

УДК: 537.531:613.648.2:547.414:576.385.5

Інвентарний №

Національна Академія медичних наук України
Державна установа «Інститут громадського здоров'я ім. О.М.Марзєєва НАМН
України» (ДУ ІГЗ НАМНУ)
02660, м. Київ-94, вул. Попудренка, 50; тел. (044) 559 73 73
факс 559 90 90



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ДУ «ІГЗ НАМНУ»

академік НАМН України,

д.м.н., професор

Сердюк А.М.

2018 р.

З В І Т

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

Використання в профілактичній медицині турманієвих теплових стимуляторів
виробника Nuga Medical co.ltd
(договір № 4296)

Керівник НДР:

д.мед.н

Думанський В.Ю.

2018

Рукопис закінчено 19 вересня 2018 р.

СПИСОК ВИКОНАВЦІВ

Керівники НДР:

д.мед.н.

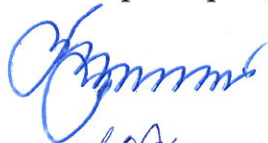


Думанський В.Ю.

Виконавці:

Лабораторія фізичних факторів довкілля:

зав.лаб.

Думанський В.Ю.
(всі розділи)

головний н.с.

Думанський Ю.Д.
(2.5; 2.6; 2.7;)

с.н.с.

Біткін С.В.
(всі розділи)

с.н.с.

Яригін А.В.
(2.4; 2.9 – 2.13; 6; 7;)

лаборант

Овсієнко Л.П.
(оформлення звіту)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 137 с. 13 табл. 66 рис. 101 джерел.

ТУРМАНІЙ, ПРОФІЛАКТИЧНА МЕДИЦИНА, АЕРОІОНИ, СІЛЬ, ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ, МАГНІТНЕ ПОЛЕ (50 Гц), ІЧ-ВИПРОМІНЮВАННЯ, МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТА МАГНІТНОГО ПОЛЯ, ГРАНИЧНО-ДОПУСТИМІ РІВНІ, ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Об'єкт досліджень. Турманієви теплові стимулятори NM 80, NM-2500, MHP-100, T5, T20, масажер - стимулятор термотерапевтичний персональний, модель N – 4, комбінований стимулятор, модель N – 5, термомасажне ліжко (Termal Massage Bed), модель NM-5000P. Електричне та магнітне поле промислової частоти (50 Гц) та радіочастот. Піроелектричний ефект. Аероіонізація повітря. ІЧ-випромінювання при застосуванні турманієвих стимуляторів.

Мета роботи полягає у визначенні безпечності застосування турманієвих теплових стимуляторів.

Методи досліджень: санітарно-гігієнічні, розрахункові, інструментальні.

Вперше дана санітарно-гігієнічна характеристика турманієвих теплових стимуляторів. Показано, що іонізованість повітря, рівні ІЧ-випромінювання, рівні електромагнітних випромінювань, які створюються цими засобами, не перевищують значень гігієнічних нормативів. Доказано, що турманієві теплові стимулятори є безпечним для здоров'я людини.

За результатами досліджень підготовлено:

огляд літератури щодо впливу на організм людини та тварин електромагнітного поля (50 Гц та радіочастоти);

встановлені основні джерела цих чинників при застосуванні;

методи визначення електромагнітного поля (50 Гц та радіочастоти) в лабораторних умовах та в навколишньому середовищі.

Результати досліджень показали, що рівні електромагнітних випромінювань, іонізованості повітря, ГЧ-випромінювання, що створюються турманієвими тепловими стимуляторами не впливають на стан здоров'я людини.

З М І С Т

1 ВСТУП	8
2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	16
2.1 Турманій	16
2.2 Фізичні властивості турманієвої кераміки	16
2.3 Фізичні величини і одиниці ЕМП	17
2.4 Фізичні величини, за якими визначається аероіонізація повітря. Джерела створення легких аероіонів	19
2.5 Фізичні величини і одиниці інфрачервоного випромінювання (ІЧ-випромінювання). Джерела інфрачервоного випромінювання	27
2.6 Біологічна дія електромагнітного випромінювання СЧ-, ВЧ-, УВЧ- та НВЧ-діапазонів	32
2.7 Механізми дії електромагнітних полів на організми	43
2.7.1 Пряма взаємодія низькочастотних електричних полів з живою матерією	43
2.7.2 Поглинання енергії електромагнітних полів	44
2.8 Гігієнічна оцінка електромагнітних випромінювань	46
2.9 Критерії гігієнічної оцінки параметрів іонізованості повітряного середовища закритих приміщень	49
2.10 Методи виявлення та вимірювання інфрачервоного випромінювання	49
2.11 Біологічна дія інфрачервоного випромінювання. Механізми дії інфрачервоного випромінювання на організми. Використання ІЧ-випромінювання в медицині	53
2.12 Гігієнічна оцінка інфрачервоного випромінювання	59
2.13 Терапевтична дія солі на організм людини	64
3 МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ РІВНІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО	67
3.1 Методика вимірів рівнів електричного і магнітного полів, що створюються турманієвими тепловими стимуляторами виробництва Nuga Best	67
4 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРМАНІЄВИХ ТЕПЛОВИХ СТИМУЛЯТОРІВ	68
5 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ РІВНІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО І МАГНІТНОГО ПОЛЯ, ЩО СТВОРЮЄТЬСЯ ТУРМАНІЄВИМИ ТЕПЛОВИМИ СТИМУЛЯТОРАМИ NUGA BEST	76
5.1 Прилади та схема вимірів	76
5.2 Результати досліджень просторового розподілу рівнів електричного і магнітного поля, що створюється турманієвим тепловим стимулятором модель NM – 80	79
5.3 Результати досліджень просторового розподілу рівнів електричного і магнітного поля, що створюється турманієвим тепловим стимулятором модель NM - 2500	87
5.4 Результати досліджень просторового розподілу рівнів електричного і магнітного поля, що створюється турманієвим тепловим стимулятором модель T20	95
5.5 Результати досліджень просторового розподілу рівнів електричного і магнітного поля, що створюється турманієвим тепловим стимулятором модель T5	103

5.6	Результати досліджень просторового розподілу рівнів електричного і магнітного поля, що створюється турманієвим тепловим стимулятором модель МНР - 100	110
5.7	Результати досліджень просторового розподілу рівнів електричного і магнітного поля, що створюється масажером - стимулятором термотерапевтичним персональним, модель N – 4, комбінованого стимулятора, модель N – 5, термомасажного ліжка (Termal Massage Bed) NM-5000P	117
6	ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА ІОНІЗОВАНІСТЬ ПОВІТРЯ В ПРИМІЩЕНІ ПРИ РОБОТІ ТУРМАНІЄВИХ ТЕПЛОВИХ СТИМУЛЯТОРІВ NUGA BEST	118
6.1	Методика і результати вимірів рівнів іонізованості повітря поблизу турманієвих теплових стимуляторів виробництва Nuga Best.....	118
7	ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ВІД ТУРМАНІЄВИХ ТЕПЛОВИХ СТИМУЛЯТОРІВ NUGA BEST	121
7.1	Методика і результати вимірів енергетичної освітленості ІЧ-випромінювання від турманієвих теплових стимуляторів виробництва Nuga Best.....	121
8	САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВИХ СТИМУЛЯТОРІВ ВИРОБНИЦТВА NUGA BEST.....	125
8.1	Доказова медицина.....	125
8.2	Визначення терапевтичної дії теплових стимуляторів за результатами досліджень, проведених науковими та медичними закладами різних країн світу.	126
8.3	Поєднана дія турманієвих теплових стимуляторів та галотерапії.....	127
8.4	Рекомендації застосування турманієвих теплових стимуляторів в клінічній практиці та побуті.	128
9	ВИСНОВКИ.....	130
10	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	132

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ВИЗНАЧЕНЬ

- ЕМП – електромагнітне поле;
ЕМВ – електромагнітне випромінювання;
Е – електричне поле;
Н – магнітне поле;
В – щільність магнітного потоку;
S – щільність потоку енергії;
ELF – частота нижче 300 Гц;
ВОН – всесвітня організація охорони здоров'я;
ГПЕ – густина потоку енергії електромагнітного поля;
ЩПЕ – щільність потоку енергії електромагнітного поля;
ГДР – гранично допустимий рівень;
МКЗНІВ – міжнародна комісія захисту від неіонізуючого випромінювання;
JNIRC – міжнародний комітет з неіонізуючого випромінювання.

1 ВСТУП

Розвиток сучасної науки і техніки сприяє покращенню умов існування людини: стали більш комфортними умови її проживання, до 1% зменшилась частка м'язової праці у сучасному виробництві. З'являються нові медичні препарати та більш досконалі методи діагностики і лікування. Але, незважаючи на це, постійно зростає кількість захворювань, які призводять до втрати працездатності та передчасної смерті осіб працездатного віку. Тому завдання сучасної профілактичної медицини полягає в допомозі організму знайти ту силу, яка може пожвавити його діяльність, сприяти самовідновленню, удосконаленню саморегуляції, розквіту, покращенню здоров'я.

Здоров'я (за визначенням ВООЗ, 1946) – це не тільки відсутність хвороби або фізичних дефектів, а стан повного фізичного, психічного і соціального благополуччя.

Здоров'я (з медичної точки зору) – це цілісний динамічний стан організму, який визначається резервами енергетичного, пластичного і регуляторного забезпечення функцій, характеризується стійкістю до дії патогенних факторів і здатністю компенсувати патологічний процес, а також є основою здійснення біологічних і соціальних функцій.

Здоров'я (із соціальної точки зору) – це фізична, соціальна, психологічна, духовна гармонія людини, дружні, спокійні стосунки з іншими людьми, з природою, з самим собою. Проблема збереження здоров'я – це проблема не лише системи охорони здоров'я, а всієї держави [2].

Стан здоров'я будь-якої людської популяції (суспільне здоров'я) визначають чотири фундаментальні процеси: відтворення здоров'я, його формування, споживання, відновлення [3]. Вони зумовлені біологічними, соціально-економічними, соціально психологічними факторами і є тією основою, на якій можна будувати систему керування здоров'ям: формувати, зберігати, зміцнювати його.

Суспільне здоров'я популяції оцінюється за медико статистичними показниками: народжуваність, фізичний розвиток, середня тривалість життя, захворюваність, смертність. Рівень здоров'я людини оцінюється за рівнем гомеостазу – здатністю організму підтримувати постійність складу і властивостей внутрішнього середовища та стабільність основних фізіологічних функцій організму. М.М. Амосов, Я.А. Бендет /1984/ рахують, що головним критерієм здоров'я повинна бути здатність організму найбільш ефективно використовувати свої біологічні можливості в умовах підвищених вимог та стресових впливів, швидко і адекватно перебудовувати при цьому рівень своєї діяльності, відповідаючи на навантаження без патологічних проявів, при швидкому поверненні до вихідного рівня регуляції. Саме це визначає стійкість організму, запас фізичних сил, тобто рівень здоров'я людини. Рівень здоров'я людини (за даними ВООЗ) залежить: – на 10 % від рівня охорони здоров'я: лікувально-профілактичних та санітарно-протиепідемічних заходів (профілактика виникнення та поширення інфекційних захворювань, регулярні обстеження жінок, флюорографічні та інші профілактичні обстеження для ранньої діагностики захворювань, якість надання медичної допомоги тощо); – на 20 % – від біологічних факторів (віку, статі, спадковості, конституції); – на 20 % – від стану довкілля, в якому живе людина (стану повітря, води, продуктів харчування, рівня радіації та інших факторів, які забезпечують здорове та комфортне існування); – на 50 % – від способу життя, умов життя та праці (рис. 1).

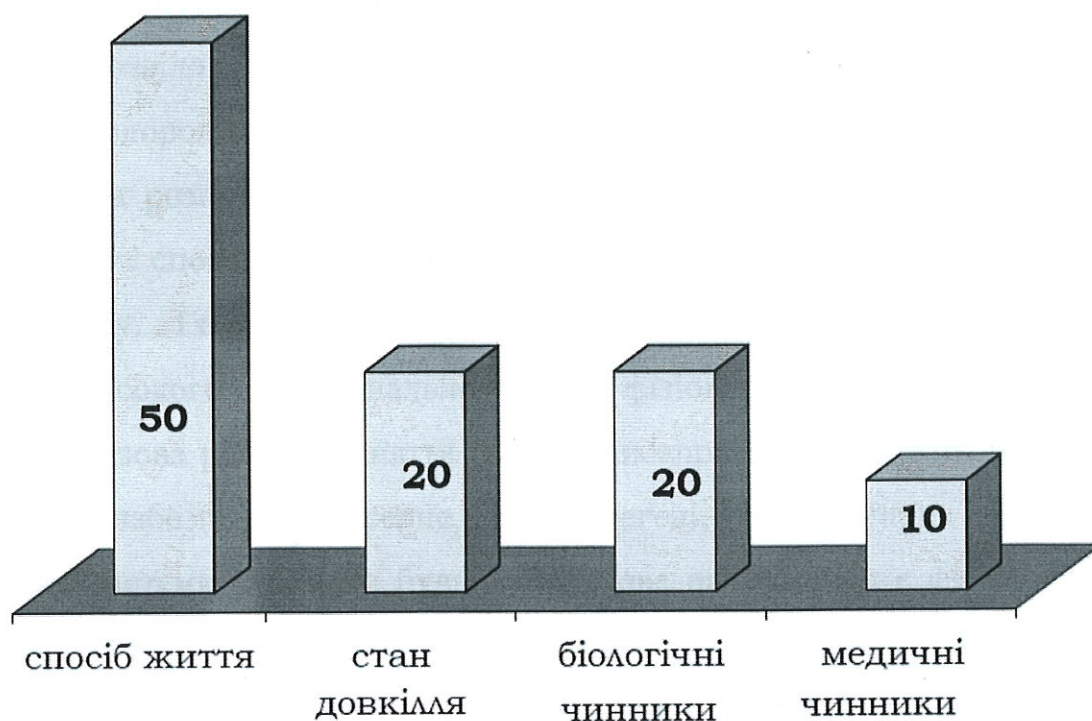


Рис. 1. Рівень здоров'я людини (за даними ВООЗ).

