозування змін в геомагнітній складовій нашої планети. Такими приладами можуть стати біологічні тест-системи на основі біолюмінесцентних бактерій Photobacterium phosphoreum [17-20].

Геомагнітне поле є векторною величиною, у кожній точці простору вона має силу і напрямок (рис.1.6). Щоб повністю описати його, необхідно мати три величини. Це можуть бути:

* три ортогональні компоненти напруженості (X, Y і Z);
* загальна напруженість поля і два кути (F, D, I);
* дві складові напруженості і кут (H, Z, D)

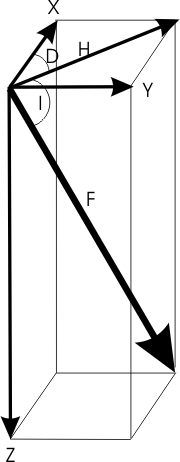


Рисунок 1.6 - Зв'язок між 7 елементами геомагнітного поля Землі [21].

У нашій роботі використовувалися три ортогональні компоненти напруженості (X, Y і Z), так як їхні числові значення можна завантажити з сайту обсерваторії.

X - північна складова магнітного поля; X позитивний на північ

Y - східна складова магнітного поля; Y позитивний на схід

Z - вертикальна складова вектора магнітного поля; за конвенцією Z є позитивним вниз

(2);

(3);

(4);

D – кут між X та H компонентами

F – загальна напруженість магнітного поля

Дані величини вимірюють у нано-Теслах (нТ; 1 нТ = 10-9 Тесла).

**1.4 Вплив геомагнітної активності на біологічні організми**

Велика кількість живих організмів нашої планети чутливі до різних параметрів магнітного поля Землі (МПЗ). Ця чутливість проявляється по-різному: орієнтація в просторі тварин та мікроорганізмів, метеочутливість у тварин і рослин, яка часто переростає в метеозалежність, сенсорна чутливість риб і птахів при їх міграціях. Така чутливість до МПЗ відіграє важливу роль в поведінкових реакціях, параметрах нормальної життєдіяльності, функціональних характеристиках всіх біологічних об'єктів [22]. Визначено, що при сильних флуктуаціях низькочастотних характеристик МПЗ і зміни його значень під час магнітних бур, головним фактором впливу на біологічні об’єкти та їхні структури є амплітудні та частотні властивості МПЗ в сукупності. Необхідно враховувати час і потужність впливів МПЗ, які залежать від: сонячної активності, сонячного вітру, техногенних впливів та локальних змін МПЗ (магнітні аномалії та інше) і носять широтний характер [23, 24].

В силу багаторівневої ієрархічної організації живого організму, для розуміння механізмів впливу електромагнітного випромінювання потрібно виділити рівні та підрівні, на яких дана взаємодія досить явна [2].

1. Ядерно-молекулярний рівень:

* електронно-ядерний;
* іонно-молекулярний.

2. Цитохімічний:

* клітинні мембрани;
* субклітинні структури;
* структурні утворення;
* біополімери.

3. Тканинний рівень, де вплив ЕМП буде зумовлюватися:

* особливостями морфології даної тканини;
* функціональним призначенням тканини;
* переважаючим характером метаболізму.

4. Органний рівень (вплив на окремі органи).

5. Системний рівень, що включає такі системи:

* дихальну, травну і видільну;
* серцево-судинну;
* кров’яну;
* нервові (центральну, периферичну і вегетативну);
* ендокринну;
* сенсорні;
* опорно-руховий апарат та ін.

6. Міжсистемний рівень (взаємодія між окремими системами організму).

7. Загальносистемний рівень - інтегрування взаємодій між усіма системами.

8. Міжособистісний рівень:

* взаємодія живих організмів у зовнішньому ЕМП;
* вплив одного організму на інший через власне випромінювання ЕМП [22, 23];

При дії ГМП на бактерії різко знижується ріст колоній [2] та утворюються мутантні штами [3]. Аналіз флуктуації спонтанного рівня титру фага в лізогеній культурі *E. Coli* K12 (λ) показав їхню залежність від змін горизонтальної складової ГМП [20]. Також спостерігаються порушення біогенезу целюлози у бактерій і вищих рослин при впливах магнітних полів. У результаті деяких досліджень дії низькочастотного і постійного магнітних полів на конформаційний стан геному клітин *E. Coli* була виявлена хвилеподібна залежність в діапазоні від 0 до 110 мкТл.

А.В. Макаревич [25] досліджував дію змінного магнітного поля, джерелом якого є магнітопласти (феррито-наповнені полімерні композити), на ріст таких мікроорганізмів, як: Aspergillus niger, Staphylococcus albus, Pseudomonas fluorescens.

Ж.Р. Алавердян та інші [26] досліджували впливи постійного і змінного магнітних полів на фази росту та здатність до утворення кислоти молочнокислих бактерій. Під час дослідження спостерігалась стимуляція росту штаму *Lactobacterium acidophilum* при дії змінного магнітного поля (30 хвилин) в різних фазах росту мікроорганізмів.

Kудо та інші [27] вивчали продукування протипухлинного антибіотика неокарціностатина *Streptomyces Carzinostaticus Var*. *F41*, що залежить від зовнішнього магнітного поля. Під час впливу магнітного поля протягом експоненційної фази росту підвищується вихід неокарціностатину.

**1.5 Кореляційний аналіз**

Якщо одному значенню змінної *х* відповідає кілька значень *у*, то між даними змінними існує кореляційний зв’язок [28].

Кореляційним аналізом називають сукупність методів виявлення кореляційного зв’язку. Тому його можна застосовувати для формалізованого подання моделей зв’язків між окремими компонентами системи або між окремими процесами, що відбуваються в ній. Наявність кореляційного зв’язку не означає існування причинно-наслідкового зв’язку між досліджуваними ознаками [29].

У даній роботі для отримання коефіцієнтів кореляції між масивами значень біолюмінесценції та X, Y, Z компонент використовувалися 3 методи: Браве-Пірсона, Кендалла та Спірмена.

Коефіцієнт кореляції за методом Пірсона розраховується за формулою:

(5);

xi та yi – конкретні значення змінних x та y,

<x>, <y> - середні значення змінних x та y.

Значення коефіцієнта кореляції може змінюватися від −1 до +1. Значення −1 та +1 відповідають чіткій лінійній функціональній залежності, яка в першому випадку є спадною, а у другому – зростаючою [29].

Методи Кендалла та Спірмена відносяться до рангової кореляції. Перший дозволяє визначити силу и напрямок кореляційного зв’язку між двома ознаками або двома профілями (ієрархіями) ознак. Для розрахунку рангової кореляції Спірмена необхідно мати 2 ряди значень, які можуть бути проранжованими. Є 2 варіанти гіпотез коефіцієнта рангової кореляції:

1. Н0 – кореляція між змінними А і Б не відрізняється від 0. Н1 – кореляція між змінними А і Б достовірно відрізняється від 0.
2. Н0 – кореляція між ієрархіями А і Б не відрізняється від 0. Н1 – кореляція між ієрархіями А і Б достовірно відрізняється від 0.

Коефіцієнт Спірмена інтерпретується аналогічно коефіцієнту кореляції Пірсона і може приямати значення у такому самому діапазоні (-1; +1) [30].

Формула для розрахунку коефіцієнту Спірмена має вид:

(6);

– сума квадратів різниць рангів

*–* число парних спостережень

Коефіцієнт кореляції Кендалла теж базується на ранговій кореляції і його значення знаходиться у діапазоні (-1; +1), розраховується за наступною формулою [31]:

(7);

S – фактична сума рангів.

N – число спостережень.

1. **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

**2.1 Матеріали**

У роботі використовувалися наступні складові поживного середовища (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Складові поживного середовища та їхні концентрації

|  |  |
| --- | --- |
| Речовина | Концентрація, г/л |
| NaCl | 30 |
| Na2HPO4 | 5,3 |
| KH2PO4 \* 2H2O | 2,1 |
| (NH4)2HPO4 | 0,5 |
| MgSO4 \* 7H2O | 0,1 |
| Дріжджовий екстракт | 1,0 |
| Пептон | 5,0 |
| Гліцерин | 3 мл/л |

рН = 7,6.

Поживне середовище готується по частинам (А, Б, С):

* А частина: NaCl та MgSO4 \* 7H2O
* Б частина: Na2HPO4, KH2PO4 \* 2H2O, (NH4)2HPO4
* С частина: Дріжджовий екстракт, пептон, гліцерин.

А та Б частини стерилізують при 115 ℃ та 1,5 атм., С – при 115 ℃ та 0,5 атм.

Тверде середовище готують додаванням 2 % агар-агару до рідкого ПС. Чашки Петрі з твердим середовищем утримують під ультрафіолетовим випромінюванням перед посівом культури. Культуру біктерій розмножували в темному приміщенні протягом 24 годин за температури 21°С.

Культура – використовували штам морських біолюмінесцентних бактерій Photobacterium phosphoreum, який зареєстрований в Депозитарії мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України з номером ІМВ В-7071.

Прилади: мультиметр UK-830LN, бактеріологічний бокс, стерилізатор, фотопомножувач ФЕП -115, холодильник, автоклав.

Лабораторний посуд: чашки Петрі, бактеріологічна петля, планшети імунологічні на 96 лунок, стерильні пробки, банки для реактивів з гвинтовою пластиковою кришкою, штатив для пробірок універсальний, стерильні циліндричні пробірки, градуйовані піпетки (об’ємом 1, 2, 5 та 10 мл), конічні колби, предметні скельця, склограф (маркер), груша, флакони загального призначення, піпетатор поршневий.

**2.2 Безперервне культивування *Photobacterium phosphoreum* та автоматизована реєстрація біолюмінесценції бактерій**

За способом ведення процесу проводилось безперервне культивування мікроорганізмів. Застосовувався об'ємно-доливний механізм для подачі поживного середовища в культиватор з робочим об'ємом 300 мл (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 - Вигляд культиватора при денному світлі

Кількість сталої концентрації біомаси підтримується за рахунок відповідної швидкості постачання ПС, яке закачує перестатичний насос по системі трубок, значення швидкості становить 0,1 л/г (величина отримана экспериментальним шляхом за рахунок зміни к-ті обертів насоса).

Подача повітря в культиватор забезпечується компресором, який по системі м'яких трубок подає повітря через фільтр у культиватор, внизу якого встановлені титанові повітряні розпилювачі.

Біолюмінесцентний блок, де проводиться експеримент знаходиться в режимі термостатування (21 – 22 °С), за допомогою обігрівача та спеціального датчика, який контролює допустиму температуру в приміщенні.

рН підтримується за рахунок буферної властивості поживного середовища.

Затемненість приміщення забезпечується замкнутістю блоку, де проводиться есперимент, відсутністю штучного освітлення всередині. Фотопомножувач, який вимірює інтенсивність біолюмінесценції накривається спеціальним екраном (коробом).

2-й насос циркулює суспензію по окремій системі трубок “культиватор – кювета – культиватор”. Фотопомножувач (рис. 2.2) розраховує інтенсивність біолюмінесценції на основі суспензії, що знаходиться в кюветі.



Рисунок 2.2 - Частина автономної системи (зліва направо): культиватор, перестатичний насос, фотопомножувач

Щоб отримати вихідне значення відбувається двійне перетворення: світловий потік потрапляє до фотопомножувача, який переводить його у струм (визначається у мкА), далі спеціальний операційний помножувач посилює сигнал, це робиться для підвищення точності отриманого сигналу. Далі мультиметр оброблює сигнал та передає його (в мВ) на комп'ютер у спеціальне програмне забезпечення.

Розчин суспензії виводиться через патрубок культиватора по проточному методу.

**2.3 Методика завантаження значень геомагнітних компонент**

Сайт з якого завантажувались значення компонент геомагнітного поля: http://geomag.gcras.ru/index.html

Обсерваторія-постачальник компонент ГМП, що використовувались у розрахунках: Інститут геофізики НАН України.

Прилад, яким вимірювали: Феррозондовий магнітометр LEMI-008.

