

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет біології, географії та екології
Кафедра географії та екології

ВИЯВЛЕННЯ ПОТЕНЦІЙНИХ РИЗИКІВ
РАДІОХВИЛЬОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ВІД
ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА І ПОБУТОВИХ
ПРИЛАДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ
ФІТОТЕСТУВАННЯ

Кваліфікаційна робота (проект)

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Виконав: студент 05-416 групи

Спеціальності: 101 Екологія

Освітньо-професійної програми «Екологія»

Янцен Альберт Олександрович

Керівник к.б.н., доцентка Кундельчук О.П.

Рецензент д. пед.н., професорка Сидорович М.М.

Херсон – 2021

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. Вплив радіохвильового випромінювання на живі організми	7
1.1. Типи електромагнітного випромінювання.....	7
1.2. Механізми дії електромагнітного випромінювання радіохвильового діапазону на живі організми.....	8
РОЗДІЛ 2. Нормативи і засоби захисту від дії електромагнітних полів радіохвильового діапазону	14
2.1. Нормативи впливу радіохвильового випромінювання на живі організми.....	14
2.2. Засоби захисту від дії електромагнітних полів радіохвильового діапазону.....	14
РОЗДІЛ 3. Експериментальне дослідження впливу електромагнітного поля від побутових приладів на ріст проростків модельних рослин	18
3.1. Матеріали і методи.....	18
3.2. Результати дослідження.....	21
3.3. Обговорення отриманих результатів.....	27
ВИСНОВКИ	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	37
ДОДАТКИ	
Додаток А.....	41

ВСТУП

Актуальність дослідження. Людина, як біологічний вид, і інші живі організми на Землі сформувалися в умовах дії природного радіохвильового випромінювання як космічного (Галактичне та Сонячне радіохвильове випромінювання), так і земного (електричні процеси в атмосфері, біогенне радіохвильове випромінювання і т.н) походження.

Сучасний технологічний прогрес супроводжується зростанням рівня техногенного радіохвильового випромінювання від радіо-трансляючих станцій, ліній електропередач, електротранспорту, працюючого електричного промислового та побутового обладнання. Техногенні радіохвилі відрізняються від природних потужністю, тривалістю дії, домінуючим діапазоном частот.

Проведені наукові дослідження показали, що зовнішнє радіохвильове випромінювання, як природного, так і техногенного походження, спроможне впливати на функціонування клітин усіх живих організмів. Це пов'язане з тим, що усі клітини під час своєї роботи генерують електромагнітні хвилі радіохвильового діапазону, зокрема під час руху іонів через білки-канали в клітинних мембранах, під час руху електронів по електронно-транспортних ланцюгах в мітохондріях і хлоропластах, тощо [1,25,33]. Найбільш відомим підтвердженням електричної активності клітин є записи електрокардіограм і електроенцефалограм роботи клітин серця і мозку людини.

Оскільки техногенні радіохвилі відрізняються від природних радіохвиль, їх вплив на живі організми може мати негативні наслідки. Тому, розроблені санітарно-гігієнічні нормативи, якими передбачено гранично допустимі рівні радіохвильового випромінювання від різних типів техногенних джерел [23].

Проте, через недобросовісність виробників, не завжди технічні параметри як виробничих, так і побутових приладів відповідають діючим нормативам. Крім того, відомо, що гранично допустимі рівні дії фізичних факторів зазвичай розраховуються, виходячи з рівня пошкодження організму означеними факторами. Але, відомо, що низькі дози більшості фізичних факторів, які не мають пошкоджуючої дії, спроможні регуляторно впливати на функціонування клітин живих організмів, що, за умови тривалої дії зазначених факторів, може становити потенційну небезпеку для організму. Саме тому, на сьогодні є актуальним дослідження біологічних ефектів радіохвильового випромінювання, рівні якого не перевищують діючих нормативів, але є достатніми для розвитку відповіді біологічних систем.

Серед модельних організмів яких використовують для біотестування впливу техногенних чинників, важливу роль мають рослини, і, зокрема, ростові фітотести з проростаючим насінням модельних рослин. Означені тест-системи є найбільш зручними у використанні і інформативними, оскільки з одного боку, рослини є високо чутливими до дії фізичних і хімічних факторів середовища, а з іншого боку – ця тест-система дозволяє виявити вплив чинника на значну кількість особин в популяції, оскільки кожна насінина модельної рослини – це окремий організм.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дипломну роботу виконано в рамках науково-дослідної теми: “Оцінка впливу техногенних електромагнітних полів різного типу на живі організми з використанням рослинних тест-систем”; державний реєстраційний номер 0118U004403.

Об'єкт дослідження – техногенне радіохвильове випромінювання від побутових приладів.

Предмет дослідження – виявлення біологічних ефектів техногенного радіохвильового випромінювання від побутових приладів з використанням ростового фітотесту.

Мета дослідження. У зв'язку з вищевикладеним, метою нашого дослідження було адаптувати класичний ростовий фітотест для можливості оцінки біологічної дії радіохвильового випромінювання від побутових приладів і наступної розробки рекомендацій щодо безпечних відстаней місцезнаходження людини відносно визначених приладів.

Для досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати такі **наукові завдання:**

1. Охарактеризувати механізми впливу радіохвильового випромінювання на живі організми.
2. Проаналізувати діючі нормативи і засоби захисту від впливу техногенного радіохвильового випромінювання на організм людини.
3. Експериментальним шляхом дослідити біологічний ефект радіохвильового електромагнітного випромінювання від побутових приладів і комп'ютера.

Методи дослідження. Під час виконання дипломної роботи використовувались методи аналізу літературних джерел, методи експериментального дослідження, методи статистичної обробки отриманих первинних даних.

Практичне значення дослідження. На базі класичного ростового фітотесту відпрацьовано методику, яка дозволяє виявляти потенційні екологічні ризики користування побутовими електричними приладами споживачами.

Апробація результатів дослідження. Результати проведеного дослідження представлені в статті: Кундельчук О.П., Янцен А.А. Дослідження впливу на живі організми радіохвильового випромінювання

від побутових приладів з використанням методів фітотестування. SWorld J. Bulgaria. 2020. Iss. 6. Part 2. P. 85–94. <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/issue/view/swj06-02/swj06-02>

Структура роботи. Дипломна робота викладена на 38 сторінках, складається зі вступу, трьох розділів, висновків, 4 таблиць і списку використаних джерел, який містить 33 посилань.

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ РАДІОХВИЛЬОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЖИВІ ОРГАНІЗМИ

1.1 Типи електромагнітного випромінювання

Вчений Григор'єв Ю.Г. поділяє джерела електромагнітних полів на природні та штучні. До природних джерел відносять атмосферну електрику, радіовипромінювання галактичне та сонячне, електричне та магнітне поле Землі. До штучних джерел відносять лінії електропередач, радіолокаційні та радіонавігаційні установки, трансформатори високої частоти, телевізійні та радіотрансляційні станції, вимірювальні, лабораторні та медичні прилади [7].

Змінні електромагнітні поля поділяються на поля високої частоти, ультрависокої частоти, надзвичайно високої частоти. В медицині використовують поля ультрависокої та надзвичайно високої частоти. Природа їх виникнення та поширення така сама як й інфрачервоного, рентгенівського та гамма-випромінювання. Відрізняються ці види електромагнітних хвиль за довжиною хвилі (або - за частотою коливань) [26].

До джерел змінних електромагнітних полів відносяться штучні джерела випромінювання, атмосферну електрику, електричні та магнітні поля Землі, а також радіовипромінювання Сонця та галактик; постійні електромагнітні поля створюються електромагнітами, соленоїдами, імпульсними установками напівперіодного або конденсаторного типу, вилитими і металокерамічними магнітами, тощо.

Слід також відзначити, що природні біологічні електромагнітні поля, а також – електромагнітне поле Землі мають як постійну (99%), так і змінну компоненти (1%) [7].