Таким чином, рівень здоров'я населення визначається не стільки кількістю лікарів та лікарняних ліжок, скільки способом його життя. Спосіб життя – це соціальна категорія, яка включає якість, спосіб і стиль життя. За визначенням ВООЗ, спосіб життя – спосіб існування, оснований на взаємодії між умовами життя і конкретними моделями поведінки особистості.

Здоровий спосіб життя – раціональний режим і гігієнічна поведінка людини в побуті, під час навчання, на виробництві, постійна фізична активність.

Формування здорового способу життя – важливе завдання держави, суспільства, різних відомств і служб, громадських організацій. В реалізації програм здорового способу життя беруть участь заклади охорони здоров'я, а також виховні та освітні заклади, спортивно-оздоровчі організації, засоби масової інформації тощо. Вони, передусім, повинні формувати позитивну мотивацію щодо дотримання здорового способу життя. Основні напрямки їх діяльності спрямовані на: – формування усвідомленого ставлення громадян до здоров'я; – дотримання режиму здоров'я, гігієни харчування; – поліпшення стану психічного здоров'я населення; – поліпшення якості життя;

– профілактику та подолання шкідливих звичок (тютюнокуріння, наркоманії, токсикоманії, алкоголізму тощо); – розвиток фізичної культури, спорту; – організацію дозвілля, статеве виховання.

Режим здоров'я – певний спосіб життя, який сприяє відновленню, підтриманню та розвитку резервів організму. Резерви здоров'я залежать від фізичного стану і способу життя. Фізичний стан – здатність людини виконувати фізичну роботу. Головним фактором активації, формування резервів і підтримання високого функціонального стану фізіологічних систем людського організму є м'язова робота. Заняття фізичними вправами тренують майже всі робочі системи забезпечення – серце, судини, легені, печінку, нирки і одночасно – регулюючі системи, оскільки будь-яке м'язове напруження є фізіологічним стресом.

За результатами досліджень, проведених в Каліфорнії (в 90-х роках ХХ століття) доведено, що значно покращити рівень здоров'я можна за умови виконання основних, досить простих рекомендацій: щоденний 7-8-годинний сон, збалансоване (відносно здоров'я, статі, віку, способу життя) регулярне, без переїдання харчування, підтримання нормальної маси тіла, щоденні фізичні вправи, утримання від надмірного вживання алкогольних напоїв, повне утримання від куріння. Фізична детренованість, пов'язана з механізацією праці та побуту, в поєднанні з надмірним та розбалансованим харчуванням, гіподинамією на фоні нервово психічних перевантажень сприяє зниженню резервів гомеостазу. М.Р. Могендович (1971) указував [3], що «значне зниження фізичної активності викликає порушення більшості фізіологічних функцій: нервової, серцево-судинної системи, дихання, температурної симетрії, моторної і секреторної діяльності шлунку, видільної функції нирок тощо». Клінічні дослідження показують, що наслідком гіподинамії можуть бути зниження функціональної здатності серцево-судинної системи, тромбоз, застійна пневмонія, бронхіт, атонічні закрепи, сечокам'яна хвороба та інші захворювання, психічні розлади, знижується опірність організму. Значно знижують функціональні можливості організму, тобто його резервні можливості,

перенесені захворювання, які на фоні гіподинамії набувають більш тривалого перебігу, небезпечного своїми ускладненнями.

Резерви гомеостазу вимірюються часом, протягом якого показники внутрішнього середовища підтримуються в межах фізіологічної норми в умовах негативної дії факторів зовнішнього та внутрішнього середовищ. Вони залежать від резервної потужності робочих органів та регулюючих систем і виражаються у спеціальних програмах регулювання, що включаються в умовах надмірних подразників, які сигналізують про загрозу їх для особистості. З огляду на це, «не в співвідношенні патології і норми необхідно шукати оцінювальні критерії здоров'я, а у здатності індивіда здійснювати свої біологічні і соціальні функції. Досконалість цих функцій у людини може бути охарактеризована – в тому числі і кількісно – резервами енергетичного, пластичного і регуляторного забезпечення функцій» (Г.Л. Апанасенко, Л.О. Попова, 1998) [2]. Головною умовою здоров'я є високі резерви енергетичних потужностей (енергопотенціал). Для оцінки рівня здоров'я людини М.М. Амосов запропонував ввести поняття «кількісна оцінка рівня здоров'я» як показника стійкості організму до негативного впливу патологічних факторів.

На теперішній час у медицині, як у цілісній галузі наукових знань, виділились такі основні групи дисциплін: медико-біологічні, клінічні, гігієнічні та дисципліни переважно медико-соціального і профілактичного напрямків. Завдяки прогресивним поглядам про головну роль несприятливих чинників навколишнього середовища у виникненні захворювань, чітко виділився аспект розвитку перспективного профілактичного напрямку медицини. Саме в основі профілактики, що походить від грецького слова *prophelaktikos* — запобіжний, лежить проведення заходів, спрямованих на запобігання захворюванням у здорових та загостренням, ускладненням і рецидивам у хворих осіб. Це в першу чергу заходи, спрямовані на збереження і зміцнення здоров'я людей, особливо на виховання здорового молодого покоління, а також на підвищення працездатності і продовження тривалості активного життя. Профілактичний напрямок у медицині став провідним і присвячений охороні та зміцненню здоров'я людей.

Об'єктом його вивчення є практично здорові люди або колективи практично здорових людей. Це дозволило активно втілювати методи профілактики у лікувальний процес та здійснювати синтез лікування і профілактики. Спеціально опрацьовані методи профілактики включили заходи оздоровлення навколишнього середовища, умов праці й побуту, протиепідемічні заходи, організацію мережі лікувально-профілактичних установ, проведення масових профілактичних оглядів, ранню діагностику, заходи щодо виявлення та усунення передпатологічних станів, запобігання ускладненням, психопрофілактику і диспансеризацію. При цьому суспільна профілактика передбачає створення сприятливих умов для збереження здоров'я і працездатності, а особиста профілактика спрямована на запобігання перевантаженням організму. Первинна профілактика передбачає запобігання виникненню захворювань, а вторинна — розвитку або загостренню хвороби. Практичне здійснення профілактичного напрямку базується на досягненнях гігієнічних досліджень. Отже, основою профілактичної медицини стала гігієна. Гігієна походить від грецького слова *hygieinos*, що означає здоров'я. За визначенням Є.Г.Гончарука (1995), "Гігієна — це наука, що вивчає закони впливу на організм окремих людей і цілих колективів соціальних, природних і штучних чинників навколишнього, а також внутрішнього середовища для виявлення закономірностей позитивного і негативного їх впливу на організм, здійснює на цій підставі наукове розроблення запобіжних і оздоровчих заходів, спрямованих на ліквідацію або зменшення до безпечних величин (гігієнічних нормативів) впливу негативних чинників, або, навпаки, на широке використання позитивних чинників для збереження, оздоровлення і зміцнення здоров'я як окремої людини, так і цілих колективів, усього людського суспільства". Гігієна вивчає вплив різноманітних чинників навколишнього середовища на здоров'я людини, її працездатність і довголіття з метою розроблення практичних заходів, спрямованих на оздоровлення умов життя людини і запобігання захворюванням. Опрацювання дійових заходів щодо запобігання захворюванням вимагає правильного розуміння законів взаємодії соціальних, природних і біологічних умов та їх впливу на здоров'я, в основі яких

лежить вчення про єдність і взаємодію людського організму та навколишнього середовища.

В сучасних умовах поряд з багатьма традиційними методами лікування тривають пошуки нових засобів терапії в тому числі і з метою прискорення одужання, укорочення часу реабілітації після перенесених захворювань, зниження питомої ваги хронізації запальних процесів. Це завдання формує загальну культуру населення щодо здоров'я, яка використовує поряд з оздоровчими природні фактори, методи біологічної (нетрадиційної) медицини, які можуть бути ефективні і безпечні, як на ранніх стадіях розвитку захворювання, так і в стадії завершення запалення, з метою прискорення регенерації тканин.

У лікуванні крім базової терапії, що включає в себе традиційні лікарські засоби, істотну роль грає фізіотерапія та методи біологічної (нетрадиційної) медицини [4]. Залежно від фізичних властивостей розрізняють методи електро-, світло-, магніто-, вібро, водо-, климатотерапії та теплолікування. Сучасна фізіотерапія володіє великими можливостями застосування природних і штучних фізичних факторів для профілактики і лікування захворювань у людини. Методи фізіотерапії чинять активний вплив на велику кількість систем організму, стимулюють захисні сили, сприяють ліквідації запальних, дистрофічних порушень, вдосконалюють адаптаційні можливості організму. Велику роль фізіотерапевтичні чинники грають в профілактиці захворювань, зміцненні здоров'я підростаючого покоління. Особливо важливу роль набувають методи немедикаментозної фізичної терапії, що сприяють відновленню обмінних процесів, корекції «чинників ризику», підвищенню стійкості організму до несприятливих зовнішніх і внутрішніх дій.

У зв'язку з цим практичний інтерес представляє турманій - джерело тепла «біорезонансного» спектра. Вироби з турманія в останні роки широко використовуються як за кордоном, так і в нашій країні в профілактичних цілях серед дорослого та дитячого населення [5].

Одним з найбільш поширених засобів турманієвої кераміки є теплові стимулятори NM 80, NM-2500, МНР-100, Т5 та Т20 виробництва компанії Nuga Best (Корея), які при нагріванні випромінюють тепло так званого «біорезонансного спектра» з довжиною хвилі 10 мкм, що відповідає інфрачервоному випромінюванню людини (від 0,6 до 12 мкм).

Окремим питанням застосування теплових стимуляторів є їх поєднана фізіотерапевтична дія з іншими немедикаментозними засобами, зокрема поєднана дія теплових стимуляторів та соляних камер чи їх аналогів.

Метою нашої роботи становили:

Безпечність для здоров'я людини виробів з турманієвої кераміки, зокрема теплових стимуляторів при їх застосуванні в практиці профілактичної медицини;

Безпечність застосування теплових стимуляторів в умовах поєднаної дії з сольовими кімнатами та їх аналогами.

Для вирішення цієї мети намічено використати: медико-біологічні, фізико-математичні (теоретичні розрахунки та інструментальні виміри ЕМВ); радіофізичні (визначення рівнів випромінювання), та аналітичні методи досліджень.

Об'єктом досліджень були: електромагнітне випромінювання НЧ, ВЧ та ДВЧ-діапазону радіочастот, інфрачервоне випромінювання, рівень аероіонізації, що створюється турманієвими тепловими стимуляторами NM 80, NM-2500, МНР-100, Т5, Т20, масажер - стимулятор термотерапевтичний персональний, модель N – 4, комбінований стимулятор, модель N – 5, термомасажне ліжко (Termal Massage Bed), модель NM-5000P.

2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

2.1 Турманій

Турманій виробляється з суміші турмаліну, германію, ельвану та вулканічної породи. Процес виготовлення турманію складається з процесу подрібнення та змішування порошків з додаванням наночасток срібла та процесу формування і запікання турманієвої кераміки. Новітньою розробкою є нанодіамантовий турманій, де до складу турманію виробником Nuga Best введено нанодіаманти.

2.2 Фізичні властивості турманієвої кераміки.

Механічні властивості турманію (ТС) та нанодіамантового (NDT) турманію практично не відрізняються і складають:

- щільність за методом Віккерсу HV1 – $2,08 \div 2,39 \text{ г/см}^3$.
- твердість – $5,7 \pm 0,2 \text{ ГПа}$.

Здатність матеріалу конструкції чинити опір утворенню або розвитку до заданих меж в ньому тріщини під дією навантажень, технологічних і кліматичних впливів (тріщиностійкість) – $1,2 \pm 0,1 \text{ МПа} \times \text{м}^{1/2}$

Мікроструктура та ступінь пористості для цих матеріалів майже однакова, але є деякі відмінності, які обумовлені виробничим процесом.

Коефіцієнт термодифузії складає $1,054 \text{ мм}^2/\text{с}$ для ТС та $1,137 \text{ мм}^2/\text{с}$ для NDT.

Теплопровідність та тепловіддача у NDT вища за звичайний турманій.

По електричним властивостям турманієва кераміка відноситься до класу діелектриків.