Для поставленої мети була написана програма (Додаток А), яка на основі округлених значень (до хвилини) інтенсивності біолюмінесценції завантажує числові значення геомагнітних компонент з зазначеного сайту, що синхронізовані у часі, тобто для літнього часу в Україні, вона віднімає 3 години, а для зимнього – 2.

Також дана програма автоматично завантажує не тільки геомагнітні дані того самого дня, коли була виміряна інтенсивність біолюмінесценції, а також за 2 дні, за 1 день, через 1 день та через 2 дні.

**2.4 Методика графічного відображення залежності між біолюмінесценцією та відповідною геомагнітною компонентою**

Наступна підпрограма, використовуючи округлені значення інтенсивності біолюмінесценції та кожної з геомагнітних компонент (1 значення за 1 хвилину), будує графічні зображення для кожної пари масивів даних з пари файлів “інтенсивність біолюмінесценції – геомагнітна компонента”. Тобто для кожної такої пари файлів у сумі програма побудує 3 графіки:

* Біолюмінесценція та Х-компонента;
* Біолюмінесценція та Y-компонента;
* Біолюмінесценція та Z-компонента;

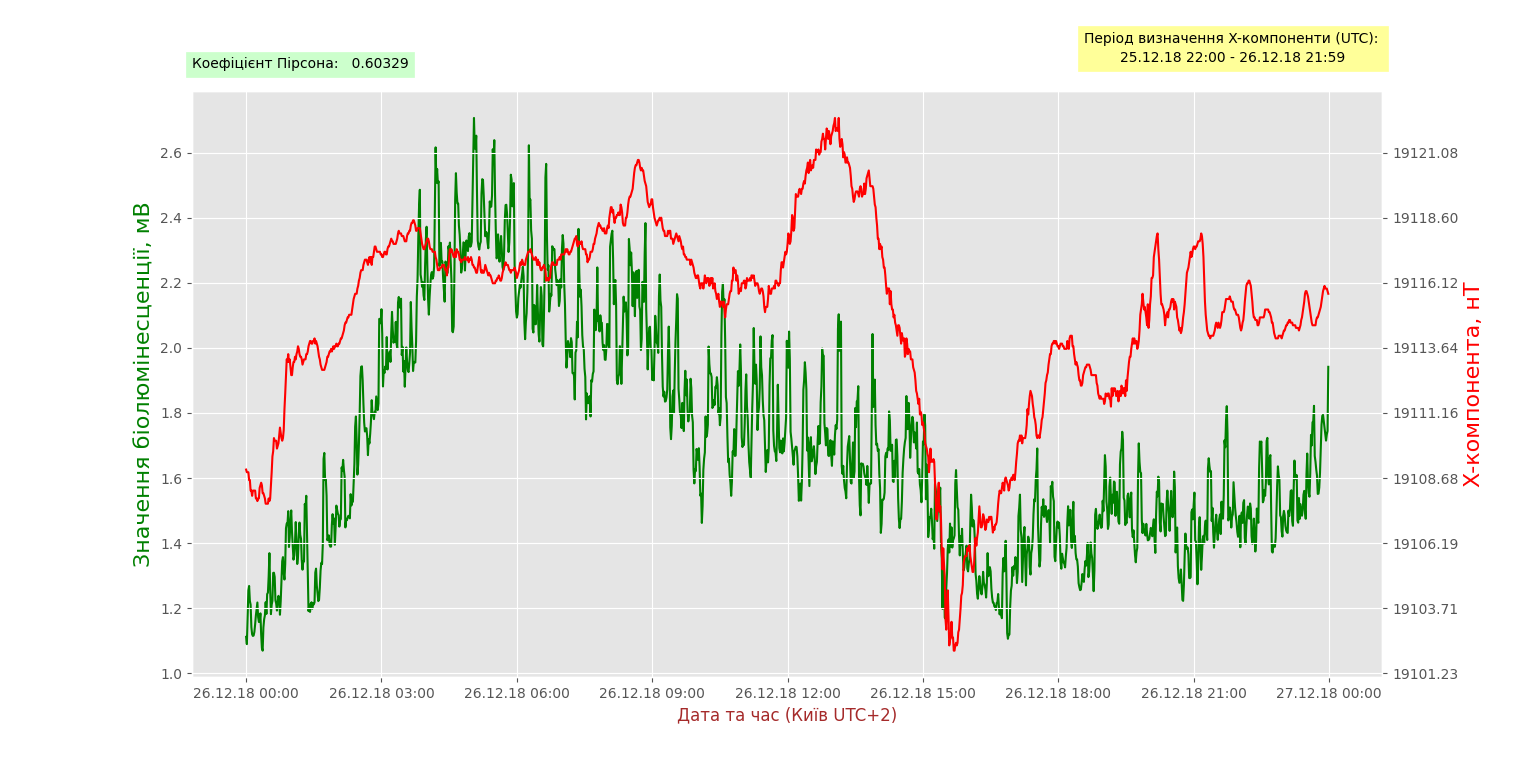
Приклад таких графіків зображено на рисунку 2.3.

Рисунок 2.3 - Графічний вивід програми на прикладі 26.12.18 доби для знаходження залежності “Біолюмінесценція – Х-компонента”

Як видно з рисунку 2.3 по осі абсцис відкладається час проведення експерименту для міста Києва. По осі ординат (лівій) відкладаються значення інтенсивності біолюмінесценції у розмірності мВ. По осі ординат (правій) відкладаються значення однієї з 3-х геомагнітних компонент з розмірністю нТ. У верхній лівій секції відображається коефіцієнт кореляції за Пірсоном для швидкого аналізу наявності чи відсутності залежності між даними величинами. У верхній правій секції відображається дата визначення відповідної геомагнітної компоненти в її оригінальному часовому форматі – UTC.

**2.5** **Методика розрахунку коефіцієнтів кореляції та визначення сили взаємозв’язку**

Остання програма використовує ті самі округлені (до хвилини) значення інтенсивності біолюмінесценції та геомагнітних компонент для розрахунку коефіцієнтів кореляції для 5-ти пар-днів порівняння. Під фразою “5 пар-днів порівняння” мається на увазі, що ми порівнюємо кожен масив значень інтенсивності біолюмінесценції з 5-ма днями вимірювання компонент ГМП. Це робиться згідно з подібним дослідженням Бержанської [], коли біолюмінесцентні бактерії за 24 години до флуктуацій геомагнітного поля змінювали інтенсивність біолюмінесценціі. При дослідженні впливу якогось фізичного фактору необхідно враховувати, що цей чинник може впливати із запізненням, а враховуючи, що наша тест-система базується на чутливих біологічних об’єктах - мікроорганізмах, то невиключно, що вони можуть з випередженням у часі відповідати на вплив того чи іншого фізичного фактору.

Отже, маємо наступний список для 5-ти порівнянь кожного масиву значень біолюмінесценції:

1. День вимірювання біолюмінесценції = День вимірювання ГМП
2. День вимірювання ГМП < День біолюмінесценції на 2 дні
3. День вимірювання ГМП < День біолюмінесценції на 1 день
4. День вимірювання ГМП > День біолюмінесценції на 1 день
5. День вимірювання ГМП > День біолюмінесценції на 2 дні

Тобто, у першому випадку ми порівнюємо 2 масиви даних, які вимірянні в один день. У другому та третьому випадках ми припускаємо, що бактерії реагують на зміни ГМП через 2 дні та через 1 день відповідно, тобто із запізненням. У четвертому та п’ятому випадках ми припускаємо, що бактерії реагують на флуктуації ГМП за 1 день та за 2 дні відповідно, тобто із випередженням.

Також у даному програмному коді передбачена спеціальна функція, яка розподіляє загальну кількість коефіцієнтів кореляцій (окремо Пірсона, Кендалла та Спірмена) за силою взаємодії згідно з таблицею 2.2, після чого програма експортує дані в новий файл формату .xlsx та завершує процес.

Таблиця 2.2 - Межі значень коефіцієнтів кореляції за силою взаємодії

|  |  |
| --- | --- |
| **Дуже слабка кореляція** | 0 < Коеф. < 0.3 |
| **Слабка кореляція** | 0.3 <= Коеф. < 0.5 |
| **Середня кореляція** | 0.5 <= Коеф. < 0.7 |
| **Висока кореляція** | 0.7 <= Коеф. < 0.9 |
| **Дуже висока кореляція** | * 1. <= Коеф. < 1 |

**3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА**

**3.1 Модернізація програм для округлення значень інтенсивності біолюмінесценції та побудови графіків**

Під час проведення модернізації програмного забезпечення для моніторингових досліджень були модифіковані 2 невеликі програми та розроблені 2 нові.

Перший програмний код (додаток А) забезпечує округлення значень інтенсивності біолюмінесценції до хвилин, до годин та до 3-годинного інтервалу. Усереднення даної величини до різних часових параметрів (хвилин, годин та ін.) є необхідним для порівняння інтенсивності біолюмінесценції з різними фізичними параметрами, які надаються обсерваторіями або іншими установами у різних часових інтервалах. На виході цієї програми отримуємо файл у форматі .xlsx, який використовується іншими програмними кодами.

Даний програмний код працює за допомогою 2-х бібліотек: “Pandas” та “Os”.

Перша необхідна для читання вхідного початкового документа, який отримуємо з автоматизованої системи реєстрації біолюмінесценції, для самого процесу округлення та для створення кінцевого документу з округленими значеннями.

Друга бібліотека працює з операційною системою комп’ютера, де запускається даний програмний код, вона знаходить директорію на диску, де зберігаються вхідні файли та визначає директорії кінцевих документів.

У програмі викликаються 3 функції: “resample\_df\_minute()”, “resample\_df\_hour()”, “ resample\_df\_3hour()” для округлення до хвилин, до годин та до 3-х годинного інтервалу відповідно.

Другий програмний код (додаток Б) забезпечує побудову графічних зображень залежності інтенсивності біолюмінесценції від геомагнітної компоненти (X, Y або Z). Дана програма виводить користувачу графіки (див. рис. 2.3-2.5 у попередньому розділі) з детальним описом характеристик даної залежності, а саме: оригінальні дату та час вимірювання біолюмінесценції та відповідної компоненти ГМП і коефіцієнти кореляції за різними методами (Пірсона, Кендалла та Спірмена). Шкали для значень біолюмінесценції (ліва ордината) та значень компоненти ГМП (права ордината) вирівнянні одна відносно одної для отримання однієї графічної сітки. За замовчуванням вікно з графіками відображаються на весь екран, а для отримання наступного графічного зображення користувачу потрібно закрити поточний графік.

У даному програмного коді використовуються 3 бібліотеки: “Matplotlib”, “Pandas”, “Os”.

“Matplotlib” відповідає за безпосереднє відображення графіків корситувачу у загально прийнятному вигляді. “Pandas” відповідає за визначення коефіцієнтів кореляції різними методами (Пірсона, Кендалла та Спірмена). “Os” працює з операційною системою комп’ютера та вказує програмному коду місцезнаходження вхідних файлів з даними біолюмінесценції та ГМП.

* 1. **Розробка програм для отримання даних ГМП з веб-ресурсу в автоматичному режимі та розрахування коефіцієнтів кореляції з визначенням сили взаємозв’язку**

Перший новий програмний код (додаток В) автоматизує отримання значень ГМП у необхідному часовому діапазоні, щоб дані компонент поля були синхронізовані у часі з біолюмінесценцією. Також даною програмою ми отримуємо 3 компоненти ГМП (X, Y, Z), у попередній роботі ми використовували тільки значення Х величини.