1.2 Механізми дії електромагнітного випромінювання радіохвильового діапазону на живі організми

Вплив електромагнітного випромінювання на здоров'я людини залежить від потужності випромінювання, частоти хвиль і тривалості впливу на організм і може бути шкідливим, нейтральним або корисним (лікувальним). До умовно нейтральних або майже корисних можливо віднести випромінювання Сонця, Місяця, планет та Галактики в цілому. Живі організми пристосовані до дії природного електромагнітного випромінювання під впливом якого вони виникли та досі існують. Для людей похилого віку, хворих та з ослабленим імунітетом навіть незначні коливання електромагнітних полів природного походження призводять до прогресування хвороб, а іноді навіть і до смерті. Є статистика залежності кількості інфарктів від збурень електромагнітного поля Землі внаслідок дії сонячного вітру.

Електромагнітні поля техногенного походження спроможні також виконувати позитивну лікувальну функцію. Такі поля використовують з метою прогріву та перегріву біологічних тканин наприклад для лікування при переломах та вивихах, для подолання аденоми простати або позбавлення від злоякісних пухлин [11].

В останній час набувають широкого використання методи та засоби інформаційно-хвильової терапії, під час якої позитивний ефект досягається

за рахунок впливу на організм електромагнітного випромінювання зверхнизької потужності. Таким чином, зовнішні електромагнітні поля допомагають привести до норми електромагнітний гомеостаз організму, що сприяє нормалізації його функціонування.

До шкідливих для організму людини електромагнітних полів відносять поля, які випромінюють сучасні радіолокаційні станції надвисокої потужності, промислові установки, системи для висушування дерев та сіна, стерилізації органічних сполук та продуктів харчування, гною, боротьби з шкідниками та бур'янами. Наслідком впливу випромінювання визначеного типу є розвиток захворювань очей, статевих органів, головного мозку та вегето-судинної системи. В останній час поширилося використання мобільними телефонами, під час розмови за допомогою яких людина наближає потужне радіохвильове випромінювання до головного мозку. У зв'язку багаточисленними скаргами на погіршення здоров'я операторів мобільного зв'язку, зараз проводять дослідження негативного впливу на організм від мобільних телефонів та радіотелефонів.

В зоні дії електромагнітного випромінювання організм людини підлягає як тепловому, так регуляторному впливу на клітини. Якщо механізм терморегуляції не справляється з цим явищем, то можливим є підвищення температури тіла. Тепловий поріг складає 100 Вт/м^2 . Для джерел електромагнітного випромінювання розрізняють ближню (індукційну) та дальню (випромінювальну) зони впливу.

Змінні електромагнітні поля викликають нагрівання тканин тіла людини за рахунок змінної поляризації діелектрика (хрящі, сухожилля тощо) та за рахунок появи струмів провідності. Наслідком поглинання енергії електромагнітного поля є тепловий ефект. Надлишкове тепло, яке виділяється в організмі людини, відводиться за рахунок функціонування механізму терморегулювання. Однак, починаючи з певної межі, організм не

забезпечує відведення тепла від окремих органів і тому підвищується температура тіла. Перегрівання особливо негативно відбивається на тканинах із слабо розвиненою судинною системою або з недостатнім кровообігом (очі, мозок, нирки, шлунок, жовчний та сечовий міхурі). Опромінення очей викликає помутніння кришталика (катаракту) та втрату зору. Це відбувається у випадку надвисокочастотного опромінення при щільності потоку випромінювання (ПГЕ) >10 мВт/см².

Тривала дія радіохвиль помірної інтенсивності при ПГЕ <1 мВт/см² не створює теплового впливу, який може викликати функціональні зміни в центральній нервовій системі та в серцево-судинній системі. Проте, під впливом такого випромінювання виникають головний біль, швидка втома, погіршення самопочуття, зміни тиску, зміни провідності серцевого м'яза, нервово-психічні розлади. Спостерігаються також трофічні розлади: схуднення, випадання волосся, ламкість нігтів, зміни складу периферійної крові. Ці зміни мають зворотний характер на ранній стадії. Тривалий вплив електромагнітних полів супроводжується фізіологічною адаптацією або послабленням імунологічних реакцій.

Під впливом електромагнітних полів відбувається зміна мікропроцесів в тканинах, падає активність білкового обміну, кров'яний тиск зменшується, відбувається ослаблення рефлексорних реакцій організму, що призводить до головного болю, задишки, до порушення сну .

Негативний вплив постійних магнітних і електростатичних полів залежить від напруги та тривалості дії. Під впливом дії полів, які мають напруженість, що перевищує гранично допустимий рівень, розвиваються порушення з боку нервової, органів травлення, серцево-судинної систем і деяких біохімічних показників крові [11].

Найпоширенішим джерелом електромагнітного випромінювання у виробничій сфері в даний час є комп'ютер. Фактори негативної дії

комп'ютера на людину зумовлені: статичним навантаженням, навантаженням на зір, гіподинамією, електромагнітним випромінюванням, електричні поля, психологічне навантаження.

Наслідками регулярної тривалої роботи на персональному комп'ютері без обмеження за часом і без перерв є захворювання органів зору – 60 % (зорова астенія, зниження гостроти зору, синдром сухого ока); розвиток хвороб серцево-судинної системи – 60 %, розвиток нейроциркуляторної дистонії, підвищення лабільності пульсу та артеріального тиску, схильності до гіпотонії, поява болю у ділянці серця; захворювання шлунку – 40 %; шкірні захворювання – 10 %; комп'ютерна хвороба (синдром стресу оператора) – 30 %. Призводить до втоми, скутості, болю, судом, оніміння, що локалізуються у різних частинах тіла (ший, спині, ногах, руках) [16].

Мінімальна відстань від очей до екрану повинна становити не менше 50 см. Тривалість роботи на персональному комп'ютері з перервою через кожні 30-40 хв. – не більше двох годин для школярів, для викладачів – не більше чотирьох годин в день, для студентів – не більше трьох годин в день. Слід зауважити, що дуже важливо у перервах робити вправи для очей і проводити фізкультпаузу.

Сьогоднішній світ дуже важко уявити без комп'ютерів, телевізорів, іншої електронної техніки, яка генерує слабкі електричні та магнітні змінні поля в широкому діапазоні частот. Означені поля часто є значно слабшими від статичного магнітного поля Землі та її електричних полів, тому важко було припустити, що вони є небезпечними для здоров'я. З цієї причини дослідження в даному напрямку не одержували підтримки та належної уваги [3].

Дослідження останніх років довели, що електромагнітні випромінювання різноманітних електронних приладів містять торсіонну компоненту, яка несе в собі інформацію про процеси, які протікають у тому

чи іншому електронному приладі. Торсіонні поля володіють високою проникаючою здатністю і не піддаються ніякому екрануванню. Вплив відповідних полів на користувача приладів таїть у собі небезпеку. Інформація призначена для людей з метою попередити користувачів персональних комп'ютерів, телевізорів, іншої електронної техніки, що зневага до вже відомих простих методів захисту від негативного впливу вищезгаданої техніки загрожує дуже несприятливими наслідками для здоров'я.

Досліди, які були проведені в США та Швеції виявили, що якщо електромагнітні поля, що створюються технічними системами, є в сотні разів слабшими від природного поля Землі, вони усе одно можуть бути небезпечними для здоров'я людини. Хоча раніше вважалося, що низькоінтенсивні поля неіонізаційного рівня є безпечними. Але, статистика захворюваності каже про те, що думка про безпечність неіонізуючого електромагнітного випромінювання є застарілою.

Механізм дії низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання на біологічні системи сучасна наука ще повністю не розкрила, але медиками вже відкриті факти існування надзвичайно серйозної небезпеки. За цих обставин заспокоєння громадськості міркуваннями про низький рівень техногенного опромінення та про його немовби безпечність внаслідок відсутності іонізації, не може бути переконливим, оскільки результати досліджень доводять зворотне. Те, що штучно створене електромагнітне опромінення з інтенсивністю значно меншою, ніж природні поля, є таким шкідливим для людини, спонукає зробити висновок про те, що між штучними полями та природними полями існує фундаментально якісна розбіжність. Природа відповідної розбіжності ще потребує подальшого розкриття та вивчення. У роботах В.Н. Анісімова (Санкт-Петербург) приводяться результати дослідів шведських вчених, які вказували відомості

про частоту раку серед 400 тис. осіб, які мешкають в будинках, що знаходяться на відстані до 300 м від високовольтної лінії електропередач. У відповідній групі було виявлено 142 дитини з різними видами злоякісних новоутворень та 548 дорослих з пухлинами мозку або лейкозом.