Спектр випромінювання у інфрачервоному діапазоні при розігріві до 60°C у цих матеріалів практично збігаються, але густина потоку випромінювання вище у NDT [6].

Як джерело електромагнітного поля (ЕМП) турманієва кераміка не має таких фізичних властивостей, які могли би привести до виникнення радіочастотних випромінювань. Але завдяки наявності електричних пристроїв, які регулюють температуру теплового стимулятора, можливе опромінення тіла людини.

2.3 Фізичні величини і одиниці ЕМП

Електричні поля створюються електричними зарядами, тоді як магнітні поля породжуються рухомими електричними зарядами (електричними струмами).

Електричне поле (E), діє на електричний заряд з деякою силою. Так само, магнітне поле діє на рухомі електричні заряди. Електричні і магнітні поля характеризуються величиною і напрямом розповсюдження (тобто являються векторами).

Одиницею напруженості електричного поля є вольт на метр (V/m). Магнітне поле може бути охарактеризовано двома способами: через щільність магнітного потоку, B , або через напруженість магнітного поля, H . Одиницею щільності магнітного потоку є тесла ($Tл$), а напруженості магнітного поля – ампер на метр (A/m). Ці дві величини зв'язані наступним співвідношенням:

$$B = \mu H, \quad (1)$$

де μ – коефіцієнт пропорційності (магнітна проникність); для вакууму повітря і немагнітних матеріалів (включаючи біологічні) значення μ рівне $4\pi \cdot 10^{-7}$ Генрі на метр ($Гн/м^{-1}$). Таким чином, при описі магнітного поля необхідно вказати один з параметрів: B або H .

У дальній зоні поширення в просторі електромагнітного поля може бути описано з використанням моделі плоскої хвилі. Характеристиками плоскої хвилі є:

- фронт хвилі в площині;
- вектори E і H і напрям поширення хвилі є взаємно перпендикулярними;

– напруженість електричного (E) і магнітного (H) поля мають однакову фазу, а відношення амплітуд E/H є постійним в просторі. У вакуумі, відношення амплітуд E/H складає 377 Ом, яке є характеристикою хвильового опору вакууму.

Щільність потоку енергії, S, тобто потужність електромагнітного випромінювання, що проходить через одиницю площі поверхні, перпендикулярну поширенню хвилі, пов'язана з магнітним і електричним полями наступним співвідношенням:

$$S = EH = E^2/377 = 377H^2 \quad (2)$$

У ближній зоні ситуація складніша, оскільки максимальне і мінімальне значення амплітуд E і H не досягається в одних і тих же точках уздовж напрямку поширення електромагнітної хвилі як це має місце в дальній зоні. У ближній зоні електромагнітне поле може бути суттєво неоднорідним, можуть спостерігатися істотні відхилення в значенні відношення E/H від значення хвильового опору 377 Ом, характерного для плоскої хвилі. Таким чином, в одних місцях може спостерігатися практично лише електричне поле, а в інших – тільки магнітне.

Кількісна оцінка дії в ближній зоні ускладнена тим, що необхідно окремо виміряти і електричне і магнітне поле. У цій ситуації щільність потоку енергії не може служити відповідною фізичною величиною для обмежень дії (як в дальній зоні).

Дія змінних ЕМП приводить до індукції електричних струмів в тілі людини і до поглинання енергії в тканинах, яке залежить від механізмів взаємодії тіла людини і частоти поля. Напруженість внутрішнього електричного поля і щільність електричного струму зв'язані між собою законом Ома:

$$J = \sigma E, \quad (3)$$

де σ – електрична провідність середовища.

Для різних діапазонів частот і форм хвилі використовуються наступні дозиметричні величини:

- щільність електричного струму, J, в діапазоні частот до 10 МГц;
- сила електричного струму, I, в діапазоні частот до 100 МГц;

- кількість енергії, поглиненої одиницею маси тканини за одиницю часу (питома поглинена потужність), SAR, в діапазоні частот від 100 КГц до 10 ГГц;
- питома поглинена енергія, SA, для імпульсних полів в діапазоні частот від 100 МГц до 10 ГГц; і Щільність потоку енергії, S, в діапазоні частот від 10 до 300 ГГц.

Характеристика величин і одиниць, які використовуються в цьому керівництві (посібнику) для обмеження дії ЕМП, приведена в Таблиця 1.

Таблиця 1 Електричні, магнітні, електромагнітні і дозиметричні величини і відповідні одиниці міжнародної системи СІ

Величина	Позначення	Розмірність
1	2	3
Електропровідність	σ	Сименс на метр (См/м)
Сила електричного струму	I	Ампер (А)
Щільність електричного струму	J	Ампер на квадратний метр (А/м ²)
Частота	F	Герц (Гц)
Напруженість електричного поля	E	Вольт на метр (В/м)
Напруженість магнітного поля	H	Ампер на метр (А/м)
Щільність магнітного потоку	B	Тесла (Тл)
Магнітна проникність	μ	Генрі на метр (Гн/м)
Діелектрична проникність	ϵ	Фарад на метр (Ф/м)
Щільність потоку енергії	S	Ват на квадратний метр (Вт/м ²)
Питома поглинена енергія	SA	Джоуль на кілограм (Дж/кг)
Питома поглинена потужність	SAR	Ват на кілограм (Вт/кг)

2.4 Фізичні величини, за якими визначається аероіонізація повітря. Джерела створення легких аероіонів.

Перші дослідження з питань аероіонізації відносяться до вивчення природних процесів іоноутворення. Природна іонізація повітря визначається

космічним випромінюванням і радіоактивністю поверхні [37]. Щосекунди в 1 см^3 повітря над материком утворюється внаслідок космічного випромінювання 2 пари аероіонів і 8 пар за рахунок природної радіоактивності. Якщо врахувати, що кожен легкий аероіон живе близько 1 хвилини [37], то в природному повітрі з урахуванням механізму утворення пари іонів постійно повинна підтримуватися концентрація на рівні 1200 іонів обох знаків в 1 см^3 .

За даними ряду авторів [37], [39], у повітрі курортів СНД концентрація легких аероіонів складає кілька тисяч у 1 см^3 , на курортах південного берега Криму - від 850 до 3360 у 1 см^3 . Необхідно відмітити, що коефіцієнт уніполярності, що представляє відношення концентрації позитивних аероіонів до негативних, коливався в межах 1,0-2,0. Концентрація важких аероіонів має більш широкий діапазон коливань: від 5000 до 30000 пар у 1 см^3 ; при цьому коефіцієнт уніполярності складав 1,0-1,5. В міру росту аерозольного забруднення атмосферного повітря концентрація легких аероіонів у цілому зменшується, а важких - зростає. Це приводить до різкого збільшення, так званого, електричного показника чистоти повітря (відношення суми концентрацій важких аероіонів обох знаків до такої ж суми легких аероіонів) [37].

А.А. Шилкін [39] прийшов до висновку, що концентрація легких аероіонів у різних географічних пунктах сильно відрізняється. Середні концентрації, е/см^3 , легких аероіонів обох полярностей звичайно складають: у сільських районах — 500-1000 і досягають 2000-2200 у чистому гірському повітрі у ряді курортних місць, на вулицях великих міст - 150-450, а для деяких міст - менше 100.

Максимальні величини легких аероіонів обох знаків визначаються в літню пору, мінімальні - у зимову [37], змінюються протягом року в 3 рази. Добові коливання концентрації важких аероіонів нерівномірні: найменші рівні о першій годині ночі, а найбільші - у 7 годин ранку,

Іонізованість повітряного середовища житлових приміщень може істотно відрізнятися від іонізованості атмосферного повітря.

А.А. Мінх [36] прийшов до висновку, що в приміщеннях число легких

аероіонів знижується до $100-200$ у 1 см^3 і навіть нижче, а концентрація важких аероіонів зростає до декількох десятків тисяч. Величина електричного показника забруднення повітря закономірно зростала і при його значенні вище 50 розглядалася як свідчення несприятливого аероіонізаційного режиму.

Повітряне середовище житлових приміщень може деіонізуватися внаслідок багатьох процесів. Сучасні способи повітропідготовки: кондиціонування, повітряне опалення, штучна припливно-витяжна вентиляція, обезпилення повітря за допомогою фільтрів тонкого очищення і електрофільтрів - ведуть до зниження рівня іонізованості повітря, що подається в житлові приміщення [37], [40]. Наявність джерел статичного електричного поля (наелектризовані поверхні одягу, взуття, меблів, покрить підлоги, телевізійні приймачі, екрани персональних ЕОМ і т.п.) також сприяють цьому процесу [37].

Зниженням концентрації легких аероіонів у повітрі приміщень супроводжуються будь-які процеси аерозоле-утворення (паління, готування їжі, прибирання і т.п.). У дослідженнях [37] спостерігали, що аероіонний режим житлових приміщень несприятливо змінюється при користуванні газовою плитою. При цьому зростання концентрації важких аероіонів супроводжується падінням рівня легких. При вивченні іонізованості повітряного середовища 40 приміщень сучасних багатоповерхових житлових будинків (м. Київ, Троєщина) нами встановлено, що середні величини об'ємної щільності зарядів легких позитивних аероіонів дорівнювали $0,060 \pm 0,010 \text{ нКл/м}^3$ (375 е/см^3), а негативних - $0,053 \pm 0,010 \text{ нКл/м}^3$ (331 е/см^3) при коефіцієнті уніполярності більше 1.

Досить важливу роль у справі наукового обґрунтування регламентації штучної аероіонізації житлових приміщень зіграли біологічні і клініко-експериментальні дослідження. Перші медичні дослідження в області аероіонізації були спрямовані на оцінку стану здоров'я і самопочуття хворих в умовах курортного лікування [36], [41], [42].

Однак отримані дані виявилися дуже суперечливими у відношенні значення концентрації аероіонів, знаку заряду, рівня перебільшення концентрації аероіонів однієї полярності над іншою (коефіцієнт уніполярності)

для визначення сприятливого чи негативного ефекту впливу іонізації на хворих [37]. Більшість авторів, аналізуючи ефекти впливу аероіонізації на хворих, прийшли до висновку про сприятливий вплив негативної іонізації і несприятливу дію позитивної іонізації [38], [35], [41], [43], [44]. На противагу цьому, інші дослідники виявили сприятливий ефект позитивної іонізації і не сприятливу дію негативної іонізації [45].

У результаті експериментальних досліджень зі штучно іонізованим повітрям були виявлені різноманітні фізіологічні ефекти аероіонізації [46], [47], [48]. Причому, сприятливий вплив аероіонізації у цих роботах пов'язувався, головним чином, з негативною іонізацією [37].

За даними Ю.С. Вайля і В.В. Іванова [49], біологічна дія позитивних і негативних іонів відноситься до різних функціональних систем організму: зміна артеріального тиску і дихання обумовлюється негативними іонами, тоді як на вищу нервову діяльність впливає позитивна іонізація. Тому необхідна оцінка впливу біполярної аероіонізації, яка має місце в природному середовищі існування.

У серії експериментальних робіт [50], [51] переконливо показано, що біполярна аероіонізація оптимальних рівнів (концентрація - 5-6 тис./см³, $q = 0,8-1,25$) є ефективним профілактичним засобом у плані розвитку функціональних порушень серцево-судинної діяльності в операторів чистих кімнат в електронній промисловості [37].

Значний інтерес представляють результати дослідження Б.В. Анісімова [52], які свідчать про роль біполярної аероіонізації у підтримці високого рівня розумової працездатності.

На користь біполярної аероіонізації свідчить, насамперед, характер іонізації повітря на курортах. Так, на курортах, широко відомих своїми клімато-терапевтичними перевагами, має місце помірно підвищена концентрація легких іонів (1-3 тис. іонів/см³) при коефіцієнті уніполярності від 0,94 до 2,72 [37].

Аналіз проведених досліджень переконливо показує необхідність забезпечення біполярної іонізації повітряного середовища житлових і

суспільних будинків з метою підтримки високого рівня працездатності і профілактики вегето-судинних порушень [37].

Тривале і систематичне перебування людини в середовищі, що містить як дуже малу, так і надзвичайно велику кількість аероіонів, може бути причиною несприятливих функціональних зрушень в організмі людини [37].

Вивчення основних фізіологічних функцій у людей, що перебувають в умовах недостатньо іонізованого чи деіонізованого повітряного середовища, дозволило виявити несприятливі зміни з боку вегетативної нервової системи, серцево-судинної, дихальної систем, підвищені рівні захворюваності грипом, гострими респіраторними захворюваннями та ін. (В.П. Дзвонив, А.М. Скоробогатова, 1976, А.А. Мінх, Ю.Д. Губернський, М.Т. Дмитрієв, 1973-1979; Ф. Аничин, В.В. Шведов, 1980; Б.В. Анісімов, 1973; Т.Д. Боченкова, Н.П. Кокорев, 1973) [37].