Середня швидкість завантаження 1 файлу (з 3-ма компонентами ГМП) становить 25 секунд. У попередній дипломній роботі швидкість отримання масиву значень по 1-й компоненті ГМП складала приблизно 180 секунд (3 хвилини), так як необхідно було проводити наполовину ручну оцифровку графіків з компонентою ГМП через спеціальну програму “GetData Graph Digitizer”. Відповідно, використовуючи попередній підхід, щоб отримати масиви по 3-м компонентам, нам знадобилося б витратити 540 секунд (9 хвилин) замість 25 секунд, як при новому підході. Тобто новий підхід прискорює отримання значень ГМП приблизно в 22 рази. Також при застосовуванні попереднього підходу ми отримували похибку в 0.1-0.3 хвилини (в силу оцифровки графіків) на кожному значенні Х-компоненти, зараз цієї похибки немає, адже ми завантажуємо одразу числові значення компонент ГМП.

Даний програмний код використовує наступні бібліотеки: “Selenium”, “Time”, “Pandas”, “Os”, а також спеціальний драйвер для автоматизації браузера (Mozilla Firefox) – “Geckodriver”.

Бібліотека “Selenium” та драйвер “Geckodriver” забезпечують команди, які виконує програма самостійно на веб-ресурсі (вибрати обсерваторію, натиснути на необхідну кнопку і т.д.), а також коректну поведінку браузера під час цих команд. “Time” регулює паузи між завантаженням декількох файлів за один запуск програмного коду. “Pandas” читає файл з округленими (до хвилин) значеннями інтенсивності біолюмінесценції та визначає початок і кінець (до хвилин включно) вимірювання цієї величини, що далі використовується на веб-ресурсі для завантаження одразу значень компонент ГМП з необхідного часового діапазону. “Os” використовується для взаємодії програмного коду з операційною системою, а саме для знаходження директорії з файлами округлених значень інтенсивності біолюмінесценції.

Друга нова програма (додаток Г) забезпечує автоматичний розрахунок коефіцієнтів кореляції за 3-ма методами (Пірсона, Кендалла, Спірмена) одразу для 3-х компонент ГМП та одразу для 5-ти пар-днів порівняння (див. розділ 2.6). Середня швидкість виконання всієї даної програми приблизно становить 20 секунд. Тобто, за цей час ми отримуємо 5 кінцевих файлів (.xlsx формату), кожен з яких містить розраховані коефіцієнти кореляції за 3-ма методами для 3-х компонент ГМП, а також розподіляє кількість коефіцієнтів для кожного методу за силою взаємодії. Якщо приймаємо, що для “ручного” розрахунку 1-го коефіцієнту кореляції, тобто між масивами значень біолюмінесценції та 1-ї компоненти ГМП, по одному методу (Пірсона, Кендалла або Спірмена) в програмі “Excel” необхідно 45 секунд, то виходить, що новий програмний код робить це швидше приблизно у 100 разів, адже: 20 секунд (час роботи програми) розділити на 5 (к-ть пар-днів, які виводяться) розділити на 3 (к-ть методів) і ще раз на 3 (к-ть компонент ГМП) дорівнює 0,44 секунди.

У даному програмному коді використовуються 2-і бібліотеки: “Pandas” та “Os”. Перша забезпечує читання обох файлів – по інтенсивності біолюмінесценції та компонент ГМП, розрахунок коефіцієнтів кореляції за методами Пірсона, Кендалла та Спірмена для прочитаних масивів даних, бере участь у розподіленні коефіцієнтів кореляції за силою взаємодії (згідно з табл. 2.1), а також формування кінцевого файлу (.xlsx формату). Бібліотека “Os” виконує ті самі функції, як і в попередніх програмних кодах, тобто забезпечує знаходження необхідних файлів на комп’ютері.

У даній програмі викликаються 2 функції: “Correlation” та “Correl\_strength”. Перша виконує розрахунок коефіцієнтів кореляції, а друга – визначення сили взаємодії.

У додатку Ґ відображений вивід даної програми для пари “День вимірювання біолюмінесценції = День вимірювання ГМП”.

У додатку Д відображена блок-схема алгоритму повного програмного забезпечення, тобто враховуючи всі 4 програмних кода.

**3.3 Визначення найбільш прийнятного методу розрахунку коефіцієнтів кореляції для даного дослідження**

На основі 5-ти кінцевих .xlsx файлів, що були отримані після запуску 4-го програмного коду, був сформований 1 загальний файл для 5-ти пар-днів порівняння. Після чого вручну була порахована загальна кількість коефіцієнтів кореляції (з середньою та вище силою) для Пірсона, Кенделла та Спірмена для кожної пари-днів. Після обрахунку цих значень була побудована діаграма (рис. 3.1), яка відображає кількість коефіцієнтів кореляції Пірсона, Кендалла та Спірмена за днем вимірювання ГМП.

Рисунок 3.1 - Кількість коефіцієнтів кореляції Пірсона, Кендалла та Спірмена за днем вимірювання ГМП. (\*-2 – ГМП виміряне за 2 дні до біолюмінесценції; \*-1 – ГМП виміряне за 1 день до біолюмінесценції; \*0 – ГМП виміряне в один день з біолюмінесценцією; \*+1 – ГМП виміряне через 1 день після біолюмінесценції; \*+2 – ГМП виміряне через 2 дні після біолюмінесценції)

Згідно з даними, що представлені на рис. 3.1 можна зробити висновок, що метод Кендалла не підходить для обчислення результатів проведеного досліду. Найбільша кількість коефіцієнтів кореляції з середньою та вище силою (0.5 <= Коеф. < 1) у всі пари-днів, крім \*-2 пари, характерні для методу Пірсона. На другому місці з незначною різницею (2 одиниці) метод Спірмена. Отже, у подальшому в даному досліджені рекомендується використовувати обидва методи – Пірсона та Спірмена.

**3.4 Визначення кількості коефіцієнтів кореляції за методами Пірсона та Спірмена в залежності від дня вимірювання ГМП**

Після обрання 2-х методів розрахунку коефіцієнтів кореляції можна побудувати діаграми (рис. 3.2 та рис. 3.3) для Пірсона та Спірмена відповідно за силою взаємозв’язку – від середньої до дуже високої.

Рисунок 3.2 - Кількість коефіцієнтів за методом Пірсона відносно дня вимірювання ГМП (\*-2 – ГМП виміряне за 2 дні до біолюмінесценції; \*-1 – ГМП виміряне за 1 день до біолюмінесценції; \*0 – ГМП виміряне в один день з біолюмінесценцією; \*+1 – ГМП виміряне через 1 день після біолюмінесценції; \*+2 – ГМП виміряне через 2 дні після біолюмінесценції)

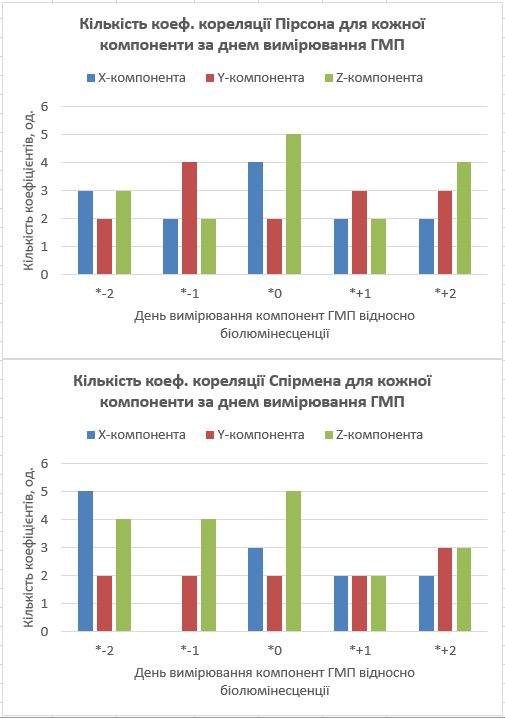
Рисунок 3.3 - Кількість коефіцієнтів за методом Спірмена відносно дня вимірювання ГМП (\*-2 – ГМП виміряне за 2 дні до біолюмінесценції; \*-1 – ГМП виміряне за 1 день до біолюмінесценції; \*0 – ГМП виміряне в один день з біолюмінесценцією; \*+1 – ГМП виміряне через 1 день після біолюмінесценції; \*+2 – ГМП виміряне через 2 дні після біолюмінесценції)

Як видно з 2-х діаграм (рис. 3.2 та рис. 3.3) середня та висока сили кореляційного зв’язку характерні для кожної з 5-ти пар-днів порівняння за обома методами. Це може свідчити про те, що *Photobacterium phosphoreum* знаходяться в лінійній кореляційній залежності з ГМП:

1. в той самий день, коли відбуваються флуктуації ГМП;
2. через 2 дні та 1 день після змін ГМП;
3. за 1 день та 2 дні перед флуктуаціями ГМП.

**3.5 Кількість коефіцієнтів кореляції за методами Пірсона та Спірмена**

На рис. 3.4 зображені дві діаграми, які відображають кількість коефіцієнтів кореляції по X, Y, Z компонентам ГМП за методом Пірсона (верхня діаграма) та методом Спірмена (нижня діаграма). Дані діаграми містять тільки коефіцієнти, що відповідають діапазону сили кореляційної взаємодії “Середня – Дуже висока”.

Рисунок 3.4 - Кількість коефіцієнтів кореляції по компонентам ГМП за методами Пірсона та Спірмена (\*-2 – ГМП виміряне за 2 дні до біолюмінесценції; \*-1 – ГМП виміряне за 1 день до біолюмінесценції; \*0 – ГМП виміряне в один день з біолюмінесценцією; \*+1 – ГМП виміряне через 1 день після біолюмінесценції; \*+2 – ГМП виміряне через 2 дні після біолюмінесценції)

Як видно з рис. 3.4 обидві діаграми мають дуже схожу тенденцію у зміні кореляційного зв’язку між біолюмінесценцією та компонентами ГМП у всі пари-дні, крім “-1”.

Аналізуючи обидві діаграми можна виявити наступне:

1. Через 2 дні після флуктуацій ГМП кореляційна залежність більше проявляється від X та Z компонент.
2. Через 1 день після флуктуацій ГМП кореляційна залежність більше проявляється від Y та Z компонент.
3. При одночасних явищах – біолюмінесценції та флуктуаціях ГМП кореляційна залежність більше проявляється від X та Z компонент.
4. За 1 день до флуктуацій ГМП кореляційна залежність майже однаково проявляється від X, Y та Z компонент.
5. За 2 дні до флуктуацій ГМП кореляційна залежність більше проявляється від Z та Y компонент.

**4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ**

**4.1 Резюме: конкретизація бізнес-ідеї, мети стартапу, об’єкту дослідження, місця розробки в інноваційному ланцюжку цінності**

Ідея проекту полягає в розробці програмного забезпечення на основі мови програмування Python для автоматизованого розрахунку залежності між масивами даних біолюмінесценції та компонентами ГМП. Адже проведення біоіндикації з використанням люмінесцентних бактерій Photobacterium phosphoreum, які задовольняють критеріям вибору біоіндикаторів, може слугувати оцінкою впливу геомагнітної активності, що важливо знати для профілактичних робіт серед людей із групи ризику, а також для проведення біотехнологічних процесів. Зміст ідеї наведено у додатку Е.

Назва проекту: BiolumCorr.

Мета стартапу: задовольнити потребу юридичних та фізичних осіб проводити автоматизоване визначення залежності між біолюмінесценцією бактерій (можливий інший показник) та ГМП. Знаходження та моніторинг даної залежності дає змогу оперувати актуальними даними щодо геомагнітної активності та іншими геліогеофізичними факторами, що корисно знати в медицині та біотехнологічних процесах. Автоматизація даного процесу надає користувачу стартапу можливість в економії часу та грошових витрат.

Предмет стартапу: оцінка актуальності автоматичної обробки великих масивів даних для сучасного науково-технічного споживача.

Продукт: програмне забезпечення, що автоматизує знаходження залежності між двома масивами даних на прикладі біолюмінесценції бактерій та геомагнітної активності.

Завдання стартапу:

1. Аналіз ринку та існуючих рішень для вияву попиту.
2. Розробка рішень програмного забезпечення для клієнтів.

Вигоди для користувача:

1. Підвищення швидкості обробки масивів даних по біолюмінесценції бактерій та геліогеофізичними факторами.