При цьому було визначено, що ризик виникнення захворювань збільшується вже при досягненні рівня магнітної індукції 3 мГц, а це значно нижче природного поля Землі. Відповідно ми розуміємо, що далеко не все гаразд в розумінні проблеми безпеки електромагнітних полів. Про те, що небезпека присутня там, де є електромагнітні поля, змусило зв'язати цю небезпеку з рівнем енергії полів. Проведені останнім часом дослідження виявили дещо зовсім несподіване.

Не тільки джоулі і вати визначають небезпечний вплив. На наш погляд є дещо третє, ще не відкрите наукою. І це „дещо”, ніяк не пов'язане з енергією поля, але воно постійно супроводжує електромагнітні поля, створюючи ілюзію небезпеки силового електромагнітного поля та приховує істинного винуватця небезпечного впливу на живи організми. Ця проблема настільки глибока, що вона торкається основ електромагнетизму. Слід зазначити, що в електромагнітних полях залишаються недослідженими їх структурні особливості. Ці особливості ніяк не впливають ні з рівнянь Максвелла, ні з квантової теорії. Вони не пов'язані з напрямом і з енергетичними проявами електромагнітних полів [19].

РОЗДІЛ 2

НОРМАТИВИ І ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ВІД ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ РАДІОХВИЛЬОВОГО ДІАПАЗОНУ

2.1 Нормативи впливу радіохвильового випромінювання на живі організми

Вплив електромагнітних полів на організм людини визначають за щільністю потоку енергії, за частотою випромінювання, за тривалістю впливу, режимом опромінення, розмірами випромінюваної поверхні тіла, індивідуальних особливостей організму.

Норми встановлюють допустимі значення напруженості поля в діапазоні радіохвильових частот залежно від часу опромінення окремо для професійної і непрофесійної діяльності, а в діапазоні надвисоких частот нормують за їх інтенсивністю (I).

2.2 Засоби захисту від дії електромагнітних полів радіохвильового діапазону

Техногенні електромагнітні поля здебільшого є шкідливими для організму людини. Найбільшу небезпеку вони представляють, коли рівні електромагнітних полів перевищують гранично допустимі рівні, встановлені санітарними нормами і правилами.

Питання охорони здоров'я населення України від впливу електромагнітних полів має важливе медичне та соціально-економічне

значення. Особливу увагу приділяють санітарному догляду за джерелами випромінювання.

Основою організації санітарного догляду є відповідні норми і правила, які, крім обов'язкових, також містять основні положення гігієнічних вимог до розміщення та засобів використання джерел випромінювання.

Основні напрями в процесі розробки засобів захисту від дії електромагнітних полів є: екранування робочого місця або віддалення його від джерела випромінювання, зменшення інтенсивності випромінювання безпосередньо від самого джерела випромінювання, застосування засобів індивідуального захисту.

Засоби захисту повинні відповідати наступним вимогам: не викривляти істотно електромагнітне поле; не знижувати якості технічного обслуговування і ремонту; не знижувати продуктивність праці [20].

Віддалення робочого місця від джерела випромінювання – один із засобів зниження інтенсивності опромінення людей на підприємстві. Цей процес реалізується завдяки дистанційному керуванню і автоматизованому контролю за роботою. Як індивідуальний засіб захисту від електромагнітних полів достатньо високої частоти використовують спеціальний одяг – комбінезони, халати і т.ін. В той же час найбільш ефективним методом захисту є встановлення відбиваючих або поглинаючих екранів.

Заходи захисту від впливу джерел випромінювання електромагнітних полів: не перебувати поблизу випромінювачів електромагнітного поля; не знаходитися, не відпочивати, не використовувати земельні ділянки поблизу ліній передачі електроенергії та трансформаторних підстанцій; по можливості уникати близького контакту з працюючими електронними потужними приладами, телевізорами, комп'ютерами, мобільними телефонами; при користуванні засобами мобільного зв'язку не намагатися вставити антену передавача в вухо - необхідно тримати цей засіб так далеко,

щоб тільки було чути вашого респондента; суттєво обмежувати використання одягу із синтетичних тканин; в першу чергу це стосується білизни, шкарпеток та ін. Краще їх замінити тканинами з бавовни та льону; в разі неможливості уникнення впливу відповідного поля, треба захищати в першу чергу очі, голову та шию шляхом використання спеціальних поглинаючих або відбиваючих окулярів, халатів, шоломів та різноманітних накидок. Для захисту житла та прилеглих ділянок, можливо також використовувати металеві сітки, що мають щільні ґратки, які треба добре заземлити в деяких місцях.

У сучасних населених пунктах продовжує невпинно зростати кількість джерел електромагнітного випромінювання: з'являються нові станції стільникового та супутникового зв'язку, розширюється мережа високовольтних ліній електропередач, модернізуються теле- та радіоретранслятори. А також слід згадати, про мікрохвильові печі, радіотелефони, звичайні фени, які несуть в собі приховану загрозу електромагнітного забруднення.

Електромагнітне забруднення навколишнього середовища окремі фахівці зараховують до найнебезпечніших екологічних факторів, оскільки його дія ще до кінця не вивчена. Екологам навіть важко спрогнозувати, чим обернеться тривале перебування в умовах щільного електромагнітного поля, бо минуло ще не так багато часу, відколи мобільний зв'язок, високочастотні побутові прилади та комп'ютерна техніка увійшли в повсякденне життя.

Головний біль - це тільки перша захисна реакція організму на шкідливий вплив електромагнітного випромінювання. Результатом тривалої дії електромагнітного поля можуть бути онкологічні хвороби, зміна поведінки, втрата пам'яті, хвороби Паркінсона та Альцгеймера, синдром передчасної смерті дітей, порушення репродуктивної функції.

Несприятливо впливають на організм людини як електромагнітні випромінювання промислової частоти (50 герц), так і високі частоти радіохвильового діапазону, які використовуються для зв'язку. В різноманітних помешканнях електромагнітні поля, насамперед створюють: радіоапаратура, телевізори, холодильники тощо, які також становлять певну небезпеку для користувачів означеними приладами [11].

Лінії електропередач напругою до 1150 кВ, відкриті роздільні пристрої, до складу яких входять комунікаційні апарати, а також пристрої захисту та автоматики, вимірювальні прилади є джерелами електричних полів промислової частоти. Тривалий вплив зазначених полів призводить до суб'єктивних розладів: неврози, головний біль у скронях та в потилиці, відчуття в'ялості, розлади сну, погіршення пам'яті, дратівливість, апатія, депресія, серцевий біль, функціональні порушення центральної нервової системи, серцево-судинної системи, зміни складу периферійної крові, тощо.

У зв'язку з цими змінами необхідно обмежувати час перебування людей в зоні впливу електромагнітного поля, створеного струмами промислової частоти напругою понад 400 кВ.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ВІД ПОБУТОВИХ ПРИЛАДІВ НА РІСТ ПРОРОСТКІВ МОДЕЛЬНИХ РОСЛИН

3.1 Матеріали та методи

Експеримент № 1. За допомогою портативного тестера електромагнітного поля «ККMoon GM 3120», який дозволяє реєструвати параметри електричного і магнітного полів в навколишньому середовищі в діапазоні частот 5 Гц - 3500 МГц, нами були проведені виміри напруженості електричного і магнітного полів на відстані 0,25 м, 0,75 м і 1,5 м від монітора комп'ютера, включеного в мережу і який знаходився в режимі «робота» або «вимкнено».

Для визначення впливу на живі організми електромагнітних полів, що генеруються монітором комп'ютера, насіння ячменю (*Hordeum vulgare*) пророщували в чашках Петрі на відстані 0,25 м, 0,75 м і 1,5 м від непрацюючого комп'ютера, включеного в електричну мережу, при температурі +24°C і при світловому режимі 12 год день / 12 ч ніч. Експозиція чашок Петрі перед монітором комп'ютера становила не менше 12 год на добу.