Суперечливість накопичених даних значною мірою пояснюється методичною недосконалістю досліджень на першому їхньому етапі: відсутність єдиної методики виміру іонів, суб'єктивізм методу спостереження, недостатній облік супутніх кліматичних факторів і т.п. Треба відмітити, що наукові уявлення про легкі аероіони суттєво змінилися. Якщо раніше до легких відносили аероіони з електричною рухомістю більше $1\text{см}^2/\text{В с}$ [46], то зараз до таких відносять аероіони з рухомістю більше $0.67\text{см}^2/\text{В с}$, $0.5\text{см}^2/\text{В с}$ (прилад АСИ-1), або навіть $0.4\text{см}^2/\text{В с}$ (прилад МАС-01) [37]. Є прилади, які дозволяють визначати аероіони по спектру електричної рухомості в керованому режимі, проте у багатьох приладах, якими користувалися дослідники, особливо до 60 років, ця величина була закладена конструктивно [37].

Це є суттєвим для порівняння величин концентрацій аероіонів, які були отримані різними авторами в різні часи і в різних умовах. Вище позначене протиріччя не усунуто навіть в СН 2152-80 [25]. Цей документ рекомендує в якості вимірювальних приладів для визначення концентрації легких аероіонів як САИ ТГУ (розробник Тартуський держуніверситет), так і АСИ-1 (Мінського радіозаводу імені В.І. Леніна). Якщо перший прилад дозволяє виставляти

рухомість в ручну і виконати градацію, рекомендовану СН 2152-80, близько $1\text{см}^2/\text{В с}$, то в АСИ-1 це робиться в автоматичному режимі, при цьому при натисканні на кнопку „легкі аероіони” автоматично виставляється рухомість вище $0,5\text{см}^2/\text{В с}$. Доречно буде відмітити, що дуже поширений в останній час прилад МАС-01 (виробництва Росії) як легкі визначає аероіони з рухомістю більше $0,4\text{см}^2/\text{В с}$. Всі перераховані вище прилади працюють на одному і тому ж принципі дії (сепарація з прокачуваного повітря всіх аероіонів, рухомість яких лежить вище від заданої дослідником, або конструктором певної величини електричної рухомості при певній величині напруженості електростатичного поля, що створюється в робочому конденсаторі). Не врахування такого моменту призводить до неможливості порівнювати приведені концентрації аероіонів [37].

Концентрацію легких аероіонів нижче $200\text{ іонів}/\text{см}^3$ варто вважати шкідливою для організму [37]. Концентрація легких аероіонів обох знаків вище $50000\text{ е}/\text{см}^3$ викликає у тварин негативні біологічні ефекти, що дозволило М.Г. Шандалі розглядати підвищену іонізованість як несприятливий у гігієнічному відношенні фактор [54]. Результати цих досліджень знайшли своє відображення в СН 2152-80 [25] (див. Таблиця 2).

Таблиця 2- Нормативні величини іонізації повітряного середовища виробничих та громадських приміщень [20]

Рівні	Число іонів у 1 см^3		Показник полярності (П)
	позитивні іони (n+)	негативні іони (n-)	
Мінімально необхідний	400	600	- 0,2
Оптимальний	1500-3000	3000-5000	від - 0,05 до 0
Максимально допустимий	50000	50000	від - 0,05 до + 0,05

У ряді наукових праць [50], [51], [52], доведено, що оптимальною формою штучної іонізації приміщень є біполярна іонізація, що чергується з негативною.

Таким чином, дослідження характеру іонізації атмосферного повітря в екологічно чистих природно-кліматичних зонах, до яких відносяться курортні і малонаселені місця, дозволили висунути пропозиції по оптимальних рівнях

аероіонізації повітря житлових приміщень.

Іонізованість повітряного середовища приміщень може істотно відрізнятися від іонізованості зовнішнього повітря. Під впливом архітектурно-будівельних і інженерно-технічних рішень спостерігається ріст концентрації важких аероіонів і падіння рівня легких аероіонів до 100 іонів/см³ [37]. Численні медичні дослідження переконливо показують, що іонізованість повітряного середовища, поряд з позитивною дією, при підвищених і знижених до визначеного рівня значеннях може викликати несприятливі зміни здоров'я людини [37].

Біологічні і клініко-експериментальні дослідження зіграли дуже важливу роль у справі наукового обґрунтування регламентації штучної аероіонізації житлових приміщень. Вони дозволили визначити форму штучної аероіонізації, припустимий діапазон коливань, а також оптимальні концентрації аероіонів при корекції аероіонного складу повітря житлових приміщень.

Оптимальною формою штучної аероіонізації є біполярна іонізація, що чергується з негативною. Нижнім порогом аероіонізації, повітря житлових приміщень, що вимагають штучної аероіонізації, є концентрація 200 іонів/см³ обох знаків і менше [37]. Оптимальним варіантом корекції аероіонного складу повітря житлових приміщень варто вважати рівні порядку 1000- 3000 легких аероіонів у 1 см³ з можливою динамічною зміною в 2-3 рази з показником переваги полярності від -0,11 до +0,11 (дивись таблиця 3) [37].

Оптимальна концентрація важких аероіонів при штучній аероіонізації не повинна виходити за межі 10000 іонів/см³. Концентрації аероіонів 50000 іонів/см³ і більш кожної полярності в повітрі житлових приміщень є шкідливими для здоров'я і при їхньому перевищенні потрібна деіонізація [37].

Таблиця 3- Нормативні рівні іонізованості повітря житлових приміщень [37]

Допустимий рівень	Концентрація легких аероіонів ($n \cdot 10^3$) в 1 см ³ повітря	
	негативних іонів Ns^-	позитивних іонів Ns^+
мінімально необхідний	200	200

Допустимий рівень	Концентрація легких аероіонів ($n \cdot 10^3$) в 1 см^3 повітря	
	негативних іонів Ns^-	позитивних іонів Ns^+
оптимальний	1000-3000	1000-3000
гранично допустимий	50000	50000

Треба відмітити, що більшість розробників аероіонізаторів у світі дотримуються концепції О.Л. Чижевського [55], який стверджує, що людина є джерелом позитивних аероіонів, шкідливих для людини, і тому необхідно в простір певного приміщення подавати як вимога більші концентрації негативних аероіонів, щоб нейтралізувати негативну дію позитивних. Нами показано, що це не відповідає дійсності. Сучасні уявлення про механізми утворення аероіонів не дозволяють погодитись з даною концепцією і потребують її перегляду. Цього вимагають і діючі нормативні документи [25], [56], [57], які регламентують оптимальні рівні іонізованості повітря по аероіонам обох полярностей. Гігієнічна оцінка багатьох коронних аероіонізаторів як можливого джерела оптимізації іонізованості повітря в житлових приміщеннях показала, що їх використання з цією метою обмежене: при транспортуванні аероіонів з допомогою СЕП створюється нерівномірне поле концентрацій аероіонів. Такі аероіонізатори в ергономічно-обумовленому просторі можуть бути джерелом не тільки підвищених концентрацій аероіонів, але і СЕП, іонних токів, неіонізуючих випромінювань різного частотного діапазону, підвищених концентрацій озону та оксидів азоту [37].

Параметри іонізованості повітря важливі при визначенні комфортних умов перебування людини у приміщеннях. У роботах [58], [59] показано, що при визначенні найбільш комфортних умов праці, значення концентрацій аероіонів мають бути саме оптимальними згідно з нормативними значеннями [25], [56], [57]. Більш того, при розрахунку коефіцієнта комфортності такі кількісні значення аероіонізації повітря отримуються автоматично.

Сучасними авторами були написані наукові праці з вивчення гігієнічних критеріїв оптимізації іонізації повітря приміщень, в тому числі і для багатофункціональних житлових комплексів. Науковцями були розглянуті

питання сучасного підходу до іонізації та озонування повітря приміщень [37], [60]. Запорожець О. І. в своїй статті приділив увагу принципам моделювання динаміки аероіонного складу повітря в приміщеннях [61].

Нові технології та вдосконалення існуючих вносять свої корективи в критерії санітарно-гігієнічної оцінки ефективності та факторів ризику пов'язаних з використанням побутового обладнання, яке призначено для іонізації повітря приміщень.

Для визначення нормативної концентрація легких аероіонів обох полярностей (показники іонізації повітря) ми провели аналіз діючих нормативних документів.

Нормативні величини іонізації повітряного середовища (концентрація легких аероіонів обох полярностей) виробничих та громадських приміщень відповідно до нормативних документів України, Білорусії, РФ [25], [62], [63], наведені в таблиця 4.

Таблиця 4- Нормативні величини іонізації повітряного середовища приміщень

Рівень	Кількість іонів в 1 куб. см повітря			
	Україна (ГН 2152-80)		РБ (СанПин 104-2010), РФ (СанПин 2.2.4 1294-03)	
	n ⁺	n ⁻	n ⁺	n ⁻
Мінімально необхідний	400	600	> 400	> 600
Оптимальний	1500-3000	3000-5000	-	-
Максимально допустимий	50 000	50 000	< 50 000	< 50 000

2.5 Фізичні величини і одиниці інфрачервоного випромінювання (ІЧ-випромінювання). Джерела інфрачервоного випромінювання

Гіпотеза щодо існування невидимих «теплових» променів є досить стародавньою. Ще римський філософ-матеріаліст Тіт Лукерцій Кар до нашої ери, у своїй поемі «Про природу речей» [7] писав:

«Так, може, й сонце, що в небі світильником сяє рожево, мовби вповите вогнем — недосяжним для нашого ока роєм розжевлених, та не позначених блиском пилинок, що жароносно собою примножують променів силу» (I:608-611).

На такому філософському поетичному рівні уявлення про випромінювання залишалися аж до XVII ст., коли експеримент став складовою частиною науки та почалися дослідження теплового випромінювання. В останню чверть XVII ст. широке використання парових машин у металургії та хімічній промисловості, тісно зв'язаних з тепловими процесами, стимулювало розвиток вчення про теплоту та її перенесення.

Уперше поняття про теплове випромінювання було введено шведським хіміком Карлом Шееле, що присвятив властивостям «променистої теплоти» окремий розділ у «Хімічному трактаті про повітря і вогонь» (1777) [8]. Шееле у своїх спостереженнях теплового випромінювання не застосовував термометричних вимірювань, тому вони носили чисто якісний характер.

Після опублікування трактату Шееле через два роки вийшла «Пірометрія» німецького математика і фізика Йоганна Ламберта [9]. У ній були описані дослідження, які узгоджувалися із спостереженнями Шееле. Ламберт вперше експериментально довів, що теплові промені поширюються прямолінійно і що їх інтенсивність зменшується обернено пропорційно квадрату відстані від джерела.

І Шееле, і Ламберт бачили та підкреслювали схожість між тепловими та світловими променями (прямолінійне поширення, відбиття), але про тотожність їх не могло бути й мови. Лише подальший розвиток теорії теплового випромінювання та її підтвердження експериментальними даними призвело до глибшого розуміння взаємозв'язку теплового і світлового випромінювання.

У 1790 вийшла праця «Есе про вогонь» (фр. *Essai sur le feu*) професора Женевської академії Марка Пікте, у якій описано знаменитий дослід із «відбиттям холоду» і доведено, що «холод - це лише недостача теплоти...» [10]. Дослід мав велике значення для з'ясування природи променистої теплоти. Це

пояснення ґрунтувалось тим, що тепло випромінюється лише у напрямі від більше нагрітого тіла до менше нагрітого.

Професор Женевської академії П'єр Прево у 1771 році висловив думку про те, що тіла, які мають однакову температуру, все ж обмінюються випромінюванням. Він першим показав, що енергетичний рівноважний стан носить динамічний характер. За Прево будь-яке нагріте тіло випускає теплові промені, подібно до того, що тіло, яке світиться, випромінює світлові промені. Теплові промені за Прево - це теплові частинки, що рухаються у просторі прямолінійно з великою швидкістю. Кожне тіло постійно випромінює теплоту і отримує завдяки такому ж випромінюванню від навколишніх тіл [11].

Інфрачервоне випромінювання (від лат. *infra* — нижче, скорочено ІЧ) - електромагнітне випромінювання, що займає спектральну область між червоною границею видимого світла з довжиною хвилі $\lambda = 700$ нм (частота близько 430 ТГц) та мікрохвильовим випромінюванням з довжиною хвилі $\lambda \sim 1$ мм (частота близько 300 ГГц) [12]. Інфрачервоне випромінювання інколи ще називають інфрачервоним світлом.

Людське око не бачить інфрачервоного випромінювання, органи чуття деяких інших тварин, наприклад, змій та кажанів, сприймають інфрачервоне випромінювання, що допомагає їм добре орієнтуватися в темряві.

Інфрачервоне випромінювання також називають «тепловим випромінюванням» у зв'язку із залежністю його спектру та інтенсивності від температур, а також, сприйняттям його шкірою людини як відчуття тепла. Довжини хвиль, що випромінюються тілом, залежать від температури нагрівання: чим вищою є температура, тим коротшою є довжина хвилі та вищою є інтенсивність випромінювання. Отже, із зростанням температури, максимум інтенсивності випромінювання зміщується в бік коротших хвиль, тобто в напрямку видимого діапазону. Спектр випромінювання абсолютно чорного тіла при відносно невисоких (до декількох тисяч кельвінів) температурах лежить в основному саме в цьому діапазоні. Інфрачервоне випромінювання випускають збуджені атоми або іони.