2. Зменшення витрат на використання ряду програм для повного розрахунку.

3. Автоматизація процесу підрахунку.

У таблиці 4.1 наведено результати визначення технологічної здійсненності ідеї проекту.

Таблиця 4.1 - Технологічна здійсненність ідеї проекту

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Ідея проекту | Технології реалізації | Наявність технологій | Доступність технологій |
| 1 | Створення програмного забезпечення для автоматизованого визначення залежності між біолюмінесценцією бактерій (можливий інший показник) та геліогеофізичними факторами | Використання мови програмування Python та її бібліотек: pandas, matplotlib, selenium. | Програмний код розроблений авторами ідеї проекту | Доступна авторам проекту |
| Обрана технологія реалізації ідеї проекту:  Створення програмного забезпечення для автоматизованого визначення залежності між біолюмінесценцією бактерій (можливий інший показник) та геліогеофізичними факторами використовуючи мову програмування Python, застосовуючи її бібліотеки: pandas, matplotlib, selenium. | | | | |

За результатами проведеного аналізу технологічна реалізація даного проекту можлива. Запропонований технологічний шлях доступний авторам та є інноваційним на ринку.

**4.2 Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища стартапу**

Хоча зовнішнє середовище безпосередньо і не впливає на підприємство, але формує загрози і можливості цього підприємства [32, 33]. До факторів зовнішнього середовища відносять політику, економіку, географію, демографію, культуру, науково-технічний прогрес (табл. 4.2). Зовнішнє середовище, яке непідконтрольне нашому підприємству, досліджується за загрозами і можливостями: – як вплинуть на нашу діяльність на тому чи іншому ринку сучасні тенденції розвитку науки та техніки, економічної ситуації у світі (країні, регіоні), зміна державної політики та законодавства.

Таблиця 4.2 - Аналіз факторів зовнішнього середовища

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Фактор | Загрози | Можливості |
| Політика   * Зміна податкового кодексу * Зміна законодавства | - Може збільшити загальні витрати підприємства  - Може негативно вплинути на функціонування проекту. | - Можливість продажу ідеї закордон.  - Впровадження на проекті «захисного фінансового фонду» для непередбачуваних змін (наприклад, у податковому кодексі). |
| Економіка   * Нестабільність економіки | - Загроза провалу стартапу, так як важко спрогнозувати подальший розвиток економіки.  - Зниження платоспроможності науково-дослідних інститутів та лабораторій. | - Можливе зростання попиту на продукцію з ростом економічного стану країни. |
| Демографія   * Зміна чисельності населення | - При зменшені населення відповідно зменшується кількість науково-технічних установ та лабораторій. | - Збільшення числа потенційних клієнтів, при збільшені кількості населення. |

До факторів зовнішнього оперативного середовища відносять конкурентів, постачальників, посередників та споживачів (табл. 4.3) [32, 33].

Таблиця 4.3 - Аналіз факторів зовнішнього оперативного середовища

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Фактор | Переваги | Недоліки |
| Конкурент:   * LabX | Відсутність вузьконаправленості в науково-технічному напрямку.  Можливість до кооперацій з «конкурентами» | Наявність у потенційних конкурентів схожої тематики.  Відсутність досвіду у порівнянні з конкурентами  Збільшення витрат на рекламу |
| Постачальники:   * Geomagnetic Data Center | Безкоштовне отримання даних по геомагнітній активності через інтернет-ресурс центру | Ризик у затримці публікації даних, що негативно вплине на швидкість отримання результатів та їхню актуальність |
| Споживачі:   * Науково-технічні установи (інститути) * Лабораторії | Відповідальність нашої команди  Зацікавленість людей, так як продукція є новою.  Акційні пропозиції нашим постійним клієнтам | Незацікавленість продукцією  Зникнення споживачів через поширення даної тематики серед конкурентів |

Отже, за результатами проведеного аналізу потенційних техніко-економічних переваг впровадження програмного забезпечення для забезпечення автоматизованого визначення залежності між біолюмінесценцією бактерій (можливий інший показник) та геліогеофізичними факторами, зроблено висновок, що така програма є досить конкурентоспроможною, порівняно з існуючими аналогами, в умовах міжнародного ринку.

SWOT-аналіз представлено у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - SWOT-аналіз

|  |  |
| --- | --- |
| Сильні сторони | Слабкі сторони |
| * Відповідальна команда; * Унікальна ідея; * Місце для роботи; | * Відсутність власної реклами (сайту-візитки, банерів); * Невеликий термін для «роботи» реклами (1 місяць); |
| Можливості | Загрози |
| * Невеликі інвестиції; * Часткова зайнятість; * Самореалізація; * Додатковий заробіток; | * Один основний (відповідальний за весь процес) працівник – директор; * Думка клієнта про ФОП; * Відсутність досвіду у даній сфері; |

**4.3 Визначення ключових факторів успіху проекту (метод Шонфільда)**

У таблиці 4.5 відображена пріоритизація факторів по кожній групі впливу.

Таблиця 4.5 - Пріоритизація факторів (від більш до менш пріоритетного) у кожній сфері за середньозваженими показниками

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ПОЛІТИЧНІ | | ЕКОНОМІЧНІ | |
| Зростання мінімальної заробітної плати | 7,36 | Конкурентність з іншими компаніями по наданню послуг науково-технічним установам та лабораторіям | 6,72 |
| Податкова політика держави для ФОП | 7,04 | Зниження науково-технічного прогресу | 6,08 |
| СОЦІАЛЬНО-КУЛЬТУРНІ | | ТЕХНОЛОГІЧНІ | |
| Підвищення обізнаності (зацікавленості) у науково-технічній сфері | 5 | Розробка власної реклами (сайту-візитки) | 8,64 |
| Зниження рівня життя | 3,52 | Доопрацювання програмного забезпечення, що надаємо споживачу | 8,28 |

У таблиці 4.6 представлена стратегія проекту за групами факторів.

Таблиця 4.6 - Опис конкретних дій для стратегії компанії

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Фактори | Середньозважена | Дії |
| ПОЛІТИЧНІ | | |
| Зростання мінімальної заробітної плати | 7,36 | 1. Розробити фінансовий фонд компанії. 2. Використовувати електронні ресурси (у майбутньому – найняти бухгалтера) для вчасного ознайомлення з оновленням трудового та податкового кодексів. 3. Відкладати % від прибутку у фінансовий фонд компанії на вчасну виплату заробітної плати, у разі відсутності необхідної суми на момент виплати заробітної плати працівникам. |
| Податкова політика держави для ФОП | 7,04 | 1. Використовувати електронні ресурси (у майбутньому – найняти бухгалтера) для вчасного ознайомлення з оновленням податкового кодексу. 2. Відкладати % від прибутку у фінансовий фонд компанії на вчасну виплату податків. |
| Державні програми для допомоги малому бізнесу | 3 | Використовувати можливості підтримки, оформлювати субсидії, входити до асоціацій |
| ЕКОНОМІЧНІ | | |
| Конкурентність з іншими компаніями по наданню послуг науково-технічним установам та лабораторіям | 6,72 | 1. Знижувати собівартість кінцевого продукту 2. Запроваджувати акційні програми для споживачів |
|  |  |  |
|  |  | Продовження табл. 4.6 |
| Зниження науково-технічного прогресу | 6,08 | 1. Оформлювати довгостроковий контракт з постійними клієнтами 2. Розширювати функціонал програмного забезпечення для зацікавленості інших наукових напрямків до продукту |
| СОЦІАЛЬНО-КУЛЬТУРНІ | | |
| Підвищення обізнаності (зацікавленості) у науково-технічній сфері | 5 | 1. Приймати участь у наукових конференціях з можливістю реклами власного продукту |
| Зниження рівня життя | 3,52 | 1. Оптимізувати фонд оплати праці 2. Запровадити високі премії за якісну роботу |
| ТЕХНОЛОГІЧНІ | | |
| Розробка власної реклами (сайту-візитки) | 8,64 | 1. Ознайомлення зі створенням сайту власноруч, сайт-візитка не потребує великого об’єму зусиль 2. Запроваджувати рекламу через інтернет |
| Доопрацювання програмного забезпечення, що надаємо споживачу | 8,28 | Розширити функціонал програми, додати нові фактори для порівняння та знаходження залежності. |
| Значні переваги програмного забезпечення | 2,52 | Бути відкритими до нових ідей у підвищенні якості продукту та зацікавленості споживача, запровадити премії для працівників за оновлення продукту. |

Визначення ключових факторів успіху проекту методом Шонфільда представлено в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Визначення ключових факторів успіху проекту методом Шонфільда (1 – крайня негативна оцінка; 5 – крайня позитивна оцінка)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Характеристика | Вагомість х-ки | Конкурент  LabX | Наша компанія  BiolumCorr |
| 1 | Ціна | 0,4 | 3 | 4 |
| 2 | Автоматизація | 0,35 | 3 | 5 |
| 3 | Простота у замовленні послуги | 0,25 | 3 | 3 |

Бальні оцінки кожної характеристики для нашої продукції та для конкурента представлені у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Бальні оцінки кожної характеристики для нашої продукції та для конкурента з урахуванням вагомості характеристики

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Характеристика | Вагомість х-ки | Конкурент  LabX | Наша компанія  BiolumCorr |
| 1 | Ціна | 0,4 | 1,2 | 1,6 |
| 2 | Автоматизація | 0,35 | 1,05 | 1.75 |
| 3 | Простота у замовленні послуги | 0,25 | 0,75 | 0,75 |
|  | ∑ |  | 3,0 | 4,1 |

На рисунку 4.1 зображено діаграму ключових факторів успіху проекту методом Шонфільда.

Рисунок 4.1 - Аналіз ключових факторів успіху проекту методом Шонфільда (блакитні стовпчики – LabX, помаранчеві – BiolumCorr)

За даним методом було розраховано, що наш потенційно головний конкурент – LabX має високі показники по усім 3 характеристикам, тому нам потрібно втриматися на своїх позиціях. Наша найбільша перевага в оцінці “Автоматизація”, так як ми пропонуємо повністю автоматизоване програмне забезпечення. По оцінці “Простота замовлення послуги” ми на однаковому місці.

Стадії розвитку ідеї представлені у таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 - Стадії розвитку ідеї стартапу

|  |  |
| --- | --- |
| Стадія | Зміст стадії |
| Запуск | Розробка програмного забезпечення, перший продаж програми. |
| Зростання | Розробка програмного забезпечення, супровід та підтримка протягом строку дії договору, можливість оновлення програмного продукту. |
| Вихід | Продаж патенту |

Незважаючи на необхідність отримання патентів на програмне забезпечення, внаслідок впровадження запропонованого програмного забезпечення можливе зменшення собівартості проекту, що робить його фінансово привабливим.

Аналіз пропозиції продукту представлено в табл. 4.10.

Таблиця 4.10 - Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Особливості конкурентного середовища | В чому проявляється дана характеристика | Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною) |
| 1. Тип конкуренції  - новаторська монополія | Один виробник протистоїть великому числу покупців за рахунок унікального товару. Монополія новатора має обмеження в часі, які визначаються швидкістю поширення технологічних нововведень (копіювання) і появою конкурентів. | * Захист від копіювання технології. * Швидке введення програмного забезпечення на більшій кількості підприємств. |
| 2. За рівнем конкурентної боротьби  - міжнародний | Дослідні установи та лабораторно-діагностичні центри розміщені у всіх розвинених країнах | Швидке впровадження забезпечення на багатьох підприємствах. |
| 3. За галузевою ознакою  - внутрішньогалузева | Конкуренція відбувається в галузі інформаційних технологій для автоматизації знаходження залежності між масивами данних | Не впливає |
| 4. Конкуренція за видами товарів:  Відсутня (див. п. 1) | - | - |
| 5. За характером конкурентних переваг  - нецінова | - швидкість опрацювання зображень | Не потрібно |
| 6. За інтенсивністю  - немарочна | Роль торгової марки відсутня. | Запропонована технологія є унікальною та не має аналогів |

Проведено більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі за моделлю п’яти сил М. Портера (табл. 4.11).