Експеримент № 2. За допомогою портативного тестера електромагнітного поля «ККMoon GM 3120» були проведені заміри напруженості електричного і магнітного полів на різній відстані від працюючого побутового тепловентилятора.

Для встановлення впливу на живі організми електромагнітних полів, що генеруються працюючим побутовим тепловентилятором, насіння

ячменю (*Hordeum vulgare*) пророщували в закритих чашках Петрі на різних відстанях від тепловентилятора, які відповідають різним рівням електричного і магнітного полів, що генеруються приладом під час роботи, при температурі +24°C і при світловому режимі 24 год темрява і експозиції перед тепловентилятором не менше 9 год в світлий час доби.

Експеримент № 3. За допомогою портативного тестера електромагнітного поля «ККMoon GM 3120», який дозволяє реєструвати показники електричного і магнітного полів в навколишньому середовищі в діапазоні частот 5 Гц - 3500 МГц, були проведені заміри напруженості електричного і магнітного полів на відстані 0 м, 0,3 м, 1,0 м і 2,0 м від настільної лампи, включеної в мережу і такої, що знаходиться в режимі «вимкнено».

Насіння ячменю (*Hordeum vulgare*) пророщували в чашках Петрі на відстані 0,3 м, 1,0 м, 1,5 м і 2,0 м від непрацюючої настільної лампи, включеної в електричну мережу при температурі +26°C. При цьому одна частина чашок перебувала в умовах постійної темряви, а інша частина чашок - експонувалася в умовах 12 год день / 12 год ніч. На 4 добу пророщування вимірювали довжину коренів і епикотилів проростків і обчислювали середню довжину для кожного з перерахованих параметрів. Отримані дані статистично обробляли.

Обробка рослинного матеріалу. На 4 добу пророщування підраховували кількість пророслого насіння і вимірювали довжину коренів і епикотилів проростків. На підставі отриманих даних розраховували енергію проростання і середню довжину коренів і епикотилів проростків. Отримані дані статистично обробляли.

Енергію проростання насіння розраховували за формулою:

$$E = \frac{n}{N} * 100\%, \quad (3.1)$$

де: E - енергія проростання насіння, %; N - загальна кількість пророщуваних насінин; n - кількість насінин, що проросли.

Статистичний аналіз. Похибку значень для показника енергії проростання (альтернативне розподілення) визначали за формулою:

$$X \pm \delta \cdot \text{tst}, \quad (3.2)$$

$$\frac{\sqrt{X \cdot (100 - X)}}{N} \quad (3.3)$$

де: X – середні значення показника, %; $\delta \cdot \text{tst}$ – похибка середнього значення; tst – критерій Стьюдента (значення tst залежать від об'єму вибірки n і визначаються за таблицею); N – об'єм вибірки.

Похибку середньо-арифметичних значень для довжини проростків (нормальне розподілення) визначали за формулою:

$$S_{cp} \pm S_x \cdot \text{ts} \quad (3.4)$$

$$S_x = \frac{\sqrt{\sum (S_{cp} - S_i)^2}}{n(n-1)} \quad (3.5)$$

де: S_{cp} - середнє арифметичне значення довжини проростків; $S_x \cdot \text{tst}$ – похибка середнього арифметичного значення; tst - критерій Стьюдента, який визначається за таблицею; n – об'єм вибірки (кількість проростків, довжина яких вимірювалась); S_i – довжина i-проростка.

Достовірність відмінностей між даними розраховували за наступними формулами:

а) для альтернативних розподілень:

$$\frac{|X_1 - X_2|}{\sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2}} = t, \quad (3.6)$$

При $t > t_{st}$, відмінності достовірні. Де: X_1, X_2 – середні значення показників для альтернативного розподілення в варіантах 1 і 2, відповідно; δ_1, δ_2 - похибки середніх значень для варіантів 1 і 2; t_{st} - критерій Стюдента.

б) для нормальних розподілень:

$$\frac{|Scp_1 - Scp_2|}{\sqrt{Sx_1^2 + Sx_2^2}} = t, \quad (3.7)$$

При $t > t_{st}$, відмінності достовірні. Де: Scp_1, Scp_2 – середні значення показника для нормального розподілення в варіантах 1 і 2; Sx_1, Sx_2 – похибки середніх значень для варіантів 1 і 2; t_{st} – критерій Стюдента.

3.2 Результати дослідження

Експеримент № 1. Портативний тестер електромагнітного поля «ККMoon GM 3120» на відстані 0,25 м від монітора комп'ютера виявив високий рівень напруженості електричного поля: показники приладу коливалися в діапазоні 160-300 В/м; при цьому напруженість магнітного поля не перевищувала фоновий рівень напруженості геомагнітного поля Землі. На відстані 0,75 м від монітора комп'ютера - напруженість електричного поля різко знизилася і становила всього 10-21 В/м (що не перевищує допустимі для побутових приладів нормативи, які становлять 40 В/м). Подальше збільшення відстані між приладом і монітором комп'ютера до 1,5 м дало нульові показники напруженості електричного поля (0 В/м). Слід зазначити, що показники приладу давали ідентичний рівень напруженості електричного поля для монітора, підключеного в електричну мережу і який знаходився як в режимі «робота», так і в режимі «вимкнено».

Пророщування насіння ячменю на різних відстанях від монітора комп'ютера виявило достовірне зниження показника енергії проростання насіння на відстані 0,75 м, але не на відстані 0,25 м від монітора комп'ютера (порівняно із контрольною відстанню, 1,5 м) (див. таблицю).

Аналіз середньої довжини коренів проростків ячменю показав, що вирощування в умовах впливу електричного поля від монітора комп'ютера призводить до достовірного стимулювання росту коренів на відстані 0,25 м і 0,75 м від монітора в порівнянні з відстанню 1,5 м (на якому довжина коренів склала $40,24 \pm 3,03$ мм). При цьому не дивлячись на значні відмінності в напруженості електричного поля на відстані 0,75 м і 0,25 м (10-21 В/м і 160-300 В/м, відповідно) - ростові параметри коренів були практично однаковими і становили $45,03 \pm 3,15$ мм і $46,44 \pm 3,68$ мм, відповідно.

Таблиця 3.1 - Вплив віддаленості від монітора комп'ютера на ростові показники проростків ячменю

Відстань до монітора	Напруженість електричного поля, В/м:	Довжина коренів, мм $\pm S_x \cdot t_{st}$	Довжина епикотилів, мм $\pm S_x \cdot t_{st}$	Енергія проростання насіння, % $\pm \sigma \cdot t_{st}$
1,5 м	0 В/м	$40,24 \pm 3,03$	$33,92 \pm 3,25$	$24,0 \pm 5,9\%$
0,75 м	10-21 В/м	$45,03 \pm 3,15^*$	$35,63 \pm 4,43$	$8,0 \pm 3,8\%^*$
0,25 м	160-300 В/м	$46,44 \pm 3,68^*$	$39,57 \pm 3,36^*$	$30,0 \pm 6,4\%$

* - дані достовірно відрізняються від значень для відстані 1,5 м до монітора комп'ютера.

Електричне поле від монітора комп'ютера мало також стимулюючий вплив і на ріст епикотилів проростків. Якщо на відстані 1,5 м від монітора довжина епикотилів не перевищувала $33,92 \pm 3,25$ мм, то вже на відстані 0,75

м і 0,25 м від монітора вона становила $35,63 \pm 4,43$ мм і $39,57 \pm 3,36$ мм, відповідно.

В цілому, отримані дані свідчать про більш високу чутливість коренів проростків ячменю до електричного поля від монітора комп'ютера в порівнянні з епікотилями: вже при напруженості поля 10-21 В/м корені показали статистично достовірне збільшення середньої довжини, тоді як для епікотилів статистично достовірні відмінності порівняно із контролем (0 В/м на відстані 1,5 м від монітора) були зареєстровані тільки на відстані 0,25 м від монітора (при напруженості електричного поля 160-300 В/м).