Інфрачервоні промені випромінюються всіма тілами, що мають температуру вищу за абсолютний нуль. Приблизно 50 % загальної інтенсивності випромінювання Сонця над поверхнею моря в сонячний день припадає на інфрачервоний діапазон [13].

Значна частка (від 70 до 80 %) енергії випромінювання ламп розжарення з вольфрамовою ниткою припадає на інфрачервоне випромінювання (вони можуть використовуватись, наприклад, для сушіння чи нагрівання). При інфрачервоному фотографуванні в темряві та в деяких приладах нічного бачення лампи для підсвічування забезпечуються інфрачервоним світлофільтром, який пропускає лише інфрачервоне випромінювання. Потужним джерелом інфрачервоного випромінювання є вугільна електрична дуга з температурою ~ 3900 К, випромінювання якої близьке до випромінювання абсолютно чорного тіла, а також різні газорозрядні лампи (імпульсні та безперервного світіння). Для радіаційного обігрівання приміщень застосовують спіралі з ніхромового дроту, що нагріваються до температури ~ 950 К. Для кращої концентрації інфрачервоного випромінювання такі нагрівачі оснащуються рефлекторами.

У наукових дослідженнях, наприклад, для отримання спектрів інфрачервоного поглинання в різних областях спектру (інфрачервоної спектроскопії) застосовують спеціальні джерела інфрачервоного випромінювання: стрічкові вольфрамові лампи (довжина хвилі $\lambda = 0,76 \dots 2,5$ мкм), штифт Нернста, глобар ($\lambda = 2,5 \dots 25$ мкм), платинова смужка, покрита тонким шаром оксидів деяких рідкоземельних металів ($\lambda = 20 \dots 100$ мкм), ртутні лампи високого тиску ($\lambda = 100 \dots 1600$ мкм) тощо [14].

Випромінювання деяких оптичних квантових генераторів — лазерів також лежить в інфрачервоній області спектру. Наприклад, випромінювання лазера на неодимовому склі має довжину хвилі 1,06 мкм; лазера на суміші неону і гелію — 1,15 мкм і 3,39 мкм; лазера на вуглекислому газі — 9,12...11,28 мкм; лазера на парах води — 118,6 мкм; напівпровідникових лазерів: на GaAs — 0,83...0,92 мкм, на InSb — 4,8...5,3 мкм; хімічного лазера на суміші H_2 і Cl_2 — 3,7...3,8 мкм тощо [14].

2.5.1 Класифікація ІЧ-випромінювання за довжиною хвилі.

В електромагнітному спектрі інфрачервоне випромінювання обмежене з короткохвильового боку видимим світлом, а з довгохвильового боку — мікрохвильовим випромінюванням, яке належить до радіочастотного діапазону. Границі діапазонів не є строго визначеними.

Існує кілька стандартів класифікації інфрачервоного випромінювання.

За визначенням Міжнародної комісії з освітленості за довжиною хвилі інфрачервоне випромінювання підрозділяється на три діапазони [15]:

- IR-A — від 700 до 1400 нм,
- IR-B — від 1400 до 3000 нм,
- IR-C — від 3000 нм до 1 мм.

Перший із цих діапазонів, IR-A називають також ближніми інфрачервоними хвилями. Він визначається вікном у спектрі поглинання води і здебільшого використовується для оптоволоконних телекомунікацій, бо електромагнітні хвилі цього діапазону слабо поглинаються склом.

За стандартом ISO 20473 [16] інфрачервоне випромінювання поділяється на три діапазони

- ближнє інфрачервоне випромінювання — від 780 до 3000 нм;
- середнє інфрачервоне випромінювання — від 3000 до 50 000 нм;
- далеке інфрачервоне випромінювання — від 50 до 1000 мкм.

В астрономії використовується наступна класифікація [17]:

- ближнє інфрачервоне випромінювання — від 700 до 5000 нм;
- середнє інфрачервоне випромінювання — від 5000 до 25-40 мкм;
- далеке інфрачервоне випромінювання — від 25-40 мкм до 200-350 мкм.

Ще одна схема класифікація основана на чутливості певного типу детекторів [18].

Ближнє інфрачервоне випромінювання — це область від 700 до 1000 нм, тобто від приблизної границі людського зору до діапазону кремнієвих детекторів.

Короткохвильове інфрачервоне випромінювання — область довжин хвиль від 1 до 3 мікрон, тобто від границі чутливості кремнієвих детекторів до вікна прозорості атмосфери. Детектори на основі InGaAs покривають область до 1,8 мікрон, всю цю область покривають менш чутливі детектори на основі солей свинцю.

Середньохвильове інфрачервоне випромінювання — область, що відповідає атмосферному вікну, від 3 до 5 мікрон. В ній працюють детектори на основі антимоніду індію (InSb), HgCdTe та на основі селеніду свинцю (PbSe) [18].

Довгохвильове інфрачервоне випромінювання — за різними визначеннями область довжин хвиль від 8 до 12 мкм, або від 7 до 14 мкм. Це область атмосферного вікна, в якій працюють детектори на основі HgCdTe та мікроболометри [18].

Дуже довгохвильове червоне випромінювання — область довжин хвиль від 12 до 30 мкм, де працюють детектори на основі легованого кремнію.

2.6 Біологічна дія електромагнітного випромінювання СЧ-, ВЧ-, УВЧ- та НВЧ-діапазонів

При вивченні дії ЕМВ важлива роль наділяється біохімічній оцінці функціонального стану фізіологічних систем організму. Це пов'язано з тим, що біохімічні процеси найбільш адекватно реагують на дію ЕМВ.

В основу досліджень [19] була покладена гіпотеза про вплив ЕМП на молекули-переносники електронів на мембранах мітохондрій. В мітохондріях, як вважає автор, сила Лоренца відхиляє молекулярні струми (у випадку рухливих переносників) або деформує нерухомі молекули-переносники, створюючи канали для виходу калію і зменшуючи трансмембранний потенціал.

Згідно з дослідженнями [20], при вивченні механізмів впливу слабких електромагнітних полів, пропонується розглядати два механізми: механізм на молекулярному рівні (зокрема, вільно-радикальний) і механізм, що забезпечує ефективність сприйняття слабких полів. У ролі останнього можуть виступати нестійкі стани у невірноважених системах.

Істотні зміни структурно-функціональних властивостей мембран, а саме збільшення мембранного потенціалу еритроцитів, зниження активності мітохондріальних ферментів, підвищення рівня продуктів перекісного окислювання ліпідів – викликають низькоінтенсивні ЕМП при загальному опроміненні тварин [21]. Системні зміни активності мембранозв'язаних ферментів визначили роль мембранопошкоджуючого ефекту як ранньої прояви біохімічних механізмів функціонального відгуку організму на вплив ЕМВ. Встановлена залежність ефекту метаболічної дезорганізації від характеристик ЕМВ – частоти, рівня, часу впливу [22].

При цьому організм молодих щурів вважається найбільш чутливим до впливу ЕМВ [20]. Виявлені зміни обміну мікроелементів (марганцю, міді, молібдену), на думку автора, дають можливість визначити шляхи до розкриття механізмів біологічної дії ЕМВ. Автор вважає, що, можливо, передача енергії ЕМП живій тканині йде через іони металів, що входять до структури активних центрів ферментів. Він вважає, що виявлені порушення функціонального стану організму та окремих його систем знаходяться в прямій залежності від інтенсивності ЕМВ.

Підводячи підсумок наведеним даним літератури, можна зробити висновок про надзвичайну складність механізмів біологічного ефекту ЕМВ і труднощі його аналізу.

В даний час накопичилася значна чисельність наукових даних про вплив ЕМВ на метаболізм і його регуляцію. Однак, більшість з них мають фрагментарний характер, і лише в окремих випадках висновки авторів засновані на сукупності біологічних результатів досліджень. В основному, інформація про встановлення частот та параметрів ЕМВ при вивченні його впливу на організм

важко порівнянна, так як вона дуже різноспрямована. Все це не дозволяє достатньо оцінити функціональні зміни, що виникають в наслідок впливу ЕМВ на організм, і простежити зміни у функціонально-пов'язаних системах. Але отримана інформація дозволяє відібрати найбільш адекватні біохімічні показники для подальшого вивчення біологічної дії електромагнітних випромінювань, ультрависокої та надвисокої частоти.

Електромагнітні поля безпосередньо впливають на центральну нервову систему, а головний мозок у порівнянні з іншими органами характеризується найбільш високою чутливістю до цього фактору [22]. Нервова система є складовою частиною у формуванні реакцій відповіді на вплив електромагнітних випромінювань, а найбільш адекватним методом, що характеризує реакцію ЦНС, є реєстрація біоелектричної активності мозку.

Використання мікроелектродного і гістологічного методів показало, що на електромагнітні випромінювання реагують як окремі нейрони, змінюючи свою імпульсну активність, так і гліальні клітини. Електрофізіологічні і біохімічні дослідження встановили порушення в структурах мітохондрій нейрона. Виявлено, що при локальних впливах ЕМВ на різні ділянки тіла, найбільш інтенсивні реакції організму виникали при його дії на голову.

Про істотну реорганізацію ритміки кори і підкіркових структур головного мозку тварин свідчать результати досліджень, викладених в роботі [23]. Так, в гіпокампальних і гіпоталамічних структурах зареєстровано зсув спектру ЕЕГ у низькочастотну зону.

У роботі [24] висловлюється припущення про безпосередній вплив ЕМВ на мозок. Встановлено, що електромагнітне поле частотою 800 МГц з рівнем поверхневої густини потоку електромагнітної енергії $0,1-0,5 \text{ мкВт/см}^2$ змінювало активність і тривалість міжспайкових інтервалів у кроликів.

Результати досліджень, що викладені в роботі [25], показали, що функціональна активність мозку є ведучою у формуванні пристосувальних реакцій організму, а основна роль в пускових механізмах відповідної реакції

належить ЦНС, що реалізує свій вплив на метаболізм через гіпоталамічні центри і відповідні залози внутрішньої секреції.

Дослідження, проведені на людях, також установили зміну біоелектричної активності нейронів кори головного мозку. Так, у осіб, що піддавалися впливу ЕМВ, зареєстроване звуження діапазону перебудови ритму у бік низькохвильових мигань світла, що свідчить про зниження збудливості і рухливості нервових процесів у ЦНС і про включення у відповідну реакцію неспецифічної ретикулярної системи таламо-гіпоталамічного рівня.

Аналіз літератури дозволяє говорити про високу чутливість ЦНС до впливу ЕМВ різних частотних діапазонів. Одним із високоінформативних і адекватних методів, що відображають функціональний стан ЦНС, є біоелектрична нейрональна активність, яка об'єктивно характеризує внутрішньоцентральні і міжсенсорні відносини, функціональний стан нейронів кори головного мозку. Дія ЕМВ супроводжується реорганізацією міжнейронних зв'язків, зміною спектральних характеристик, лабільністю, збудливістю і працездатністю мозку. Спрямованість змін залежить від часу впливу, частотних і енергетичних характеристик ЕМВ, що діє на організм.

Зниження активності ЦНС у користувачів стільникових радіотерміналів було більш виражено після роботи радіотерміналу. Робота останнього супроводжується збільшенням температури шкіри голови в зоні розташування антени та температури барабанної перетинки, яка, за думкою ряду авторів, відображає температуру гіпоталамуса, де знаходяться найбільш чутливі до температури нервові клітини.

Мобільні стільникові радіотермінали з вихідною потужністю від 1 до 5 Вт є джерелами високоінтенсивного УВЧ – випромінювання, яке негативно впливає на здоров'я їх користувачів. Величина та направленість фізіологічних зсувів у користувачів стільникових радіотерміналів свідчить про виражену напругу адаптаційних реакцій організму.

В експерименті на тваринах було встановлено, що ЕМВ слабких інтенсивностей можуть впливати на формування пам'яті у ембріона, доведено

негативний вплив ЕМВ на рецепторний апарат та мембрани нервових клітин, гематоенцефалічний бар'єр та умовну рефлекторну діяльність.

Літературні джерела свідчать, що в даний час значна увага приділяється функціональному стану центральної нервової системи, в тому числі вивченню поведінкових реакцій піддослідних тварин на дію ЕМВ.

Враховуючи останнє, науковцями різних установ був виконаний ряд робіт, присвячених створенню стандартизованих методик з оцінки вищої нервової діяльності тварин.

Ці методики широко використовуються при оцінці стану вищої нервової діяльності тварин при впливі різних чинників навколишнього середовища, в тому числі і електромагнітних хвиль різної частоти й інтенсивності. В цьому плані інтерес представляють дані М. А. Навакатікяна [26], який класифікував поведінкові ефекти тварин при впливі імпульсних (ІМХВ) і безупинних (БМХВ) мікрохвиль по 5 патернам:

- слабке пригноблення (ІМХВ – $0,01 \text{ мВт/см}^2$; 0,5 год) чи активація в різних серіях експериментів (БМХВ – $0,1 \text{ мВт/см}^2$);

- активація після коротких одноразових і повторюваних впливах при більш високих рівнях опромінення (ІМКВ – $0,1$; $0,5$; $2,5 \text{ мВт/см}^2$; 0,5 год і БМХВ – 1 мВт/см^2 , 0,5 год);

- пригноблення після більш тривалих однократних опромінь більш високими, чим граничні рівнями (ІМХВ – $0,5$; $2,5 \text{ мВт/см}^2$, 12 год і БМХВ – 1 мВт/см^2 , 6 год);

- пригноблення при повторюваному опроміненні (БМХВ, 1 мВт/см^2 , 7 год/добу, 60 діб – 3 повтори);

- активація, що реєструється через 6–8 годин після 0,5 годинного опромінення (ІМХВ $0,1$; $2,5 \text{ мВт/см}^2$);

- відстрочена активація після більш тривалого опромінення (6–12 год після ІМХВ, 12 год – $0,1$; $0,5$; $2,5 \text{ мВт/см}^2$; 4 доби після БМХВ – 7 год, 1 мВт/см^2).