Таблиця 4.11 - Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Складові аналізу | Прямі конкуренти в галузі | Потенційні конкуренти | Клієнти | Товари-замінники |
| Відсутні | Відсутні | Швидкість виконання програми | Ціна |
| Висновки | Конкуренція відсутня з боку прямих конкурентів | Вірогідність появи інших конкурентів незначна | Клієнти визначають чи задовольняє швидкість і ефективність виконання програми | Може існувати обмеження для роботи на ринку через товари замінники |

Враховуючи умови конкуренції в галузі, можна зробити висновок, що галузь не є конкурентною, не регулюється з боку держави, а тому використання аналізу за моделлю 5 сил Портера для галузі є неефективним.

Розроблено трирівневу маркетингову модель товару, де уточнюються ідея, фізичні складові, особливості процесу (табл. 4.12).

Таблиця 4.12 - Опис трьох рівнів моделі товару

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Рівні товару | Сутність та складові | | |
| І. Товар за задумом | Автоматизований підрахунок залежності між масивами даних (біолюмінесценції та геліогеофізичними факторами) | | |
| ІІ. Товар у реальному виконанні | Властивості/характеристики | М/Нм | Вр/Тх /Тл/Е/Ор |
| 1. Швидкість. 2. Надійність. 3. Невисока собівартість | М  М  М | Тл  Вр  Тх |
| Марка: Програмне забезпечення для знаходження зележності (коефіцієнтів кореляції) | | |
|  |  | | |
|  | Продовження табл. 4.12 | | |
| ІІІ. Товар із підкріпленням | До продажу – не розглядається | | |
| Після продажу – не розглядається | | |
| За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: патенти, електронна ліцензія. | | | |

**4.4 Визначення категорій потенційних споживачів**

Паспорт потенційного клієнта представлено у таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 - Паспорт потенційного клієнта

|  |  |
| --- | --- |
| Критерій | Категорії |
| Форма реєстрації | Юридична особа |
| За масштабом | Середнє |
| За сплатоспроможністю | 25000 – 35000 грн |
| Географія | Регіон: Київ або інший  Чисельність населення: 2,9 млн (2019р.)  Динаміка росту регіону: за останні десять років населення міста зросло майже на 10 %, збільшуючись в середньому на 20-25 тис. осіб щорічно. |
| Обмеження | Наявність науково-технічних установ та лабораторій: наявні. |
| Ставлення до товару | Мотивація придбання: зацікавленість в автоматизації процесів  Пошук вигоди: зменшення часових та грошових витрат  Ставлення до товару: не залежить від сезону  Інформованість про товар: середня  Інтенсивність споживання товару: середня |
| Співвідношення бажання придбати і цінової межі | 10000 грн – 1 ліцензія програмного забезпечення |

Запланований обсяг реалізації стартап-продукту представлено у таблиці 4.14.

Таблиця 4.14 – Запланований обсяг продукції

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Січень, 2022 | Лютий, 2022 | Березень, 2022 | Квітень, 2022 | Травень, 2022 | Червень, 2022 | Липень, 2022 | Серпень, 2022 | Вересень, 2022 | Жовтень, 2022 | Листопад, 2022 | Грудень, 2022 |
| Загальна кількість користувачів | 3 | 5 | 7 | 9 | 10 | 12 | 15 | 18 | 18 | 20 | 22 | 25 |

За перший місяць планується запустити платформу з програмним забезпеченням, перевірити роботоспроможність і залучити перших 3-х постійних користувачів.

* 1. **Ціна інноваційної пропозиції на ринку**

У таблиці 4.15 представлені витрати на продукт.

Таблиця 4.15 - Витрати, передбачені для створення програмного забезпечення

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Стаття витрат | Витрати на місяць, грн | Витрати за рік, грн | Разові витрати, грн | Разом за рік, грн |
| Купівля або оренда приміщення | 5000 | 60000 |  | 60000 |
| Витратні матеріали | 100 | 1200 |  | 1200 |
| Створення сайту |  |  | 3000 | 3000 |
| Зарплата | 5000 | 60000 |  | 60000 |
| Сплата податків | 1000 | 12000 |  | 12000 |
| Непередбачені витрати |  |  | 1000 | 1000 |
| Разом | 11100 | 133200 | 4000 | 137200 |

У таблиці 4.16 представлені ціни продажу ідеї.

Таблиця 4.16 – Проектні ціни продажу ідеї, технології, методики, програми.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування  товару | Планові обсяги продажу | | Аналоги, прототипи | |
| Кількість користувачів на рік | Ціна, грн/од. | Кількість користувачів на рік | Ціна, грн/од. |
| Програмне забезпечення для автоматизованого розрахунку кореляції | 25 | 8000 | LabX, 30 | 10000 |

Основні методи ціноутворення:

1. *Витратний метод.*

Ц = С + %П = + 20 % = 6500 грн, (8)

де Ц – ціна одиниці товару, грн., С – собівартість одиниці, грн., %П – відсоток прибутку.

1. *Агрегатний метод.*

Не застосовуємо цей метод для даної технології.

1. *Параметричний метод.*

Цн = Цб = = 13333 грн/рік, (9)

де Цн – ціна нового продукту, грн., Цб – ціна базового продукту (була взята ціна на технологію проєкту LabX, дол., Бб – бали за властивості базового продукту, Бн – бали за властивості нового продукту.

1. *Метод точки беззбитковості.*

Ц = С = = = 5488 грн/корист., (10)

де Ц – ціна одиниці товару, грн., С – собівартість одиниці, грн.

1. *Метод конкурентних цін.*

Ц = = = 10000 грн/рік, (11)

де Ц – ціна одиниці товару, грн., Цx1,x2,x3 – ціни конкурентів, грн., N – кількість використаних цін конкурентів.

Забезпеченість проєкту основними засобами представлена у таблиці 4.17.

Таблиця 4.17 – Забезпеченість проєкту основними засобами

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Місце ОЗ у технологічному процесі | Назва ОЗ | Повна початкова вартість ОЗ, дол | Плановий період експлуатації ОЗ, років | Очікуваний постачальник | Джерело фінансування придбання |
| Початок проекту | Комп`ютерне обладнання | 30000 | 5 | Lenovo | Власні фонди |
| Увесь процес | Будівля | 60000 | 15 | --- | Власні фонди |

Забезпеченість проекту оборотними фондами представлено у таблиці 4.18.

Таблиця 4.18 **–** Забезпеченість проекту оборотними фондами

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Група ОбФ | Назва | Норма витрат на рік | Ціна, грн/од | Очікуваний постачальник | Джерело фінансування |
| Паливо, електроенергія | Електроенергія | 20000 кВт | 1,68 | Київтеплоенерго | Власні фонди |
| Інші витрати | Податки | 12 | 1000 | ДПС |
| Паливо, електроенергія | Інтернет | 12 | 170 | КПІ телеком |

Забезпеченість проекту трудовими ресурсами представлено у таблиці 4.19.

Таблиця 4.19 – Забезпеченість проекту трудовими ресурсами

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категорія кадрів | Назва посади | К-ть | Кваліфікаційні вимоги | Заробітна плата, грн | Джерело фінансування ФОП |
| Спеціаліст | Інжене-директор | 1 | Інженерно-технічна освіта | 10000 | Прибуток |

Техніко-економічні показники проекту представлені у таблиці 4.20.

Таблиця 4.20 – Техніко-економічні показники проекту

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показники | Одиниця виміру | Умовне позначення, формула розрахунку |
| 1. Річний обсяг реалізації ідеї, технології, методики | користувачів | В = 25 |
| 2. Середньорічна чисельність персоналу за списком | Осіб | О = 1 |
| 4.Середньорічний виробіток робітника | Корист./особу | 25 |
| 5. Капіталовкладення у проект: | Грн., | К = 125000,  5000 |
| - всього | Грн./од. |
| - на одиницю продукції |  |
| 6. Повна собівартість: | Грн., | К = 137200,  5488 |
| - всього  - на одиницю продукції | Грн./од. |
| 7. Відносний прибуток | Грн./корист. | П = 2512 |
| 8. Рентабельність | % | Р= (П/С ) ×100 = 45,7 % |
| 9. Період повернення капіталовкладень | Місяців | Тпов= К/П =  50 місяців |
| 10. Фондовіддача виробничих фондів | Грн./грн. | ФВ=(Ц×В)/ОФ = 0,79 |
| 11. Фондоємкість | Грн./грн. | ФЄ = 1/ФВ=1,26 |
| 12. Продуктивність праці | Грн./особу | ПП= В/(Чсп× Т)= 6 |
| 13. Коефіцієнт економічної ефективності |  | Е=П/К=0,02 |

**5.6 Карта бізнес-процесів виконання стартап-проекту**

Карта бізнес-процесів представлена у таблиці 4.21.

Таблиця 4.21 - Карта бізнес-процесів виконання стартап-проекту

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Стадія реалізації стартап  проекту | Буква за порядком | Бізнес-процеси | Характеристики | | |
| Задіяні ресурси | Орієнтовна тривалість процесу, у днях | |
| Початок | Кінець |
| Розробка ідеї стартапу | А | Розробка ідеї проекту | Людський («мозковий штурм») | 1 | 2 |
| Б | Попередня оцінка масштабу та плану роботи | Людський | 2 | 5 |
| В | Створення плану проекту  (стадії проекту) | Людський | 5 | 7 |
| Г | Узгодження правил роботи на проекті, плану | Людський | 7 | 9 |
| Д | Оформлення та підписання фінального «документу» проекту | Людський | 9 | 10 |
| Реалізація ідеї | Є | Розгляд потреби у інвестиціях (яка сума необхідна) | Людський  Інтернет  Бухгалтерська консультація | 10 | 12 |
| Ж | Пошук інвестицій (субсидій, державних програм) | Людський  Інтернет  Бухгалтерська консультація | 13 | 14 |
| Й | Навчання персоналу (проведення пробних свят) | Людський  Інтернет | 14 | 20 |
|  |  |  |  |  |  |
| Продовження табл. 4.21 | | | | | |
| Впровадження у виробництво | К | Пуск реклами проекту | Інтернет | 20 | 50 |
| М | Робота над покращенням проекту | Людський | 40 | 50 |
| Масова реалізація | О | Пошук кооперативних можливостей | Людський  Інтернет | 50 | 60 |
| П | Збільшення реклами проекту | Людський  Інтернет  Реклама на вулицях | 55 | 90 |
| Закриття проекту | Р | Оцінка рівня загрози для проекту | Людський  Бухгалтерська консультація | 50 | 55 |
| С | Закриття проекту | Людський  Юридичний | 55 | 70 |

Системний аналіз представлений у таблиці 4.22.