Експеримент № 2. Портативний тестер електромагнітного поля «ККMoon GM 3120» на відстані 0,5 м від бічної стінки працюючого тепловентилятора «Ufess» виявив напруженість магнітного поля, що дорівнює 0,33-0,54 мкТл, тоді як показники електричного поля були нульовими. На відстані 0,5 м від задньої стінки тепловентилятора прилад показав високий рівень і магнітного, і електричного полів (0,25-0,64 мкТл і 60-70 В/м, відповідно). На відстані 1 м від передньої стінки тепловентилятора - показники електричного і магнітного полів не перевищували фонові значення для експериментального приміщення (контроль).

Пророщування насіння ячменю при різних рівнях електричного і магнітного полів виявило достовірне зниження показника енергії проростання насіння поблизу задньої стінки тепловентилятора (показники напруженості електромагнітного поля 0,25-0,64 мкТл і 60-70 В/м) у порівнянні з контрольними умовами пророщування ($18,5 \pm 5,38\%$ і $34,0 \pm 6,57\%$, відповідно). Тоді як підвищений рівень магнітного поля сам по собі біля бокової стінки тепловентилятора не вплинув статистично достовірно на енергію проростання насіння ($30,0 \pm 6,35\%$).

Аналіз середньої довжини коренів проростків ячменю показав, що вирощування в умовах впливу підвищеного магнітного поля і нульового електричного поля призводить до достовірного посилення росту коренів: середня довжина коренів становила $65,32 \pm 4,02$ мм в порівнянні з $60,43 \pm 3,06$ мм в контролі. Одночасно підвищений рівень магнітного і електричного полів біля задньої стінки тепловентилятора ще більше стимулював ріст коренів - середня довжина коренів склала $72,05 \pm 5,31$ мм і це достовірно більше ніж у контролі і при впливі тільки підвищеним рівнем магнітного поля.

Ні підвищений рівень магнітного поля самого по собі, ні одночасний вплив підвищеним магнітним і електричним полем не мали достовірного впливу на довжину епикотилів проростків ячменю

Таблиця 3.2 - Вплив підвищених рівнів магнітного і електричного полів від працюючого побутового тепловентилятора на енергію проростання і ростові показники проростків ячменю

Розташування відстань до тепловентилятора, м:	Напруженість магнітного (мкТл) і електричного (В/м) полів:	Довжина коренів, мм $\pm Sx \cdot tst$	Довжина епикотилів мм $\pm Sx \cdot tst$	Енергія проростання насіння, % $\pm \sigma \cdot tst$
передня стінка, 1 м	0 мкТл; 0 В/м	$60,43 \pm 3,06$	$45,28 \pm 2,24$	$34,0 \pm 6,57\%$
бокова стінка, 0,5 м	0,33-0,54 мкТл; 0 В/м	$65,32 \pm 4,02^*$	$46,02 \pm 2,47$	$30,0 \pm 6,35\%$
задня стінка, 0,5 м	0,25-0,64 мкТл; 60-70 В/м	$72,05 \pm 5,31^{**}$	$46,51 \pm 4,45$	$18,5 \pm 5,38\%^*$

* - дані достовірно відрізняються від контрольних значень напруженості електромагнітного поля (0 мкТл; 0 В/м). ** - дані достовірно відрізняються від ростових значень, отриманих при напруженості магнітного поля 0,33-0,54 мкТл і нульовому електричному полі. NB! Нульові показники напруженості магнітного поля Землі свідчать про налаштування приладу на магнітні поля, що перевищують напруженість магнітного поля Землі.

Таким чином, отримані дані свідчать про те, що підвищений рівень магнітного поля не впливає на енергію проростання насіння ячменю, проте - стимулює ріст коренів проростків. Тоді як одночасний вплив підвищеними і магнітним, і електричним полями достовірно гальмує проростання насіння ячменю і значно стимулює ріст коренів проростків.

Експеримент № 3. Вимірювання напруженості електромагнітного поля за допомогою приладу «ККMoon GM 3120» показали високий рівень електричного поля (58-64 В/м) біля підставки непрацюючої настільної лампи, включеної в мережу. Однак, вже на відстані 0,12 м напруженість електричного поля становила 3-9 В/м, а на відстані 0,3 м - показники були нульовими (як і на відстані 1,0 м і 2,0 м). Напруженість магнітного поля Землі приладом не реєструвалася (портативні вимірювачі зазначеного типу налаштовані на магнітні поля, що перевищують рівень магнітного поля Землі).

Результати обчислення середньої довжини коренів і епикотилів проростків ячменю, вирощуваних на різній відстані і при різному режимі освітлення, наведені в таблицях 1-2.

При експозиції проростків в режимі 12 год світло / 12 год темрява на 4-у добу пророщування на відстані 0,3 м від непрацюючої настільної лампи,

включеної в мережу, середня довжина коренів проростків ячменю склала $28,80 \pm 4,04$ мм. У міру віддалення від лампи - середня довжина коренів поступово збільшувалася і на відстані 1,0 м і 1,5 м від лампи склала $37,80 \pm 3,73$ мм і $45,26 \pm 4,57$ мм, відповідно. Подальше збільшення відстані від лампи до 2,0 м не призвело до достовірних змін середньої довжини коренів ($46,96 \pm 4,66$ мм).

На відстані 0,3 м і 1,0 м від лампи довжина епикотилів проростків склала $45,73 \pm 3,73$ мм і $44,63 \pm 3,59$ мм, відповідно. Починаючи з відстані 1,5 м від лампи - довжина епикотилів достовірно зросла до $52,11 \pm 4,57$ мм. Подальше збільшення відстані між лампою і проростками до 2,0 м не призвело до достовірних змін довжини епикотилів ($50,44 \pm 4,04$ мм).

При експозиції проростків ячменю в режимі постійна темрява - на 4-у добу пророщування на відстані 0,3 м від лампи середня довжина коренів склала $43,92 \pm 4,39$ мм, що достовірно більше середньої довжини коренів проростків, вирощуваних на такій же відстані від лампи при режимі 12 год світло / 12 год темрява. Збільшення відстані між проростками і лампою до 1,0 - 2,0 м призвело до збільшення середньої довжини коренів до $53,56 \pm 4,72$ мм і до стабілізації показника.

Таблиця 3.3 - Вплив віддаленості від непрацюючої включеної в електричну мережу настільної лампи на ростові показники проростків ячменю, вирощуваних в умовах 12 год день / 12 ч ніч

Віддаленість від лампи:	Довжина коренів, мм \pm Sx·tst	Довжина епикотилів, мм \pm Sx·tst
0,3 м	$28,80 \pm 4,04$	$45,73 \pm 3,73$
1,0 м	$37,80 \pm 3,73^*$	$44,63 \pm 3,59$
1,5 м	$45,26 \pm 4,57\blacklozenge$	$52,11 \pm 4,57^*$
2,0 м	$46,96 \pm 4,66$	$50,44 \pm 4,04$

* - дані достовірно відрізняються від значень для відстані 0,3 м; \blacklozenge - дані достовірно відрізняються від значень для відстані 1,0 м.

Таблиця 3.4 - Вплив віддаленості від непрацюючої включеної в електричну мережу настільної лампи на ростові показники проростків ячменю, вирощуваних в умовах постійної темряви

Віддаленість від лампи:	Довжина коренів, мм \pm Sx·tst	Довжина епикотилів, мм \pm Sx·tst
0,3 м	43,92 \pm 4,39	48,59 \pm 3,54
1,0 м	53,56 \pm 4,72*	48,52 \pm 3,32
1,5 м	51,87 \pm 4,51	50,03 \pm 3,40
2,0 м	53,76 \pm 4,79	47,35 \pm 4,12

* - дані достовірно відрізняються від значень для відстані 0,3 м.

Довжина епикотилів проростків ячменю при режимі вирощування в постійній темряві на відстані 0,3 м від лампи склала 48,59 \pm 3,54 мм і збільшення відстані до 1,0 - 2,0 м не мало достовірного впливу на середню довжину епикотилів.