Автор вважає, що дана методика дає можливість використовувати поведінкові реакції при оцінці ефектів впливу ЕМВ для прогнозування гранично допустимих рівнів дії фактору.

Таким чином, наведені матеріали свідчать про високу чутливість поведінкових реакцій піддослідних тварин на дію ЕМВ і вказують на необхідність їхнього використання при гігієнічному нормуванні фізичних факторів навколишнього середовища.

За останні десятиліття в середовищі проживання людини зросла кількість чинників з мутагенною активністю, в т. ч. електромагнітного походження. Відомо, що до 70 % населення знаходиться в умовах впливу ЕМВ. В зв'язку з цим можлива зміна експресії або пошкодження генетичного матеріалу на всіх рівнях його організації. На поточний час існує достатньо велика кількість публікацій, присвячених дослідженню можливості ЕМВ впливати на генетичний апарат клітин.

Дослідження, що проводилися в цьому напрямку можна поділити на дві групи:

- дослідження, які проводились при низьких інтенсивностях, що не викликають підвищення температури;
- роботи, які виконані при використанні високих та середніх потоків енергії різних діапазонів, при яких виникають помітні теплові ефекти.

В оглядах, присвячених цьому питанню, робиться висновок про те, що генетичні ефекти неіонізуючого випромінювання можуть бути викликані тільки її тепловим впливом. Навіть ефекти, що спостерігаються при низьких рівнях впливу мікрохвиль можуть мати температурне походження, оскільки питоме поглинання енергії в гарячих точках може значно перевищувати середню температуру всього тіла. Автори огляду [27] роблять висновок, що радіохвилі низької та помірної інтенсивності не можуть бути причиною мутацій в біологічних системах без підвищення температури. В той же час звертається увага на можливість опосередкованого генетичного впливу неіонізуючого випромінювання на організми з високо розвинутою нейроендокринною

системою. З'явилися докази, що низько енергетичні фактори, тобто ті, що неспроможні прямою дією пошкоджувати хромосому, можуть впливати на структуру спадкового апарату клітини опосередковано. Зокрема, обговорюється роль гормону щитовидної залози тироксину в сприянні розвитку та модифікації мутагенного ефекту мікрохвиль. При цьому вказується, що цитогенетичні ефекти мікрохвиль можуть розвиватися в результаті опосередкованого впливу на генетичний апарат організму з високо розвинутою нейроендокринною системою, при надлишку або недостатчості продукції тиреоїдних гормонів, які викликані впливом неіонізуючої радіації.

У циклі робіт, що виконані в Державній установі «Інститут гігієни та медичної екології ім. О. М. Марзєєва НАМН України», показано, що ЕМВ неперервної генерації частотою 2375 МГц нетеплової інтенсивності можуть індукувати цитогенетичні зміни. Виявлено, що прояв цитогенетичних змін зв'язаний з тривалістю опромінення: так, приблизно рівні енергетичного навантаження на протязі різного часу (500 мкВт/см^2 одна доба, 50 мкВт/см^2 на протязі 10 діб та 10 мкВт/см^2 на протязі 45 діб) у перших двох випадках не викликали змін, а при 10 мкВт/см^2 зменшили число аберантних клітин в печінці опромінених щурів.

Приведені дані свідчать про можливість виникнення тератогенних ефектів при впливі різних видів ЕМВ, в тому числі мікрохвиль. В основі пошкоджуючої дії їх лежать температурні зміни. Вказується також на наявність залежності доза–ефект між підвищенням температури тіла та частотою вроджених вад розвитку у щурів, опромінених мікрохвилями.

Дії ЕМВ на статеву систему присвячена велика кількість літератури. Порушення процесу відтворення життя відноситься до визначальних критеріїв негативного впливу факторів навколишнього середовища. Репродуктивне здоров'я є біологічним індикатором екологічної рівноваги. Статева система тонко реагує на екологічне неблагополуччя як у навколишньому середовищі, так і в умовах виробничого середовища. Значущість біологічної ролі генеративної функції при вирішенні гігієнічних і загальнобіологічних проблем визначила

необхідність систематичного вивчення функції відтворення з метою установити ступінь чутливості гонад і репродуктивних процесів у динаміці впливу ЕМВ, а також для з'ясування критеріальної значимості показників генеративної функції відповідно до принципів їхньої пріоритетності при визначенні діючих і недіючих величин фактора. Аналіз даних літератури про вплив ЕМВ на живий організм свідчить про неоднозначність біологічних ефектів, викликаних ними. Описувані реакції організму на ЕМВ умовно розділяють на кілька стадій: фізичну і біофізичну, хімічну і біохімічну, а також фізіологічну, які відображають зміни життєвої активності органів і систем на різних рівнях впливу фактору від оборотного до необоротного.

Матеріали експериментальних досліджень, що приводяться численними авторами, свідчать про порушення процесу відтворення, викликаним як прямим, так і опосередкованим впливом ЕМВ на організм.

Дані літератури про дію ЕМВ різних діапазонів на статеву систему підтверджуються результатами експериментальних досліджень Л. Г. Андрієнко та аналізом клінічного обстеження осіб, що працюють в умовах впливу ЕМП [28].

Приведені дані літератури свідчать про несприятливий вплив на генеративну функцію ЕМВ. Ушкодження процесу розмноження виявляється як на рівні батьківських статевих клітин (гонадотропний ефект), так і в дефектах розвитку ембріонів (ембріотропний ефект). Порушення процесу відтворення, що констатовані в роботах перелічених авторів, в основному спостерігалися при дії високих інтенсивностей, однак застосування малих інтенсивностей далеко не байдуже для генеративної функції. Важливим є той факт, що експериментальні дані, як правило, співпадають з матеріалами клінічного обстеження осіб, що знаходилися в умовах дії ЕМП.

Результати клінічних досліджень показали, що довгочасний контакт людини з ЕМВ радіочастот може привести до розвитку хвороб, клінічну картину яких визначають, перш за все, зміною функціонального стану нервової та серцево-судинної систем.

Найбільш ранніми клінічними проявами наслідків впливу електромагнітного поля надвисокої частоти на людину є функціональні порушення з боку нервової системи, що характеризуються, перш за все, у вигляді вегетативних дисфункцій неврастенічного та астенічного синдрому. Люди, які довгий час знаходились під дією НВЧ поля, відмічали скарги на загальну слабкість, роздратованість, швидко втому, зниження пам'яті, порушення сну. Нерідко до цих симптомів приєднувались зміни з боку вегетативних функцій. Порушення серцево-судинної системи проявляються, як правило, нейроциркулярною дистонією: лабільність пульсу та артеріального тиску, схильність до гіпотонії, болі в області серця та інше. Відмічаються також фазові зміни стану периферійної крові (лабільність показників) з наступним розвитком помірної лейкопенії, нейтропенії, еритроцитопенії зі змінами кісткового мозку, які можуть носити характер реактивної компенсаторної напруженості регенерації. Ці зміни з'являються у людей, що по роду своєї роботи постійно знаходились під дією НВЧ поля з достатньо великою інтенсивністю. Зазначені порушення є достатньо стійкими, вони не зникають після втрати контакту працівника з ЕМП (на 1–2 місяця) і в ряді випадків потребують госпіталізації та переводу людей на роботи, не пов'язані з ЕМВ.

В наступні роки були проведені серії клінічних спостережень за станом здоров'я людей, що працювали з НВЧ-генераторами. У обстежених автори спостерігали високий рівень неспокійності, зниження психічної стійкості, підвищений симпатотичний тонус з пригнобленням його реактивності, недостатнє вегетативне забезпечення.

Було зроблене припущення, що механізм реалізації біологічної дії малоінтенсивного ЕМП пов'язаний з перенапругою вищих центрів вегетативної регуляції. Результатом цього є виснаженість функціональних можливостей адаптивних механізмів організму людини і зниження його стійкості до додаткових зовнішніх впливів. Провідну роль при цьому грає перехід на більш напружений, енергетично не вигідний режим функціонування головної ланки термінової адаптації – симпатоадреналової системи і зниження її реактивності.

Втрати лабільності та пластичності пристосувальних механізмів це зниження динамічності, тобто повноцінності життєзабезпечення, що проявляється у вигляді порушень здоров'я.

Поряд з вище переліченим в зарубіжній літературі з'явилися окремі роботи, в яких вказується про можливий вплив електромагнітного випромінювання на виникнення раку серед населення, що використовує мобільні радіотелефони.

Так, аналіз оприлюднених даних вказує на можливу присутність кореляцій між розвитком пухлинного процесу і дією на організм ЕМВ частотою 450–1800 МГц, що створюються стільниковими терміналами. Але на сьогодні ще немає однозначного доказу з цього питання, немає ясності, які додаткові умови сприяють розвитку пухлинного процесу, що сприяє до раку у людей, які вони мали контакт з ЕМВ, розглядається можливість при котрій ЕМВ може виступати в якості промотору.

Однією із ключових систем при розгляді механізму впливу електромагнітних випромінювань на організм є центральна нервова система. Питання про можливий механізм дії низькоінтенсивних ЕМВ на ЦНС розглядалось в ряді робіт [29], [30]. Деякі дослідники пов'язують розвиток ефектів, головним чином, з безпосереднім впливом ЕМВ на структуру мозку, тоді як інші автори головне значення приділяють рефлекторним впливам.

Більш всебічно розглядаються питання механізму дії ЕМВ на організм людини в роботі [31]. На думку авторів, дія ЕМВ на ЦНС реалізується двома шляхами: шляхом безпосереднього впливу на нейрони головного та спинного мозку та шляхом впливу на периферійні нервові утворення. Перший механізм обумовлює розвиток реакцій гальмового характеру, а другий викликає зміни, що проявляються в підвищенні збуджуваності ЦНС. По міркуванню автора, електромагнітні поля можуть, по-перше, детектуватись на мембранах нервової клітини, в результаті чого на неї буде впливати постійно складова спрямованого току. По-друге, в результаті неоднакового ефекту впливу на іони натрію і калію (негативна і позитивна гідратація) вони можуть змінювати калієво-натрієвий

градієнт між клітинним та позаклітинним середовищем, що обов'язково повинно приводити до зміни збуджуваності нервової клітини. По-третє, при виникненні коливання молекул зв'язаної води ЕМП може обумовити дегідратацію білкових молекул поверхневого шару мембрани нервової клітини і, цим самим, може приводити до зміни проникливості її мембрани. На кінець автор висловлює міркування про можливий вплив ЕМП на процеси «електромагнітного регулювання організмом на самих різних рівнях його організації». В тому разі, коли частота діючого ЕМВ близька до частоти ЦНС або до іншої структури, вона сприяє посиленню її функції, але коли ж вона нав'язується даній структурі, її функція починає порушуватися.

Детальний розгляд можливих механізмів впливу низькоінтенсивних електромагнітних хвиль (ЕМХ) наведений в роботі [31], який вважає можливими всі, як встановлені, так і гіпотетичні ефекти ЕМВ розклавши їх на чотири класи: 1) ефекти, обумовлені прямим впливом ЕМВ на клітини ЦНС; 2) ефекти обумовлені їх опосередкованим впливом; 3) ефекти, зв'язані з локалізованим нагрівом; 4) ефекти, викликані порушенням систем контролю організму.

До прямих ефектів, по міркуванню автора, повинні бути віднесені: а) прямий вплив на іонні токи, що викликають зміни трансмембранного потенціалу; б) селективний нагрів мембрани, обумовлюючий зміни її властивостей або наведення конвенційних струмів, в результаті чого порушуються транспортні процеси, що впливають на збудженість мембрани, і процеси синоптичної передачі; в) виникнення хімічних або структурних змін в механізмі синоптичного апарату або в компонентах мембрани. До опосередкованих ефектів ЕМВ автор відносить первинні зміни метаболічних процесів, які виникають в результаті: а) структурних змін в мембрані, внаслідок її нагріву, які впливають на перенесення живлячих речовин; б) структурних змін в ензимах або в будь якій критичній молекулі на тій чи іншій стадії метаболічного циклу. До ефектів, зв'язаних локалізованим нагрівом, автор відносить реакції організму на локальні температурні зміни в окремих

структурах, викликаючи зсуви стану нервової і ендокринної систем по механізму стресорної реакції.

Значна роль в розвитку реакції ЦНС на дію ЕМВ приділяється біохімічним процесам – зміна адренергічних та холінергічних процесів та серотонінергічній системі.