Таблиця 4.22 - Системний аналіз проекту

|  |  |
| --- | --- |
| Функції | Відповідальний |
| Розробка ідеї проекту | Розробник |
| Попередня оцінка масштабу та плану роботи |
| Створення плану проекту (стадії проекту) |
| Узгодження правил роботи на проекті, плану |
| Підписання фінального «документу» проекту |
| Розгляд потреби у інвестиціях (яка сума необхідна) |
| Пошук інвестицій (субсидій, державних програм) |
| Навчання персоналу (проведення пробних свят) |
| Пуск реклами проекту |
| Робота над покращенням проекту |
| Пошук кооперативних можливостей |
| Збільшення реклами проекту |
| Оцінка рівня загрози для проекту |
| Закриття проекту |

**ВИСНОВКИ**

1. Проведена розробка програми по округленню коефіцієнтів біолюмінесценції по хвилинам, по годинам та по 3-х часовим інтервалам дозволить порівнювати зміни в біологічних об’єктах при впливах різних фізичних факторів середовища.
2. Проведено порівняння коефіцієнтів кореляцій (за методами Пірсона, Кендалла та Спірмена) між біолюмінесценцією та 3-ма компонентами ГМП дозволило визначити, що для розрахунків коефіцієнтів кореляцій в недетермінованих системах слід застосовувати методи Пірсона та Спірмена, що дозволяє проводити моніторингову обробку даних.
3. Розроблений програмний код на мові Python забезпечує автоматизоване отримання значень компонент ГМП з веб-сайтів обсерваторій у необхідному часовому періоді, що виключає похибки та збільшує швидкість в 22 рази при оцифровці моніторингових значень біолюмінесценції та ГМП і прискорює процес розрахунку коефіцієнтів кореляції приблизно в 100 разів.
4. Розроблена програма побудови графічних зображень значень біолюмінесценції бактерій та X, Y, Z компонентів ГМП дозволяє отримати графічне зображення залежності між цими даними з виведенням коефіцієнтів кореляцій.
5. Розроблено стартап-проект за темою – створення програмного забезпечення на основі мови програмування Python для автоматизованого розрахунку залежності між масивами даних біолюмінесценції та компонентами ГМП, капіталовкладення становлять 137200 гривень.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Горго Ю., Разумовский А. Визначення впливу магнітних бур на молекулярні та клітинні процеси // Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації. 2015, с. 20-21.
2. Ермолаев Ю.И., Ермолаєв М.Ю. Солнечные и межпланетные источники геомагнитных бурь: аспекты космической погоды // Геофизические процессы и биосфера, 2009, Т.8, № 1, с. 5-35.
3. Тужилкин Д.А., Бородин А.С., Калюжин В.В. Рентгеновское излучение Солнца и геомагнитная возмущенность как экологические

факторы влияния на человека // Солнечно-земная физика и физическая экология, 2019, с. 23-25.

1. Ugarova, N. N.; L. G. Maloshenok, I. V. Uporov, M. I. Koksharov. Bioluminescence Spectra of Native and Mutant Firefly Luciferases as a Function of pH (англ.) // Biochemistry (Moscow), 2005, Vol. 70.11. ст. 1262—1267. doi:10.1007/s10541-005-0257-2.
2. Erik V Thuesen et al. Bioluminescent Organs of Two Deep-Sea Arrow Worms, Eukrohnia fowleri and Caecosagitta macrocephala, With Further Observations on Bioluminescence in Chaetognaths. Biological Bulletin, 2010, 219(2):100-11.
3. Aubin Fleiss and Karen S. Sarkisyan. A brief review of bioluminescent systems (2019). Curr Genet. 2019; 65(4): 877—882. PMID 30850867
4. E.N. Gromozova, S.I. Voychuk, L.B. Zelena, I.A. Gretskey. Microorganisms as a model system for studying the biological effects of electromagnetic non-ionizing radiation Safety Engineering, vol.2, No3 (2012), p. 89-92. DOI: 10.7562/SE2012.2.02.06
5. Родичева Е.К, Кузнецов А.М., Медведева С.Е., Биолюминесцентные биотесты на основе светящихся бактерий для экологического мониторинга, Вестник ОГУ, 2004 р.
6. Belkin S. Microbial whole-cell sensing systems of environmental pollutants // Curr. Opin. Microbiol, 2003, V. 6 - № 3 – ст. 206 - 212.
7. Roda A., Guardigli M., Pasini P., Mirasoli M. Bioluminescence and chemiluminescence in drug screening, Anal. Bioanal. Chem. 2003. V. 377. ст. 826-859.
8. Дерябін Д.Г., Поляков Є.Г. Карімов І.Ф. “Особенности использования биолюминисцентных тест-систем при исследовании абиотических сред и биологических жидкостей”, Вестник ОГУ, 2004.
9. Електронне джерело URL: <https://www.jjstech.com/azf848522.html> (дата звернення: 29.11.2021).
10. Електронне джерело URL: <https://uk.hach.com/lumistox-luminescent-bacteria-test/product-downloads?id=26370291492> (дата звернення: 29.11.2021).
11. Горго Ю.П., Грецький І.О., Демидова О.І. Використання біолюмінесценції бактерій Photobacterium phosphoreum для біоіндикації геомагнітної активності // Innov Biosyst Bioeng, 2018, vol. 2, no. 4, 271–277 doi: 10.20535/ibb.2018.2.4.151459
12. Berganskaya LYu. Biological activity of bacteria how the indicator of geomagnetical perturbation. Biophysics. 1995;40(4):780-81.
13. Berzhanskaya L. Y., Beloplotova O. Y., Berzhansky V.N.. Electromagnetic field effect on luminiescent bacteria. IEEE Trans. Magn. 1995, 31, 4274–4275 10.1109/20.489950
14. Nicolas Rouleau, Blake T. Dotta Electromagnetic fields as structure-function zeitgebers in biological systems: environmental orchestrations of morphogenesis and consciousness, Front Integr Neurosci. 2014; 8: 84. doi: 10.3389/fnint.2014.00084
15. Горго Ю.П., Разумовський А.К. Можливі впливи наднизькочастотних характеристик магнітного поля Землі на молекулярні та клітинні процеси // Cб. науч. публикаций межд.конф. «Развитие науки в ХХІ веке», 11.04. 2015, 2 ч., Харьков. – с.34-36.
16. Горго Ю.П., Разумовський А.К. Визначення впливу магнітних бур на молекулярні та клітинні процеси. Мат. ІІІ Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації»: Зб. наук. праць. – Переяслав-Хмельницький, 2015.- Вип.3.- с. 26-28.
17. Красногорская Н.В. Электромагнитные поля в биосфере. Электромагнитные поля в атмосфере Земли и их биологическое значение. - М.: Наука,1984.-375 с.
18. Електронне джерело URL: [https://www.intermagnet.org/faqs-eng.php#geomagnetic-comp](https://www.intermagnet.org/faqs-eng.php" \l "geomagnetic-comp) (дата звернення: 30.11.2021).
19. Мирошниченко Л.И. Электромагнитные поля в биосфере, Земля и вселенная. 1993. No.3. C.93 – 95.
20. Горго Ю.П., Грецький І.О., Демидова О.І. Використання біолюмінесценції бактерій Photobacterium Phosphoreum для біоіндикації геомагнітної активності. Innovative Biosystems and Bioengineering, 2018, vol.2, no. 4, 271-277. doi: 10.20535/ibb.2018.2.4.151459.
21. Грецький І.О. Система експрес-оцінки біологічної дії неіонізуючого електромагнітного випромінювання з використанням *Photobacterium phosphoreum* ІМВ В-7071*.* – Автореф. дис. канд.біол.н. К., 2017., 24 c.
22. Макаревич А.В. Влияние магнитных полей магнитопластов на процессы роста микроорганизмов/ А.В. Макаревич // Биофизика.1999. т. 44, № 1. с. 70-74.
23. Алавердян Ж.Р. Влияние магнитных полей на фазы роста и кислотообразующую способность молочно-кислых бактерий / Ж.Р. Алавердян, Л.Г. Акопян, Л.М. Чарян, С.Н. Айрапетян // Микробиология.1996. т.65. № 2. с. 241-244.
24. Kudo Kozo Effect of an external magnetic flux on antitumor antibiotic neocarzinostatin yield by Streptomyces carzinostaticus var. F-41/ Kudo Kozo, Yoshida Yuko, Yoshimura Noboru, Ishida Nakao // Jap. j. Appl. Phys. Pt. 1. 1993. v.32, № 11 A. p. 5180-5183.
25. Anscombe, Francis J. Graphs in statistical analysis. The American Statistician, 1973, 27: 17–21. JSTOR 2682899. doi:10.2307/2682899.
26. Mahdavi Damghani, Babak The Misleading Value of Measured Correlation. Wilmott 2012 (1): 64–73. doi:10.1002/wilm.10167.
27. Aldrich, John Correlations Genuine and Spurious in Pearson and Yule. Statistical Science, 1995, 10 (4): 364–376. JSTOR 2246135. doi:10.1214/ss/1177009870.
28. Francis, DP; Coats AJ; Gibson D How high can a correlation coefficient be?. Int J Cardiol, 1999, 69 (2): 185–199. doi:10.1016/S0167-5273(99)00028-5.
29. Підлісна, О. А. Розроблення стартап-проекту. Практикум: навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» та спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» // О. А. Підлісна, Ю. В. Тюленєва ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 46 с. URL: http://ela.kpi.ua/handle/123456789/28628 (дата звернення: 25.11.2021).
30. Розроблення стартап-проекту: Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей // За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 28 с. URL: <http://kafpe.kpi.ua/wpcontent/uploads/2015/04/roz_startap_proektiv_met_vk.pdf> (дата звернення: 26.11.2021).

**ДОДАТОК А**

Таблиця 1 - Програмний код для округлення значень інтенсивності біолюмінесценції

|  |
| --- |
| import pandas as pd import os  src = r"path\_to\_initial\_data" src\_to\_minutes = r"path\_to\_endfile\_to\_minutes" src\_to\_hours = r"path\_to\_endfile\_to\_hours" src\_to\_3hours = r"D:\path\_to\_endfile\_to\_3hours"  os.chdir(src) files = os.listdir(path=".")  def resample\_df\_minute(file\_name):  df = pd.read\_csv(file\_name, sep="\t", index\_col="DateTime")  df.index = pd.to\_datetime(df.index)  df.mainValue = df.mainValue.str.replace(",", ".")  df.mainValue = df.mainValue.astype(float)  *# Setting up desired time to be rounded ("T" - minutes; "H" - hours; "3H" - 3 hours)* df = df.resample("T").mean()  df.mainValue = df.mainValue.round(4)  df = df.fillna(0)  df.RangMin, df.RangMax = df.RangMin.astype(int), df.RangMax.astype(int)  df = df.drop(['No'], axis=1)  df = df.reset\_index()  df.index.name = 'No'  df.index += 1  os.chdir(src\_to\_minutes)   return (df)  def resample\_df\_hour(file\_name):  df = pd.read\_excel(file\_name, index\_col="DateTime")  df.index = pd.to\_datetime(df.index)  df.mainValue = df.mainValue.astype(float)  *# Setting up desired time to be rounded ("T" - minutes; "H" - hours; "3H" - 3 hours)* df = df.resample("H").mean()  df = df.fillna(0)  df.RangMin, df.RangMax = df.RangMin.astype(int), df.RangMax.astype(int)  df = df.drop(['No'], axis=1)  df = df.reset\_index()  df.index.name = 'No'  df.index += 1  os.chdir(src\_to\_hours)   return (df)  def resample\_df\_3hour(file\_name):  df = pd.read\_excel(file\_name, index\_col="DateTime")  df.index = pd.to\_datetime(df.index)  df.mainValue = df.mainValue.astype(float)  *# Setting up desired time to be rounded ("T" - minutes; "H" - hours; "3H" - 3 hours)* df = df.resample("3H").mean()  df = df.fillna(0)  df.RangMin, df.RangMax = df.RangMin.astype(int), df.RangMax.astype(int)  df = df.drop(['No'], axis=1)  df = df.reset\_index()  df.index.name = 'No'  df.index += 1  os.chdir(src\_to\_3hours)   return (df)  for file in files:  os.chdir(src)  resample\_df\_minute(file).to\_excel(f'minute\_{file[:8]}' + '.xlsx') *# another version: to\_csv('minute\_' + file, sep='\t')* os.chdir(src\_to\_minutes) files = os.listdir(path=".") for file in files:  os.chdir(src\_to\_minutes)  resample\_df\_hour(file).to\_excel(f'hour\_{file[-13:-5]}' + '.xlsx') *# another version: to\_csv('minute\_' + file, sep='\t')* os.chdir(src\_to\_hours) files = os.listdir(path=".") for file in files:  os.chdir(src\_to\_hours)  resample\_df\_3hour(file).to\_excel(f'3hour\_{file[-13:-5]}' + '.xlsx') *# another version: to\_csv('minute\_' + file, sep='\t')* |