3.3 Обговорення отриманих результатів

Відомо, що в процесі роботи побутових електроприладів генеруються електромагнітні поля, які можуть становити небезпеку для здоров'я людини. Більш того, проведені дослідження показали, що навіть навколо приладів, які не функціонують, але включені в електричну мережу, створюється електромагнітне поле. При цьому приладові дослідження, як правило, не виявляють перевищення діючих санітарно-гігієнічних нормативів. Однак, хронічний вплив такого поля, може мати негативні наслідки для організму людини.

Найбільш чутливими до впливу електромагнітних полів є організми, які розвиваються, внаслідок інтенсивного поділу і росту їх клітин. Причому, як організми людини і тварин, так і організми рослин. Слід зазначити, що в зв'язку з сидячим способом життя і особливостями харчування (фотосинтез) - рослини здатні навіть більш тонко реагувати на присутність електромагнітних полів.

У зв'язку з вищевикладеним, нами було запропоновано використовувати фітотест проростаюче насіння рослин для оцінки можливого біологічного впливу електромагнітних полів від непрацюючих, але включених в електричну мережу, побутових електроприладів.

Проведені нами заміри напруженості електромагнітного поля показали перевищення гігієнічних нормативів за електричною складовою (160-300 В/м при нормативі 40 В/м для побутових приладів тривалого користування – не менше 8 годин на добу) [22] на відстані 25 см від монітору комп'ютера (в робочій зоні розташування клавіатури). При цьому ростовий фітотест виявив статистично достовірне збільшення середньої довжини як коренів, так і епикотилів проростків модельних рослин.

На відстані 75 см від монітору комп'ютера – показники електричного поля істотно знизилися і не перевищували діючі нормативи (10-21 В/м при нормативі 40 В/м), при цьому для коренів проростків було виявлене достовірне збільшення середньої довжини. Таким чином, електромагнітне випромінювання, рівень якого лише дещо перевищує діючі нормативи – є біологічно активним і за умов тривалого впливу може мати негативні наслідки для здоров'я людей.

Дослідження електромагнітного поля від бокової стінки працюючого побутового тепловентилятора на відстані 50 см вивило перевищення нормативів за магнітною складовою поля (до 0,54 мкТл при нормативі 0,4 мкТл) [22], при нульових показниках електричного поля. При цьому

ростовий фітотест показав достовірне збільшення середньої довжини коренів проростків, але – відсутність ростової відповіді епикотилів.

Біля задньої стінки тепловентилятора на відстані 50 см прилад показав перевищення гігієнічних нормативів як за електричною (60-70 В/м), так і за магнітною (до 0,64 мкТл) складовою поля, що супроводжувалося збільшенням швидкості росту коренів проростків порівняно з умовами перевищення гігієнічного рівня лише за магнітною складовою поля. При цьому ростові параметри епикотилів проростків залишалися не змінними.

Таким чином було встановлено, що:

1) електричне поле від побутових приладів, напруженість якого не перевищує гігієнічні нормативи (10-21 В/м), сприяє достовірній стимуляції ростових процесів у коренів, але не у епикотилів проростків ячменю;

2) електричне поле, напруженість якого значно перевищує гігієнічні нормативи (160-300 В/м), сприяє достовірній стимуляції ростових процесів як у коренів, так і у епикотилів проростків ячменю;

3) магнітне поле від побутових приладів, напруженість якого перевищує гігієнічні нормативи (0,33-0,54 мкТл), призводить до достовірної стимуляції ростових процесів в коренях проростків ячменю;

4) одночасне перевищення гігієнічних нормативів як за показниками магнітного (до 0,64 мкТл), так і електричного поля (до 70 В/м) сприяє подальшому посиленню ростової відповіді коренів, але не епикотилів проростків модельних рослин.

Для виявлення можливого біологічного ефекту електричного поля, створюваного навколо непрацюючої, але включеної в мережу настільної лампи, нами було проведено фітотест «проростаюче насіння ячменю» на різних відстанях від непрацюючої настільної лампи, включеної в електричну мережу, і при різних режимах освітлення проростків.

Отримані дані свідчать про те, що при режимі вирощування 12 год світло / 12 год темрява експозиція проростків на відстані 0,3 м від лампи призвела до достовірного пригнічення росту коренів у порівнянні з відстанню від лампи в 1,0 м ($28,80 \pm 4,04$ мм і $37,80 \pm 3,73$ мм, відповідно). Цікаво відзначити, що на відстані 1,5 м від лампи - середня довжина коренів була ще більше і склала $45,26 \pm 4,57$ мм. Це свідчить про те, що на відстані 1,0 м від лампи все ще зберігається електричне поле, що сприймається рослинами як регуляторне, але вже не детектується приладом «ККMoon GM 3120».

Довжина епікотилів також показала чутливість до електричного поля, що створюється непрацюючої настільною лампою, включеної в мережу: на відстані 1,0 м від лампи середня довжина епікотилів склала $44,63 \pm 3,59$ мм, тоді як на відстані 1,5 м від лампи - $52,11 \pm 4,57$ мм.

Таким чином, при режимі вирощування 12 год світло / 12 год темрява, і корені, і епікотилі проростків ячменю показали чутливість до електричного поля непрацюючої і включеної в мережу настільної лампи: на відстані 0,3-1,0 м від лампи дане поле здійснювало гальмуючий вплив на ріст проростків, тоді як прилад вже на відстані 0,12 м від лампи дане поле не реєстрував.

В цілому, отримані нами дані показали наявність біологічного ріст-інгібуючого ефекту випромінювання від непрацюючого побутового приладу, включеного в електричну мережу, і більш високу чутливість до даного поля рослин в порівнянні з використаним в роботі фізичним приладом.

Аналіз літературних джерел продемонстрував, що чутливість організмів до техногенних електромагнітних полів підвищується в присутності видимого світла. Проведені нами дослідження підтвердили відповідний феномен: при вирощуванні в умовах постійної темряви вже на відстані 1,0 м від лампи, пересічна довжина коренів стабілізувалася на

показнику $53,56 \pm 4,72$ мм; тоді як вирощування проростків при режимі 12 год світло / 12 год темрява і на відстані 1,0 м від лампи все ще показало пригнічення росту, в порівнянні з більш віддаленими від лампи проростками (1,5 м і 2,0 м).

Слід зазначити, що при режимі вирощування в постійній темряві - епікотилі проростків ячменю взагалі не показали чутливості до електричного поля, що створюється непрацюючою настільною лампою, включеною в мережу. Тоді як вирощування в умовах 12 год світло / 12 год темрява дозволило виявити ріст-інгібуючий ефект включеної в мережу непрацюючої настільної лампи і на розвиток епікотилів.

Аналіз отриманих нами даних свідчить про те, що при режимі вирощування 12 год світло / 12 год темрява середня довжина коренів проростків на відстані 2,0 м від лампи була менше, ніж при режимі вирощування в постійній темряві: $46,96 \pm 4,66$ мм і $53,76 \pm 4,79$ мм, відповідно. Таким чином, електромагнітне поле, створюване видимим світлом, пригнічує ростові процеси в коренях. Посилення ріст-інгібуючого ефекту при наближенні проростків до непрацюючої включеної в мережу настільної лампи, свідчить про те, що поле, створюване цією лампою, здійснює синергетичний з видимим світлом ефект на ріст проростків.

Таким чином, результати проведених нами експериментів, свідчать про те, що електромагнітне поле від непрацюючих включених в мережу побутових приладів володіє біологічною дією, яке сильніше простежується в присутності видимого світла, і що хронічна експозиція споживачів на полях даного типу може вплинути на функціонування організму людини.

В цілому отримані нами дані свідчать про те, що найбільш чутливими до штучних електромагнітних полів, створюваних побутовими приладами, є корені проростків. Наявність статистично достовірної ростової відповіді коренів на присутність техногенного електромагнітного поля, напруженість

електричної складової якого лише дещо перевищує діючі нормативи, свідчить про біологічну ефективність і, таким чином, про потенційну небезпеку хронічного впливу полів означеної інтенсивності на споживачів.