2.7 Механізми дії електромагнітних полів на організми

Встановлено три основні механізми взаємодії змінних електричних і магнітних полів з живою матерією (UNEP/WHO/IRPA 1993):

- взаємодія з низькочастотними електричними полями людини;
- взаємодія з низькочастотними магнітними полями людини;
- поглинання енергії електромагнітних полів.

2.7.1 Пряма взаємодія низькочастотних електричних полів з живою матерією

Дія зовнішнього змінного електричного поля на людину викликає перенесення електричних зарядів (електричного струму), поляризацію зв'язаного заряду (виникнення електричних диполів) і переорієнтацію диполів, присутніх в тканині. Величина цих ефектів залежить від електричних властивостей тіла, таких як електропровідність (що визначає перенесення електричних зарядів) і діелектрична проникність (визначаючи ступінь поляризації). Електропровідність і діелектрична проникність залежать від типу тканини і частоти діючого поля.

Зовнішні електричні поля впливають на розподіл електричних зарядів на поверхні провідної тканини і викликають протікання в організмі електричних струмів. Розподіл зарядів залежить від умов дії фактору, розмірів і форми тіла, а також від розташування тіла в електричному полі.

2.7.2 Поглинання енергії електромагнітних полів.

Дія низькочастотних електричних і магнітних полів на людину, зазвичай, приводить до незначного поглинання енергії в тканинах і до нереєстрованого підвищення температури. Проте, дія електромагнітних полів з частотою вище 100 кГц може привести до значного поглинання енергії в тканині і підвищення температури. В цілому, дія однорідного електромагнітного поля (плоскої хвилі) призводить до нерівномірного поглинання енергії в тілі людини, яке має бути оцінено за допомогою дозиметричних методів і розрахунків.

Залежно від характеру поглинання енергії в тілі людини електромагнітні поля можуть бути підрозділені на наступні три групи (Durney et al. 1985):

- ЕМП з частотою від 100 кГц до порядку 20 МГц. Поглинання енергії ЕМП такої частоти в тілі людини істотно знижується зі збільшенням частоти; значне поглинання енергії ЕМП такої частоти може відбуватися в шії і нижніх кінцівках;

- ЕМП з частотою від 20 МГц до 300 МГц. Для ЕМП такої частоти характерне значне поглинання енергії у всьому тілі людини, особливо значне локальне резонансне поглинання (наприклад, в голові);

- ЕМП з частотою від 300 МГц до декількох ГГц. Для ЕМП такої частоти характерне локальне неоднорідне поглинання енергії; і ЕМП з частотою вище 10 ГГц. Поглинання енергії такої частини ЕМП відбувається на поверхні тіла.

У біологічних тканинах значення SAR виражається як величина пропорційна квадрату напруженості внутрішнього електричного поля. Для оцінки середнього значення SAR і розподілу значень SAR в тканині використовуються розрахункові методи або інструментальні виміри в лабораторних умовах. Значення SAR залежать від частоти, інтенсивності, поляризації падаючого поля, геометричної конфігурації опромінюваного тіла, його розмірів, внутрішньої і зовнішньої геометрії тіла, діелектричних властивостей різних складових його тканин; і ефектів екранування або віддзеркалення від інших об'єктів, що знаходяться в ЕМП поблизу опромінюваного тіла.

Значення SAR для всього тіла людини досягає максимальної величини у разі, коли вісь тіла людини збігається з напрямом вектору напруженості електричного поля в умовах дії плоскої хвилі (тобто в дальній зоні). Кількість поглиненої енергії залежить від декількох чинників, у тому числі від розмірів опромінюваного тіла. Для електрично ізольованої «стандартної умовної людини» [дорослий чоловік з ростом 176 см і вагою 73 кг] (ICNIRP 1994) частота резонансного поглинання складає порядка 70 МГц. Для більш високих людей, частота резонансного поглинання декілька нижче, а для дорослих людей невисокого зросту, дітей і новонароджених, а також людей в сидячому положенні її значення може перевищувати 100 МГц. Контрольовані рівні, що рекомендуються для електричних полів також враховують частотну, залежність поглинання енергії в тілі людини. Для заземленої людини значення резонансних частот практично в два рази нижче (UNEP/WHO/IRPA 1993).

Якщо джерелом ЕМП є устаткування, що працює з частотою вище 10 МГц (наприклад, діелектричні обігрівачі, мобільні телефони), то дія на людину може відбуватися в умовах ближньої зони. У ближній зоні залежність поглинання енергії від частоти електромагнітної хвилі має інший характер, чим в умовах дальньої зони. Крім того, в певних умовах дія електричного і магнітного поля нерівнозначна. Наприклад, при користуванні мобільним телефоном переважає дія магнітного поля на людину.

Для оцінки дії електромагнітних полів в ближній зоні особливо цінними є розрахункові методи і виміри індукційних струмів в організмі людини і напруженості поля в тканинах. Це було продемонстровано на прикладі дії таких джерел ЕМП, як мобільні телефони, переносний радіозв'язок, радіомовні антени, засоби зв'язку на судах і діелектричні обігрівачі (Kuster and Balzano 1992 [32], Dimbylow and Mann 1994; Jokela et al. 1994; Gandhi 1995; Tofani et al. 1995 [33]). У цих дослідженнях було показано, що при дії ЕМП в умовах ближньої зони спостерігається високе локальне поглинання енергії (тобто високі значення SAR, наприклад, в голові, зап'ястях, кісточках), і що значення SAR для всього тіла або певних його частин залежать від відстані до джерела високочастотного поля.

Необхідно відзначити, що виміряні значення SAR не перетнули розрахунковим значенням. Середні значення SAR для всього тіла людини і локальні значення SAR є зручними дозиметричними величинами при порівнянні ефектів, що спостерігаються в різних умовах дії.

Детальне обговорення SAR наводиться в публікації UNEP/WHO/IRPA (1993 [34]). При частоті вище порядку 10 ГГц глибина проникнення електромагнітної хвилі в біологічні тканини дуже мала, тому SAR не може бути використана для оцінки поглиненої енергії. В цьому випадку, найбільш відповідною дозиметричною величиною є щільність потоку енергії (Вт/м^2).

2.8 Гігієнічна оцінка електромагнітних випромінювань

Гігієнічна оцінка електромагнітних випромінювань як і будь-якого іншого чинника, проводиться на основі визначення біологічних ефектів, які характеризують вплив даного фактору на організм людини і піддослідних тварин, а також на основі підходів до оцінки значення цих ефектів. Останні мають суттєві відмінності, які особливо яскраво відображаються в гранично допустимих рівнях впливу електромагнітних випромінювань, прийнятих в різних країнах світу.

Не менш важливим для гігієнічної оцінки електромагнітних випромінювань є питання щодо методів визначення рівнів їх впливу. Вирішення цього питання супроводжується об'єктивними труднощами, особливо, в умовах населених місць, де людина може знаходитися під впливом декількох джерел ЕМВ.

На сьогодні для забезпечення безпеки населення, що підпадає під вплив ЕМП різних частотних діапазонів, в багатьох країнах світу введені в дію відповідні нормативи.

По матеріалам досліджень вчених СРСР вперше в світі в 1978 р. на державному рівні електромагнітні поля радіочастот отримали гігієнічні нормативи. В 1996 р. вони були доопрацьовані українськими вченими і Міністерством охорони здоров'я України введені в дію, як «Державні санітарні

норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань», ДСНіП №239–96 [1]. В цьому документі встановлені ГДР практично для всього діапазону частот. На випромінювання базових станцій мобільного зв'язку, які працюють в діапазоні ультрависоких, надвисоких та надзвичайно високих частот, для населення встановлено гігієнічний норматив $2,5 \text{ мкВт/см}^2$ або 3 В/м .

Гігієнічні документи України законодавчо встановлюють гранично допустимі рівні впливу електромагнітного поля для населення, виконання яких є обов'язковим в державному масштабі. На відміну від цього в деяких інших країнах стандарти на допустимі рівні ЕМВ носять рекомендаційний характер. Так, наприклад, в США поряд з стандартом Національного інституту стандартів є ряд рекомендацій окремих відомств або фірм.

Слід зазначити, що критерієм шкідливості при встановленні гранично допустимих рівнів ЕМВ в США був поріг теплової дії даного фактора. Цей підхід в нормуванні ЕМВ не підтримується суспільством та гігієнічною наукою і практикою ряду країн світу, в тому числі України, Росії, Польщі, Чехії, так як він не враховує залежності біологічних ефектів від частотної характеристики випромінювання.

В цілому, стандарти електромагнітного опромінення різних країн світу і навіть в одній країні (США) суттєво різняться. В певній мірі це пов'язано з різними підходами до встановлення ГДР. Однак не менш важливою причиною цих розбіжностей є недостатня вивченість питання щодо залежності біологічних ефектів від фізичних параметрів випромінювання та умов його впливу на організм людини, чи піддослідних тварин. В наслідок цього, нормування ЕМВ в одному випадку проводяться тільки по інтенсивності ЕМП без урахування часу його впливу, а в інших по недостатньо науково обґрунтованому дозовому або енергетичному підходах з довільним визначенням зв'язку між інтенсивністю та сумарною енергією ЕМП.

Питання щодо оцінки гігієнічного значення електромагнітного впливу тісно пов'язано з критеріями безпеки ЕМП, іншими словами з параметрами

випромінювання, яке підлягає вимірюванню. В гігієнічній практиці на сьогодні існує підхід, який передбачає в якості нормуючих значень наступні параметри: густина потоку енергії в діапазоні 300 МГц – 300 ГГц і напруженість електричного (Е) і магнітного (Н) поля в частотах від 0 до 300 МГц.

Цей підхід використовується в умовах населених місць, де людина частіше всього знаходиться в зоні випромінювання і де є чітке відношення між електричним і магнітним полем. Але в населених місцях людина може підпадати під дію електромагнітних випромінювань, що створюються за рахунок декількох джерел, а також за рахунок перевипромінювання від різних будівель та інших споруд. В цьому разі може мати місце довільна поляризація і багатократна інтерференція. При таких умовах оцінка впливу ЕМВ потребує іншого підходу. Деякі науковці в своїх роботах, зокрема Н. Р. Sehwan для таких умов запропонували використовувати в якості стандарту густину струму, що визначається в тканині людини. Цей критерій не можливо використати в гігієнічній практиці, так як він не віддзеркалює реальні умови опромінення.

В стандартах безпеки в якості критерію використовують кількість поглиненої енергії в Вт/с або в джоулях на одиницю ваги.

Слід відмітити, що пропозиції, що містяться в них, не відміняють вимірів зовнішнього поля. Отже виміри рівнів електромагнітного поля при гігієнічних дослідженнях на даний час є єдиними, на основі яких можливо робити висновки щодо рівня опромінення людей в умовах населених місць.

В гігієнічній практиці для оцінки рівнів ЕМВ використовуються вимірювальні прилади та розрахункові методи.

Для вимірів рівні електромагнітного випромінювання в діапазоні середніх (СЧ), високих (ВЧ), дужевисоких (ДВЧ), ультрависоких (УВЧ) та надвисоких частот (НВЧ) використовуються прилади двох типів:

- вимірювачі інтегрального типу (NFM-1, ПЗ-30 та ін.);
- вимірювачі селективного типу (селективні вольтметри, аналізатори та ін.).

2.9 Критерії гігієнічної оцінки параметрів іонізованості повітряного середовища закритих приміщень

Встановлено, що легкі іони повітря з різним знаком заряду здатні істотно впливати на стан здоров'я людини [35], [36], [37], [38]. Залежно від концентрації позитивних і негативних аероіонів та їх співвідношення цей вплив може бути як корисним, так і шкідливим. З одного боку, природна і штучна аероіонізація використовується як профілактичний та лікувальний захід при різноманітних захворюваннях, з іншого – надмірна іонізація повітря відноситься до шкідливих виробничих факторів. При розробці засобів оптимізації іонізованості повітряного середовища житлових приміщень виникає насамперед необхідність визначитися в гігієнічних критеріях оцінки цього фактора.

2.10 Методи виявлення та вимірювання інфрачервоного випромінювання

Робота приймачів інфрачервоного випромінювання ґрунтується на перетворенні енергії інфрачервоного випромінювання в інші види енергії, що можуть бути виміряні традиційними методами. Існують теплові, фотоелектричні та фотохімічні приймачі інфрачервоного випромінювання [13], [14].

У теплових приймачах поглинуте інфрачервоне випромінювання викликає підвищення температури термочутливого елемента, яке тим чи іншим способом реєструється. Теплові приймачі можуть працювати практично в усій області інфрачервоного випромінювання.

У фотоелектричних приймачах поглинуте інфрачервоне випромінювання приводить до появи або зміни електричного струму чи напруги. Фотоелектричні приймачі, на відміну від теплових, є селективними приймачами, тобто чутливими лише у певній області спектру.

Багато з видів фотоелектричних приймачів інфрачервоного випромінювання і особливо для середньої і далекої області спектру працюють лише в охолодженому стані. Як приймачі інфрачервоного випромінювання також

2.9 Критерії гігієнічної оцінки параметрів іонізованості повітряного середовища закритих приміщень

Встановлено, що легкі іони повітря з різним знаком заряду здатні істотно впливати на стан здоров'я людини [35], [36], [37], [38]. Залежно від концентрації позитивних і негативних аероіонів та їх співвідношення цей вплив може бути як корисним, так і шкідливим. З одного боку, природна і штучна аероіонізація використовується як профілактичний та лікувальний захід при різноманітних захворюваннях, з іншого – надмірна іонізація повітря відноситься до шкідливих виробничих факторів. При розробці засобів оптимізації іонізованості повітряного середовища житлових приміщень виникає насамперед необхідність визначитися в гігієнічних критеріях оцінки цього фактора.