**ДОДАТОК Б**

Таблиця 1 - Програмний код для отримання графічного відображення залежності між біолюмінесценцією та компонентою ГМП

|  |
| --- |
| import matplotlib.pyplot as plt import matplotlib import matplotlib.dates as mdates import pandas as pd import os   plt.style.use('ggplot') matplotlib.use('TkAgg')  def draw\_plot(x, y, z, curr\_geo\_val='X', title='Graphic', range=(1, 2)):  fig, ax = plt.subplots()  newax = ax.twinx()  ax.plot(x, y, 'g-')  newax.plot(x, z, 'r-')  ax.xaxis.set\_major\_formatter(mdates.DateFormatter('%d.%m.%y %H:%M'))  ax.set\_xlabel('Дата та час (Київ UTC+2)', color='brown', fontsize=12) *# for 2019 year after 2019-03-30: 'UTC+3'* ax.set\_ylabel('Значення біолюмінесценції, мВ', color='green', fontsize=16)  newax.set\_ylabel(f'{curr\_geo\_val}-компонента, нТ', color='red', fontsize=16)  plt.title(title, loc='left', y=1.025, fontsize=10, backgroundcolor='#ccffcc', linespacing=1.5)  range\_geo = f"Період визначення {curr\_geo\_val}-компоненти (UTC): \n{range[0]} - {range[1]}"  plt.title(range\_geo, loc='right', y=1.035, multialignment='center', fontsize=10, backgroundcolor='#ffff99', linespacing=1.5)   l = ax.get\_ylim()  l2 = newax.get\_ylim()  f = lambda x: l2[0] + (x - l[0]) / (l[1] - l[0]) \* (l2[1] - l2[0])  ticks = f(ax.get\_yticks())  newax.yaxis.set\_major\_locator(matplotlib.ticker.FixedLocator(ticks))   mng = plt.get\_current\_fig\_manager()  mng.window.state('zoomed')  plt.show() src\_biolum = r"path\_to\_file\_with\_bioluminescence" os.chdir(src\_biolum) files\_biolum = os.listdir(path=".")  src\_geo = r"path\_to\_file\_with\_geomagnetic"  for i, file\_biolum in enumerate(files\_biolum):  df\_file\_biolum = pd.read\_excel(file\_biolum)  y = df\_file\_biolum['mainValue']  df\_file\_biolum['DateTime'] = pd.to\_datetime(df\_file\_biolum['DateTime'])  x = df\_file\_biolum['DateTime']  df1 = pd.DataFrame(pd.read\_excel(file\_biolum))   os.chdir(src\_geo)  files\_geo = os.listdir(path=".")  df\_file\_geo = pd.read\_csv(files\_geo[i], engine='python', sep='; ')  range\_geo\_start = pd.to\_datetime(df\_file\_geo['DATE TIME'].iloc[0]).to\_pydatetime().strftime('%d.%m.%y %H:%M')  range\_geo\_finish = pd.to\_datetime(df\_file\_geo['DATE TIME'].iloc[-1]).to\_pydatetime().strftime('%d.%m.%y %H:%M')  range\_tuple = (range\_geo\_start, range\_geo\_finish)  df2 = pd.DataFrame(pd.read\_csv(files\_geo[i], engine='python', sep='; '))  os.chdir(src\_biolum)   *# for 2018 year* geo\_values = {'v1\_def': 'X', 'v2\_def': 'Y', 'v3\_def': 'Z'}   *# for 2019 year  # geo\_values = {'v1\_pre': 'X', 'v2\_pre': 'Y', 'v3\_pre': 'Z'}* for i in geo\_values.keys():  z = df\_file\_geo[i]   coef\_pearson = round(df1['mainValue'].corr(df2[i], method='pearson'), 5)  title\_pearson = f"Коефіцієнт Пірсона: {coef\_pearson} \n"  coef\_kendall = round(df1['mainValue'].corr(df2[i], method='kendall'), 5)  title\_kendall = f"Коефіцієнт Кендала: {coef\_kendall} \n"  coef\_spearman = round(df1['mainValue'].corr(df2[i], method='spearman'), 5)  title\_spearman = f"Коефіцієнт Спірмена: {coef\_spearman}"   combined\_title = title\_pearson + title\_kendall + title\_spearman  cur\_geo\_val = geo\_values[i]  draw\_plot(x, y, z, curr\_geo\_val=cur\_geo\_val, title=combined\_title, range=range\_tuple) |

**ДОДАТОК В**

Таблиця 1 - Програмний код для автоматизованого завантаження масивів значень компонент ГМП

|  |
| --- |
| from selenium import webdriver from selenium.webdriver.common.by import By from selenium.webdriver.support.ui import WebDriverWait from selenium.webdriver.support import expected\_conditions as EC from selenium.webdriver.common.action\_chains import ActionChains from selenium.webdriver.firefox.options import Options from selenium.webdriver.common.desired\_capabilities import DesiredCapabilities import time import pandas as pd import os  src = r"path\_to\_file\_with\_bioluminescence\_to\_get\_start/end\_datetime"  os.chdir(src) files = os.listdir(path=".")  start\_end\_dates = [] for file in files:  df = pd.read\_excel(file)  first = df['DateTime'].iloc[0].to\_pydatetime()  last = df['DateTime'].iloc[-1].to\_pydatetime()  start\_end\_dates.append((first, last))  iterations = len(start\_end\_dates)  options = Options() options.add\_argument("-profile") options.add\_argument(r'path\_to\_user\_profile\_for\_Firefox\_browser') firefox\_capabilities = DesiredCapabilities.FIREFOX firefox\_capabilities['marionette'] = True  driver = webdriver.Firefox(executable\_path=r'path\_to\_Firefox\_driver\_for\_automation(Geckodriver', options=options, capabilities=firefox\_capabilities) driver.get('http://geomag.gcras.ru/dataprod-down.html')  drop\_observatory = driver.find\_element(By.ID, 'sel\_obs') drop\_observatory.click()  certain\_observatory = driver.find\_element(By.XPATH, '/html/body/table/tbody/tr/td/table/tbody/tr[8]/td[2]/table/tbody/tr[2]/td/form/p/select/option[12]') certain\_observatory.click()  f\_scalar = driver.find\_element(By.XPATH, '//\*[@id="f"]') f\_scalar.click()  *# for 2018 year # definitive\_data = driver.find\_element(By.XPATH, '//\*[@id="def\_min"]') # definitive\_data.click()  # for 2019 year* preliminary\_data = driver.find\_element(By.XPATH, '//\*[@id="pre\_min"]') preliminary\_data.click()  custom\_period = driver.find\_element(By.XPATH, '//\*[@id="sel\_date"]') custom\_period.click()  csv\_format = driver.find\_element(By.XPATH, '/html/body/table/tbody/tr/td/table/tbody/tr[8]/td[2]/table/tbody/tr[2]/td/form/table/tbody/tr[8]/td/table/tbody/tr/td[3]') csv\_format.click()  for i in range(iterations):  fromm = 1  to = 2  negative\_hour = False  for row in [fromm, to]:  x = 0  for input in range(5, 0, -1):  row\_input = driver.find\_element(By.XPATH, f'/html/body/table/tbody/tr/td/table/tbody/tr[8]/td[2]/table/tbody/tr[2]/td/form/table/tbody/tr[7]/td/table/tbody/tr[{row}]/td[3]/input[{input}]')  row\_input.clear()  if input == 5:  row\_input.send\_keys(start\_end\_dates[0][row-1].minute)  if input == 4:  if negative\_hour:  *# for 2019 year after 2019-03-30: 'UTC+3'* row\_input.send\_keys(start\_end\_dates[0][row-1].hour - 2)  continue  *# for 2019 year after 2019-03-30: 'UTC+3'* x = start\_end\_dates[0][row-1].hour - 2  if x < 0:  row\_input.send\_keys(24+x)  negative\_hour = True  else:  row\_input.send\_keys(x)  if input == 3:  if x >= 0:  row\_input.send\_keys(start\_end\_dates[0][row-1].day)  else:  row\_input.send\_keys(start\_end\_dates[0][row-1].day - 1)  if input == 2:  row\_input.send\_keys(start\_end\_dates[0][row-1].month)  if input == 1:  row\_input.send\_keys(start\_end\_dates[0][row-1].year)  start\_end\_dates.pop(0)   submit\_button = driver.find\_element(By.XPATH, '/html/body/table/tbody/tr/td/table/tbody/tr[8]/td[2]/table/tbody/tr[2]/td/form/table/tbody/tr[10]/td/input')  submit\_button.click()   WebDriverWait(driver, 100)   time.sleep(5)  save\_button = driver.find\_element(By.XPATH, '//\*[@id="save"]')  save\_button.click()  driver.quit() |

**ДОДАТОК Г**

Таблиця 1 Програмний код для розрахунку коефіцієнтів кореляції для масивів значень інтенсивності біолюмінесценції та компонент ГМП

|  |
| --- |
| import pandas as pd import os  src\_biolum = r"path\_to\_file(s)\_with\_bioluminescence" src\_file = r"path\_to\_desired\_folder\_for\_final\_files"  thresholds = [(0, 0.3), (0.3, 0.5), (0.5, 0.7), (0.7, 0.9), (0.9, 1)]  def correl\_strength(df3, thresholds, lenn):  for threshold in thresholds:  number\_list = []  for col in range(3):  number = 0  for x in df3[col]:  if abs(x) >= threshold[0] and abs(x) < threshold[1]:  number += 1  number\_list.append(number)  percent\_seria = pd.Series(number\_list)  df3 = df3.append(percent\_seria, ignore\_index=True)  return df3   def correlation(current\_geo\_value, geo\_folder):  src\_geo = rf"path\_to\_geomagnetic\_data\{geo\_folder}"  os.chdir(src\_biolum)  files\_biolum = os.listdir(path=".")  lenn = len(files\_biolum)   seria = []  df3 = pd.DataFrame(seria)   for i, file\_biolum in enumerate(files\_biolum):   df1 = pd.DataFrame(pd.read\_excel(file\_biolum))   os.chdir(src\_geo)  files\_geo = os.listdir(path=".")  df2 = pd.DataFrame(pd.read\_csv(files\_geo[i], engine='python', sep='; '))  os.chdir(src\_biolum)   coef\_pearson = round(df1['mainValue'].corr(df2[current\_geo\_value], method='pearson'), 5)  coef\_kendall = round(df1['mainValue'].corr(df2[current\_geo\_value], method='kendall'), 5)  coef\_spearman = round(df1['mainValue'].corr(df2[current\_geo\_value], method='spearman'), 5)   *# coef\_pearson = 0 if abs(coef\_pearson) < 0.5 else coef\_pearson  # coef\_kendall = 0 if abs(coef\_kendall) < 0.5 else coef\_kendall  # coef\_spearman = 0 if abs(coef\_spearman) < 0.5 else coef\_spearman* seria = pd.Series([coef\_pearson, coef\_kendall, coef\_spearman])  df3 = df3.append(seria, ignore\_index=True)   if file\_biolum == files\_biolum[lenn-1]:  df3 = correl\_strength(df3, thresholds, lenn)   empty\_rows = [pd.Series(['']), pd.Series([''])]  df3 = df3.append(empty\_rows, ignore\_index=True)   *# for 2018 year  # geo\_values = {'v1\_def': 'X', 'v2\_def': 'Y', 'v3\_def': 'Z'}  # for 2019 year* geo\_values = {'v1\_pre': 'X', 'v2\_pre': 'Y', 'v3\_pre': 'Z'}   end\_names = [end\_name[-13:-5] for end\_name in files\_biolum]   df3.columns = ['Пірсона', 'Кендалла', 'Спірмена']  index = [f'{geo\_values[current\_geo\_value]}\_{end\_name}' for end\_name in end\_names]  index.append(f'Дуже слабка кореляція ({thresholds[0][0]} < Coef < {thresholds[0][1]}), од.')  index.append(f'Слабка кореляція ({thresholds[1][0]} <= Coef < {thresholds[1][1]}), од.')  index.append(f'Середня кореляція ({thresholds[2][0]} <= Coef < {thresholds[2][1]}), од.')  index.append(f'Висока кореляція ({thresholds[3][0]} <= Coef < {thresholds[3][1]}), од.')  index.append(f'Дуже висока кореляція ({thresholds[4][0]} <= Coef < {thresholds[4][1]}), од.')  index.append('')  index.append('')  df3.index = index   os.chdir(src\_file)  return df3  for i in range(-2, 3):  df\_x = correlation('v1\_pre', i) *# 'v1\_pre' for 2019 year | 'v1\_def' for 2018 year* df\_y = correlation('v2\_pre', i) *# 'v2\_pre' for 2019 year | 'v2\_def' for 2018 year* df\_z = correlation('v3\_pre', i) *# 'v3\_pre' for 2019 year | 'v3\_def' for 2018 year* df\_xy = pd.concat([df\_x, df\_y])  df\_end = pd.concat([df\_xy, df\_z])   if i > 0:  df\_end.to\_excel(f'correlation\_end\_plus\_{i}' + '.xlsx')  elif i == 0:  df\_end.to\_excel(f'correlation\_end\_{i}' + '.xlsx')  else:  df\_end.to\_excel(f'correlation\_end\_minus\_{abs(i)}' + '.xlsx') |