Відомо, що рослини є високочутливими до електромагнітного випромінювання радіохвильового діапазону [27, 29, 30]. Серед природних джерел радіохвильового випромінювання для рослин найбільш важливим є радіохвильове випромінювання Сонця [14], яке кожного ранку надходить до поверхні Землі раніше, ніж світлові промені (через високу проникну здатність радіохвиль і їх менше розсіювання порівняно із світловими хвилями). Регуляторний вплив такого випромінювання сприяє активації біологічних процесів у рослин до початку світлового дня, що створює адаптивні переваги рослинам, зокрема, в процесі конкуренції за світло.

З іншого боку, отримані Beauboіs E. з колегами (2007) дані показали, що радіохвильове випромінювання, параметри якого відповідають випромінюванню від мобільного телефону, спроможне викликати передачу сигналів і активувати у рослин томату експресію генів, які забезпечують раньову відповідь клітин рослини [28]. Результати цього дослідження свідчать про те, що електромагнітне випромінювання радіохвильового діапазону може використовуватися рослинами для системної передачі сигналів, зокрема, про травмування рослини.

Таким чином, природне радіохвильове випромінювання спроможне регуляторно впливати на рослинний організм, через активацію або гальмування певних біологічних процесів. При цьому характер відповіді рослини залежить від видової приналежності рослини, від частотного діапазону радіохвильового випромінювання, його інтенсивності і тривалості надходження електромагнітного сигналу [29, 31, 32].

Одним з найважливіх принципів біотестування є підхід, згідно якого будь яке відхилення в біології модельного організму (як у бік гальмування

процесів, так і у бік стимуляції процесів) – є свідченням стресового впливу чинника, який контролюється. Зокрема, стимуляція процесів розглядається як один з етапів розвитку стресової реакції будь-якого організму (чи організму тварини, чи - рослини).

Таким чином, виявлена нами ростова відповідність модельних рослин на присутність високих рівнів електричної або магнітної складової, техногенного електромагнітного поля свідчить про наявність впливу означених рівнів випромінювання і про можливість використання простого у використанні ростового фітотесту, для виявлення просторових меж потенційно небезпечного впливу підвищеного рівня електромагнітного випромінювання від побутових приладів і комп'ютерної техніки.

Тривала неконтрольована дія регуляторного фактору може мати непередбачувані наслідки, для існування живого організму, що повинно бути врахованим зокрема, з огляду на щоденну багатогодинну роботу значної кількості людей за персональними комп'ютерами, на тривалу роботу побутових тепловентиляторів взимку і т.н. Крім того, важливим результатом нашого дослідження є встановлення того факту, що істотну небезпеку для здоров'я людини може становити прилад, який не працює, але залишається включеним в розетку (зокрема, комп'ютер). Розташування відповідних приладів біля ліжка може становити загрозу для здоров'я людини, оскільки протягом 7-8 годин нічного сну він підлягає впливу підвищених рівнів радіохвильового випромінювання.

Проведені нами дослідження підтвердили валідність діючих гігієнічних нормативів щодо рівнів електромагнітного випромінювання від побутових приладів, виявили невідповідність технічних характеристик протестованих приладів необхідним рівням екологічної безпеки для споживачів і показали можливість використання ростового фітотесту для

виявлення екологічно безпечних відстаней між електричними побутовими приладами і користувачами.

На підставі результатів проведених нами досліджень, ми пропонуємо використовувати тест «проростаюче насіння рослин» для виявлення просторових меж присутності біологічно ефективного радіохвильового випромінювання від побутових приладів і комп'ютерної техніки. При цьому достовірне відхилення ростових параметрів модельних рослин в присутності електричних приладів в порівнянні з контрольними варіантами буде свідчити про наявність фонового радіохвильового випромінювання, інтенсивність якого, потенційно, може виявитися небезпечною для людини.

ВИСНОВКИ

1. Біологічні ефекти техногенного радіохвильового випромінювання пов'язані з тим, що клітини усіх живих організмів в процесі життєдіяльності генерують власні електромагнітні хвилі радіохвильового діапазону під час проходження іонів через білки-канали в клітинних мембранах, під час руху електронів по електронно-транспортним ланцюгам в мітохондріях і хлоропластах, тощо. При цьому результат взаємодії зовнішнього радіохвильового поля з ендогенним полем залежить від частоти, інтенсивності, тривалості впливу техногенного випромінювання, від стадії життєвого циклу і видових особливостей організму.

2. Українська нормативна база стосовно допустимих рівнів радіохвильового випромінювання є не повністю узгодженою зі світовими нормативами і потребує доопрацювання. Існуючі на сьогоднішній день засоби захисту від радіохвиль не є доступними для пересічних користувачів, які в побутових умовах отримують істотне радіохвильове опромінення від персональних комп'ютерів та електроприладів.

3. В результаті проведених нами експериментальних досліджень було встановлено, що: а) електричне поле від побутових приладів, напруженість якого не перевищує гігієнічні нормативи (10-21 В/м), сприяє достовірній стимуляції ростових процесів у коренів, але не у епикотилів проростків ячменю; б) електричне поле, напруженість якого значно перевищує гігієнічні нормативи (160-300 В/м), сприяє достовірній стимуляції ростових процесів як у коренів, так і у епикотилів проростків ячменю; в) магнітне поле від побутових приладів, напруженість якого перевищує гігієнічні нормативи (0,33-0,54 мкТл), призводить до достовірної стимуляції ростових процесів в коренях проростків ячменю; г) одночасне перевищення гігієнічних нормативів як за показниками магнітного (до 0,64 мкТл), так і електричного

поля (до 70 В/м) сприяє подальшому посиленню ростової відповіді коренів, але не епикотилів проростків модельних рослин.

4. Слабке електричне поле від непрацюючої і включеної в мережу настільної лампи призводить до залежного від рівня освітленості гальмування ростових процесів у проростків ячменю, на відстані, на якій прилад «ККМoon» дане поле вже не реєструє, що свідчить: а) про більш високу чутливість живих організмів до дії електромагнітних полів, порівняно з фізичними приладами; б) про різноспрямований ростовий вплив електричних полів різної інтенсивності; в) про підвищення чутливості ростових процесів організмів до техногенних електромагнітних полів в присутності видимого світла.

Проведені нами дослідження підтвердили валідність діючих гігієнічних нормативів щодо рівнів електромагнітного випромінювання від побутових приладів, виявили невідповідність технічних характеристик протестованих приладів необхідним рівням екологічної безпеки для споживачів і показали можливість використання ростового фітотесту для виявлення екологічно безпечних відстаней між електричними побутовими приладами і користувачами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Богатина Н.И, Шейкина Н.В. Влияние амплитуды и частоты комбинированного магнитного поля на гравитропическую реакцию растений и низкочастотное электромагнитное излучение, генерируемое ими в процессе роста. / Сборник избранных трудов V Международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине».URL: <http://www.biophys.ru/archive/congress2009/pro-p23.pdf>.
2. Броудер П. Всё о мониторах / Мир ПК.- К., 1990, № 5. - С. 23 - 30.
3. В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко та ін. під ред. В.В. Березуцького. Основи охорони праці: навч. посіб. - Х. : Факт, 2007. - 480 с.
4. Гаевский А., Леонтьев О. Справочник по программным продуктам. -К.: Диа Тайп, 1998. - С.187-192.
5. Галатенко В. Стандарты информационной безопасности. Курс лекций. - М., 2004. - 328 с.
6. Гаташ В. Комп'ютер сказав: дай очам відпочити. Дзеркало тижня. -К., 2004, № 29. – С. 24-30.
7. Гичев Ю. П., Гичев Ю. Ю. Влияние электромагнитных полей на здоровье человека - Alleged health effects of electromagnetic fields: Аналит. обзор / СО РАН. ГПНТБ. - Новосибирск, 1999. - 91 с.
8. Григорьев Ю. Г., Степанов В. С., Меркулов А. В. Электромагнитная безопасность человека. Справ. изд. М., 1999.
9. Громов В. И., Васильев Г. А. Энциклопедия компьютерной безопасности. -М., 2002. - 534 с.
10. Гук М. А. Аппаратные средства IBM PC: Энциклопедия. - М., 2004. - 928 с.