**ДОДАТОК Ґ**

Таблиця 1 Результат виконання 4-го програмного коду для пари “День вимірювання біолюмінесценції = День вимірювання ГМП”

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| День вимміру та градація сили кореляції | Пірсона | Кендалла | Спірмена |
| X\_20190326 | 0,05096 | 0,10926 | 0,14576 |
| X\_20190327 | 0,51169 | 0,31563 | 0,51752 |
| X\_20190328 | 0,52672 | 0,34601 | 0,50767 |
| X\_20190329 | -0,0926 | -0,05874 | -0,09696 |
| X\_20190330 | -0,23798 | -0,29116 | -0,42503 |
| X\_20190331 | -0,28236 | -0,26105 | -0,44228 |
| X\_20190503 | -0,57985 | -0,32882 | -0,48462 |
| X\_20190603 | 0,15463 | 0,00924 | 0,04765 |
| Дуже слабка кореляція  (0 < Коеф. < 0.3), од. | 5 | 5 | 3 |
| Слабка кореляція  (0.3 <= Коеф. < 0.5), од. | 0 | 3 | 3 |
| Середня кореляція  (0.5 <= Коеф. < 0.7), од. | 3 | 0 | 2 |
| Висока кореляція  (0.7 <= Коеф. < 0.9), од. | 0 | 0 | 0 |
| Дуже висока кореляція  (0.9 <= Коеф. < 1), од. | 0 | 0 | 0 |
| Y\_20190326 | 0,63078 | 0,33785 | 0,48506 |
| Y\_20190327 | 0,29729 | 0,15484 | 0,35731 |
| Y\_20190328 | 0,36974 | 0,32724 | 0,49397 |
| Y\_20190329 | 0,21068 | 0,14887 | 0,25265 |
| Y\_20190330 | 0,43567 | 0,29168 | 0,48849 |
|  |  |  |  |
| Продовження табл. 1 | | | |
| Y\_20190331 | -0,00584 | -0,04893 | -0,07845 |
| Y\_20190503 | -0,42099 | -0,3787 | -0,58947 |
| Y\_20190603 | -0,9015 | -0,52787 | -0,727 |
| Дуже слабка кореляція  (0 < Коеф. < 0.3), од. | 3 | 4 | 2 |
| Слабка кореляція  (0.3 <= Коеф. < 0.5), од. | 3 | 3 | 4 |
| Середня кореляція  (0.5 <= Коеф. < 0.7), од. | 1 | 1 | 1 |
| Висока кореляція  (0.7 <= Коеф. < 0.9), од. | 0 | 0 | 1 |
| Дуже висока кореляція  (0.9 <= Коеф. < 1), од. | 1 | 0 | 0 |
| Z\_20190326 | 0,04923 | -0,01275 | -0,00743 |
| Z\_20190327 | 0,0534 | -0,16366 | -0,29362 |
| Z\_20190328 | -0,74501 | -0,58081 | -0,77792 |
| Z\_20190329 | -0,29658 | -0,34778 | -0,50339 |
| Z\_20190330 | 0,20637 | 0,0038 | -0,01567 |
| Z\_20190331 | -0,25926 | -0,23889 | -0,34358 |
| Z\_20190503 | -0,51947 | -0,44439 | -0,61918 |
| Z\_20190603 | -0,75588 | -0,17011 | -0,34448 |
| Дуже слабка кореляція  (0 < Коеф. < 0.3), од. | 5 | 5 | 3 |
| Слабка кореляція  (0.3 <= Коеф. < 0.5), од. | 0 | 2 | 2 |
| Середня кореляція  (0.5 <= Коеф. < 0.7), од. | 1 | 1 | 2 |
|  |  |  |  |
| Продовження табл. 1 | | | |
| Висока кореляція  (0.7 <= Коеф. < 0.9), од. | 2 | 0 | 1 |
| Дуже висока кореляція  (0.9 <= Коеф. < 1), од. | 0 | 0 | 0 |

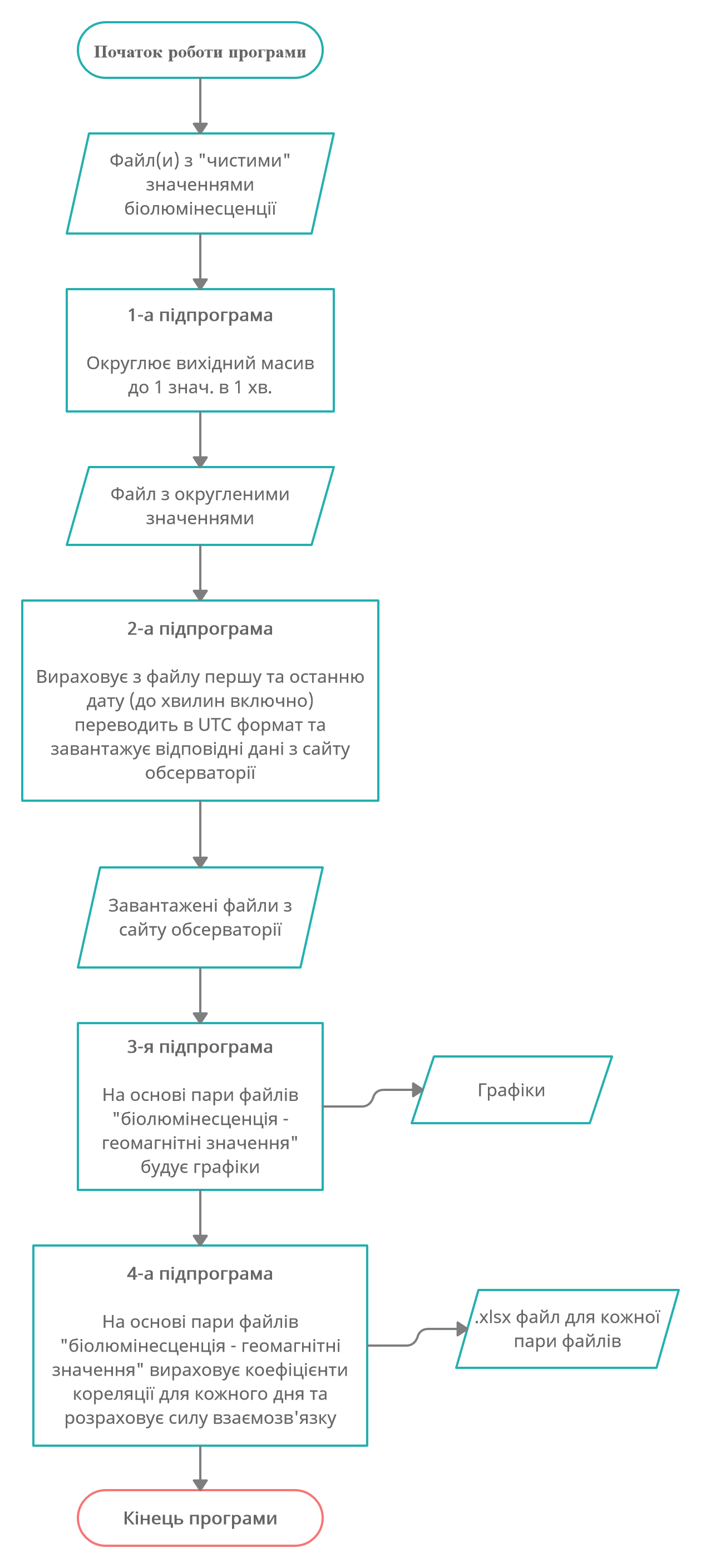
**ДОДАТОК Д**

Рисунок 3.1 - Блок-схема повного програмного забезпечення

**ДОДАТОК Е**

Таблиця 1 - Резюме стартап проекту

|  |  |
| --- | --- |
| Критерій | Значення |
| 1. Авторська сутність іде | Розроблення програмного забезпечення для автоматизованого визначення залежності між біолюмінесценцією бактерій (можливий інший показник) та геліогеофізичними факторами. |
| 1. Наявність аналогів або прототипів ідеї | Часткові аналоги (на одну частину проекту) - LabX |
| 1. Ступінь розробленості технології реалізації | На стадії розробки, так як не знайдено аналогів для повного автоматизованого покриття поставленої задачі |
| 1. Наявність готового технологічного обладнання | Для розроблення програмного забезпечення необхідно мати комп’ютер (з Windows 7/8/10/11, середовище програмування на Python) та доступ в інтернет. |
| 1. Готовність техніко-технологічної бази постачальників для реалізації замовлень стартапу | Комп’ютер (з Windows 7/8/10/11, середовище програмування на Python) та доступ в інтернет. |
| 1. КВЕД, до якого може належати дане виробництво | 62.01 Комп’ютерне програмування |
| 1. Очікувана потужність стартапу (мале підприємство, середнє, велике) | Мале підприємство |
|  |  |
|  | Продовження табл. 1 |
| 1. За масштабом виробництва (одиничне, серійне, масове) | Серійне |
| 1. За рівнем спеціалізації (вузькопрофільне, багатопрофільне, комбіноване) | вузькопрофільне |
| 1. За ресурсами, що споживатимуться (працемістке, матеріаломістке, капіталомістке, інформаційномістке) | Енергомістке,  інформаційномістке |
| 1. За чисельністю персоналу (мале, середнє, велике) | мале |
| 1. За сферою діяльності (виробниче, комерційне, фінансове, посередницьке, страхове…) | комерційне |
| 1. Бажана сфера пошуку капіталу і контролю для реалізації стартапу (національний, іноземний, спільний багатонаціональний,…) | національний |
| 1. Бажане географічне розташування   - потужностей стартапу,  -офісу стартапу,  -збутової мережі | Київ |
|  |  |
|  | Продовження табл. 1 |
| 1. Органи управління при реалізації стартапу (національні, міжнародні, офшорні, транснаціональні,…) | Національні |
| 1. За характером господарської діяльності (промисловий, сільськогосподарський, транспортний, будівельний, фінансово-кредитний, страховий, туристичний, консалтинговий,…), | Інші (надання інформаційних послуг) |
| 1. За рівнем технологічної цілісності (цілісний комплекс, дочірнє утворення, філія,…) | Цілісний |
| 1. За долею іноземного капіталу (з іноземними інвестиціями (більше 10%), іноземне підприємство (100%)). | 0% |
| 1. За формуванням статутного капіталу (унітарне, корпоративне) | корпоративні |
| 1. За організацією виробничих процесів (періодичне, безперервне) | періодичне |
|  |  |
|  | Продовження табл. 1 |
| 1. За роботою протягом року (сезонне, позасезонне) | позасезонне |
| 1. За географічним розташуванням на території України | Київ |
| 1. За наявністю вільних ОбЗ (коштів) | Наявні |
| 1. За плановим терміном реалізації проекту  * - До 3 років самостійної роботи * -до 5 років самостійної роботи * -самостійна робота з подальшим удосконаленням ідеї * -продаж ідеї * Продаж виробництва * -закриття | Самостійна робота з подальшим удосконаленням |