11. Денисенко К. Один на один з ПК. Домашній комп'ютер. - К., 1998, № 8. - С. 12 - 15.
12. Дія електромагнітних полів та випромінювань на людину, засоби та методи захисту від них. URL: <https://studfile.net/preview/1786350/page:3/>.
13. Законодавство України "Про затвердження державних санітарних правил та норм (ДСН 239-96).
14. Зубинский А. Компьютерная экология - люди, интерфейсы, программы. Компьютерное обозрение. - М., 2000, № 17, - с. 34-36
15. Излучение Солнца, электронный ресурс. URL:<http://geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000101/st024.shtml>.
16. Курик М. Електромагнітні поля комп'ютера і дитина /Теле- та Радіожурналістика. - 2009. - Вип. 8. - С. 80-91.
17. Луц Т. Є., Топорівський Б. П. Вплив персональних комп'ютерів на стан здоров'я людини та вимоги до режимів праці та відпочинку при роботі з ПК. Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки : збірник матеріалів Восьмої науково-методичної конференції, м. Київ, 14-15 травня 2013 р. - К. : НТУУ "КІУ", 2013. - С. 102-106.
18. Матвієнко В. Очі і комп'ютер. Обрій-ПІБ. - К., 2002, № 12. - С. 21-24.
19. Павленко Л. Р. «Комп'ютер, TV та здоров'я», видавництво «Квит», 2003.
20. Про електромагнітну безпеку населення: проект Закону України (проект внесено на розгляд 23.03.2007 р. №3230). База даних «Законодавство України». ВР України. URL:<http://w1.c1.rada.gov.ua/>

pls/zweb2/webproc4_2?id=&pf3516=3230&skl=6 (дата звернення 16.04.2017).

21. Радченко В. Багатофункціональні монітори . Контракти. -К., 2003, № 24. - с. 21-23.

22. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Электромагнитные излучения радио-частотного диапазона (ЭМИ РЧ). Санитарные правила и нормы. URL:[http:// www.vashdom.ru/sanpin/224_218055-96](http://www.vashdom.ru/sanpin/224_218055-96).

23. СанПін 3.3.6.096–2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів».

24. Сколотнев И. Влияние персональных компьютеров на здоровье их пользователей. PS Digest. - М., 2004, № 5. С. 34-36.

25. Тирас Х. П., Петрова О. Н., Мякишева С. Н., Асланиди К. Б. Биологические эффекты слабых магнитных полей: сравнительный анализ. Фундаментальные исследования. 2014. № 12 (часть 7). С. 1442-1451.

26. Управління Держпраці у Рівненській області. URL:<http://oppb.com.ua/articles/negatyvnyy-vplyv-elektromagnitnyh-poliv-na-lyudynu>.

27. Balmori A. Electromagnetic pollution from phone masts. Effects on wildlife. Pathophysiology. 2009. Vol. 16(2-3). P. 191-199. doi: 10.1016/j.pathophys. 2009.01.007.

28. Beaubois E., Girard S., Lallechere S., Davies E., Paladian F., Bonnet P., Ledoigt G., Vian A. Intercellular communication in plants: evidence for two rapidly transmitted systemic signals generated in response to electromagnetic field stimulation in tomato. Plant Cell Environ. 2007. Vol. 30(7). P. 834-844.

29. Halgamuge M. N. Review: Weak radiofrequency radiation exposure from mobile phone radiation on plants. *Electromagn. Biol. Med.* 2017. Vol. 36(2). P. 213-235. doi: 10.1080/15368378.2016.1220389.
30. Khan M. D., Ali S., Azizulla A., Shuijin Z. Use of various biomarkers to explore the effects of GSM and GSM-like radiations on flowering plants. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 2018. Vol. 25(25). P. 24611-24628. doi: 10.1007/s11356-018-2734-3.
31. Tkalec M., Malaric K., Pevalek-Kozlina B. Influence of 400, 900, and 1900 MHz electromagnetic fields on *Lemna minor* growth and peroxidase activity. *Bioelectromagnetics.* 2005. Vol. 26(3). P. 185-193.
32. Vian A., Davies E., Gendraud M., Bonnet P. Plant Responses to High Frequency Electromagnetic Fields. *Biomed. Res. Int.* 2016. Vol. 2016:1830262. doi: 10.1155/2016/1830262.
33. Yost M. G., Liburdy R. P. Time-varying and static magnetic fields act in combination to alter calcium signal transduction in the lymphocyte. *FEBS Lett.* 1992. Vol. 296(2). P. 117-122.

ДОДАТКИ

Додаток А

КОДЕКС АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ ХЕРСОНЬСЬКОГО
ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Я, _____,
учасник(ця) освітнього процесу Херсонського державного університету, **УСВІДОМЛЮЮ**, що академічна доброчесність – це фундаментальна етична цінність усієї академічної спільноти світу.

ЗАЯВЛЯЮ, що у своїй освітній і науковій діяльності **ЗОБОВ'ЯЗУЮСЯ**:

– дотримуватися:

- вимог законодавства України та внутрішніх нормативних документів університету, зокрема Статуту Університету;
- принципів та правил академічної доброчесності;
- нульової толерантності до академічного плагіату;
- моральних норм та правил етичної поведінки;
- толерантного ставлення до інших;
- дотримуватися високого рівня культури спілкування;
- надавати згоду на:
 - безпосередню перевірку курсових, кваліфікаційних робіт тощо на ознаки наявності академічного плагіату за допомогою спеціалізованих програмних продуктів;
 - оброблення, збереження й розміщення кваліфікаційних робіт у відкритому доступі в інституційному репозитарії;
 - використання робіт для перевірки на ознаки наявності академічного плагіату в інших роботах виключно з метою виявлення можливих ознак академічного плагіату;
 - самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного й підсумкового контролю результатів навчання;
 - надавати достовірну інформацію щодо результатів власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використаних методик досліджень та джерел інформації;
 - не використовувати результати досліджень інших авторів без використання покликань на їхню роботу;
 - своєю діяльністю сприяти збереженню та примноженню традицій університету, формуванню його позитивного іміджу;
 - не чинити правопорушень і не сприяти їхньому скоєнню іншими особами;
 - підтримувати атмосферу довіри, взаємної відповідальності та співпраці в освітньому середовищі;
 - поважати честь, гідність та особисту недоторканність особи, незважаючи на її стать, вік, матеріальний стан, соціальне становище, расову належність, релігійні й політичні переконання;
 - не дискримінувати людей на підставі академічного статусу, а також за національною, расовою, статевою чи іншою належністю;
 - відповідально ставитися до своїх обов'язків, вчасно та сумлінно виконувати необхідні навчальні та науково-дослідницькі завдання;
 - запобігати виникненню у своїй діяльності конфлікту інтересів, зокрема не використовувати службових і родинних зв'язків з метою отримання нечесної переваги в навчальній, науковій і трудовій діяльності;
 - не брати участі в будь-якій діяльності, пов'язаній із обманом, нечесністю, списуванням, фабрикацією;
 - не підроблювати документи;
- не поширювати неправдиву та компрометуючу інформацію про інших здобувачів вищої освіти, викладачів і співробітників;
- не отримувати і не пропонувати винагород за несправедливе отримання будь-яких переваг або здійснення впливу на зміну отриманої академічної оцінки;
 - не залякувати й не проявляти агресії та насильства проти інших, сексуальні домагання;
 - не завдавати шкоди матеріальним цінностям, матеріально-технічній базі університету та особистій власності інших студентів та/або працівників;
 - не використовувати без дозволу ректорату (деканату) символіки університету в заходах, не пов'язаних з діяльністю університету;
 - не здійснювати і не заохочувати будь-яких спроб, спрямованих на те, щоб за допомогою нечесних і негідних методів досягати власних корисних цілей;
 - не завдавати загрози власному здоров'ю або безпеці іншим студентам та/або працівникам.

УСВІДОМЛЮЮ, що відповідно до чинного законодавства у разі недотримання Кодексу академічної доброчесності буду нести академічну та/або інші види відповідальності й до мене можуть бути застосовані заходи дисциплінарного характеру за порушення принципів академічної доброчесності.

(дата)

(підпис)

(ім'я, прізвище)