2.10 Методи виявлення та вимірювання інфрачервоного випромінювання

Робота приймачів інфрачервоного випромінювання ґрунтується на перетворенні енергії інфрачервоного випромінювання в інші види енергії, що можуть бути виміряні традиційними методами. Існують теплові, фотоелектричні та фотохімічні приймачі інфрачервоного випромінювання [13], [14].

У теплових приймачах поглинуте інфрачервоне випромінювання викликає підвищення температури термочутливого елемента, яке тим чи іншим способом реєструється. Теплові приймачі можуть працювати практично в усій області інфрачервоного випромінювання.

У фотоелектричних приймачах поглинуте інфрачервоне випромінювання приводить до появи або зміни електричного струму чи напруги. Фотоелектричні приймачі, на відміну від теплових, є селективними приймачами, тобто чутливими лише у певній області спектру.

Багато з видів фотоелектричних приймачів інфрачервоного випромінювання і особливо для середньої і далекої області спектру працюють лише в охолодженому стані. Як приймачі інфрачервоного випромінювання також

використовуються прилади, принцип роботи яких ґрунтується на підсиленні або послабленні люмінесценції під дією інфрачервоного випромінювання, а також так звані антистоксові люмінофори, що безпосередньо перетворюють інфрачервоне випромінювання у видиме (люмінофор з іонами Yb та Er перетворює випромінювання неодимового лазера з довжиною хвилі $\lambda = 1,06$ мкм у видиме з $\lambda = 0,7$ мкм) [13], [14].

До фотохімічних приймачів інфрачервоного випромінювання належать фотоплівки, фотопластинки (інфрапластинки) та інші фотоматеріали. Застосовують їх для вимірювання енергії випромінювання за ступенем почорніння світлочутливого шару внаслідок фотохімічної реакції. Вони є чутливими до випромінювання з довжиною хвилі до 1,3 мкм.

Використання. Інфрачервона спектроскопія.

Інфрачервона спектроскопія дозволяє отримати інформацію про структуру молекул і твердих тіл і типи атомних коливань у них. На інфрачервоний діапазон припадають частоти коливань атомів у молекулах і твердих тілах, а також, частково, частоти електронних переходів. В цій області лежать ширини заборонених зон вузькозонних напівпровідників, що створює можливості для використання напівпровідникових речовин як детекторів інфрачервоного світла й джерел електромагнітних хвиль у телекомунікаційних приладах [13]. Матеріали, такі як кремній мають невелику ширину забороненої зони, а тому прозорі тільки в інфрачервоній області спектру. Відповідно, виготовлені на основі кремнію світлодіоди та лазери випромінюють тільки інфрачервоні хвилі. Інфрачервона спектроскопія особливо ефективна при дослідженні органічних речовини, оскільки частоти нормальних мод, що відповідають коливанням у радикалах на кшталт CH_2 добре відомі.

Сушіння та стерилізація. Інфрачервоні випромінювачі застосовують у промисловості для сушіння лакофарбових поверхонь. Інфрачервоний метод сушіння має істотні переваги перед традиційним, конвекційним методом. В першу чергу це, безумовно, економічний ефект. Час роботи та витрачена енергія для сушіння інфрачервоними променями менше тих же показників при

традиційних методах. Позитивним побічним ефектом так само є стерилізація харчових продуктів, збільшення стійкості до корозії поверхонь, що покриваються фарбами. Недолік - істотно велика не рівномірність нагрівання, що в ряді технологічних процесів є абсолютно неприйнятною. Особливістю застосування ІЧ-випромінювання в харчовій промисловості є можливість проникнення електромагнітної хвилі у такі капілярно-пористі продукти, як зерно, крупа, борошно тощо на глибину до 7 мм. Ця величина залежить від характеру поверхні, структури, властивостей матеріала і частотної характеристики випромінювання. Електромагнітна хвиля певного частотного діапазону надає не тільки термічний, але й біологічний вплив на продукт, сприяє прискоренню біохімічних перетворень в біологічних полімерах (крохмаль, білок, ліпиди). Конвеєрні сушильні транспортери з успіхом можуть використовуватися при закладці зерна в зерносховища і в борошномельній промисловості.

Обігрівання. Крім того, інфрачервоні обігрівачі використовуються для організації додаткового або основного опалення у приміщеннях (будинках, квартирах, офісах і т. ін.), а також для локального обігріву вуличного простору (вуличні кафе, альтанки, веранди).

Експеримент Гершеля.

На початку 1800 року Вільям Гершель зауважив, що скельця різних кольорів, які використовувались як світлофільтри телескопів, по-різному поглинають світло і тепло сонячних променів. Гершель повідомив про своє відкриття на засіданні Лондонського Королівського товариства 27 березня 1800 року.

Поміщаючи чутливий термометр із зачорненою кулькою у кожен кольорову смугу сонячного спектра, Гершель виявив, що покази термометра збільшуються від фіолетової смуги до червоної. У нього виникла думка, що зростаюча теплова дія променів не повинна обриватися на червоних променях, які дають максимум теплоти. Вперше в історії науки Гершель став вимірювати температуру за межами спектра і виявив існування невидимих променів, які «мають найбільшу

нагрівальну силу». Гершель назвав це явище «невидимим тепловим випромінюванням».

У подальших дослідженнях властивостей теплового випромінювання Гершель став сумніватися в вірності цього висновку і вже в третьому повідомленні (15 травня 1800) намагався довести «разючі істотні відмінності між світлом і теплотою» [64].

Відкриття Гершеля дуже вразило його сучасників, однак недостатня переконливість деяких його дослідів та сумніви самого автора стали приводом для суперечливих тлумачень його відкриття. Найревнішим противником ідеї існування невидимого випромінювання, здатного робити теплові впливи, виступив англійський фізик Джон Леслі. Для перевірки результатів Гершеля Леслі самостійно провів аналогічний експеримент, розклавши сонячний спектр за допомогою 52-ервонно флінтгласу. Вимірювання температури здійснювалося спеціально сконструйованим для цього експерименту диференціальним ртутним термометром. За межами червоної смуги спектру він не виявив ніякого зростання температури. Леслі стверджував, що досліди Гершеля виконані недостатньо ретельно, мають численні неточності і взагалі є «нерозумною витівкою» [65].

П'єр Прево одним із перших визнав відкриття Гершеля. Він вважав його відкриття вирішальним доказом аналогії між світловими і тепловими променями. «Різниця між проходженням світла і теплоти крізь тіла, — писав він, — не свідчить про відмінність або тотожність світла і теплоти».

Ідеї Гершеля також були підтримані англійським фізиком Томасом Юнгом, який вже в 1802 році припускав, що світлові промені відрізняються від теплових лише частотою коливань. На його думку, відкриття Гершеля про менше заломлення невидимих променів, в порівнянні з видимими, виявилось найбільшим з часів Ісаака Ньютона.

Слідом за відкриттям Гершеля ціла когорта дослідників почала шукати положення ділянки в спектрі, відповідного максимуму теплового ефекту. Серед них слід назвати Генрі Енглфілда [66], Крістіана Вюнша [67], Жака Етьєна Берара [68] і Бадена Павелла [69]. Найбільшу ясність в суперечливі результати, отримані

ними, вніс Томас Йоганн Зеебек, який показав, що в призмах з флінтгласу такий максимум завжди виявляється за межами червоного краю спектра.

До 1830 року дослідження Гершеля повторювалися декілька разів, щоб остаточно встановити факт існування невидимих променів, розташованих за червоною частиною видимого сонячного спектру. Ці промені французьким фізиком Едмоном Беккерелем згодом були названі інфрачервоними [70].

Пізніше, завдяки дослідженням вчених до середини XIX століття, таких як Мачедоніо Меллоні, Германа Кноблауха, Іпполіта Фізо, Леона Фуко та інших, було остаточно визнано єдність природи світлових та інфрачервоних променів. Поняття «промениста теплота» протрималося в літературі протягом усього XIX ст. [70].

2.11 Біологічна дія інфрачервоного випромінювання. Механізми дії інфрачервоного випромінювання на організми. Використання ІЧ-випромінювання в медицині

Вперше біологічну дію ІЧ-випромінювання було вивчено на прикладі культур клітин, рослин, тварин [71]. Виявлено, що під впливом ІЧ-променів пригнічується розвиток мікрофлори, внаслідок активізації кровотоку поліпшуються обмінні процеси. Доведено, що це випромінювання покращує циркуляцію крові і надає болезаспокійливу та протизапальну дію. Відзначено, що під впливом інфрачервоного випромінювання після хірургічного втручання пацієнти легше переносять післяопераційні болі, а їхні рани швидше загоюються. Встановлено, що ІЧ-випромінювання сприяє підвищенню не специфічного імунітету, що дозволяє зменшити дію отрутохімікатів і гамма-випромінювання, а також прискорює процес одужання при грипі. ІЧ-промені стимулюють виведення з організму холестерину, шлаків, токсинів та інших шкідливих речовин через піт і сечу.

Користь інфрачервоних променів. Завдяки цим властивостям ІЧ-випромінювання широко використовується в медицині. Але застосування ІЧ-випромінювань з широким спектром дії може призвести до перегріву організму

та почервонінню шкіри. Разом з тим, довгохвильове випромінювання не робить негативного впливу, тому в побуті та медицині більш поширені довгохвильові прилади та випромінювачі з селективною довжиною хвилі [72].

Вплив довгохвильових ІЧ-променів сприяє наступним процесам в організмі:

- Нормалізація артеріального тиску за рахунок стимуляції кровообігу.
- Поліпшення мозкового кровообігу і пам'яті.
- Очищення організму від токсинів, солей важких металів.
- Нормалізація гормонального фону.
- Припинення поширення шкідливих мікробів і грибків.
- Відновлення водно-сольового балансу.
- Знеболювання і протизапальний ефект.
- Зміцнення імунної системи [73].

Опалення з використанням ІЧ-випромінювання сприяє зміцненню імунної системи, пригнічує розмноження бактерій в навколишньому середовищі та людському організмі, покращує стан шкіри за рахунок посилення циркуляції крові в ній. Іонізація повітря також є профілактикою загострень алергії.

Протипоказання для використання ІЧ-випромінювання.

Перш за все, потрібно врахувати існуючі протипоказання ІЧ-випромінювання, перед використанням інфрачервоних променів в лікувальних цілях. Шкода від їх застосування може бути в наступних випадках:

- Гострі гнійні захворювання.
- Кровотечі.
- Гострі запальні захворювання, що призвели до декомпенсації органів і систем.
- Системні захворювання крові.
- Злоякісні новоутворення. [74].

Крім того, надмірне опромінення широким спектром ІЧ-променів призводить до сильного почервоніння шкіри і може викликати опік [75]. Відомі випадки появи пухлин на обличчі у робітників-металургів в результаті тривалого

впливу цього виду випромінювання. Також відзначені випадки появи дерматиту, виникнення теплового удару.

Інфрачервоні промені, особливо в інтервалі 0,76–1,5 мкм (короткохвильова область), становлять небезпеку для очей. Тривалий вплив випромінювання загрожує розвитком катаракти, світлобоязні та інших порушень зору. З цієї причини не бажано довго перебувати під впливом короткохвильових обігрівачів. Чим ближче знаходиться людина до такого обігрівача, тим меншим має бути час, який вона проводить біля приладу. Потрібно відзначити, що цей тип обігрівачів призначений для вуличного або локального обігріву. Для опалення житлових і виробничих приміщень, які призначені для тривалого перебування людей, використовуються довгохвильові ІЧ-обігрівачі [75], [76].

Механізм теплової дії інфрачервоного випромінювання на організм людини полягає в тому, що енергія інфрачервоного випромінювання, яке глибоко проникає у тканини, перетворюється здебільшого на теплову енергію. При цьому в тканинах відбуваються фотохімічні реакції, накопичуються специфічні високоактивні речовини, зокрема, гістаміни, які потрапляють у кров. У крові збільшується рівень загального і залишкового азоту, поліпептидів та амінокислот. Існує припущення, що інфрачервоне випромінювання, яке проникає у клітину, впливає на резонуючі клітинні субстанції, що спричинює розпад білкової молекули. Продукти розпаду, що надійшли у кров'яне русло, тривалий час безпосередньо або через нервову систему діють на різні органи і системи. [77].

Таким чином, рівень фізіологічних змін в організмі під впливом інфрачервоного випромінювання залежить від його інтенсивності, спектрального складу, площі та ділянки опромінення, тривалості дії, ступеня фізичного напруження, а також від факторів виробничого мікроклімату— температури, вологості та швидкості руху навколишнього повітря.

Інфрачервоне випромінювання та, як наслідок, підвищення температури поверхні тіла, що опромінюється, за певних умов (тривалого опромінювання значної площі) може призвести до підвищення температури шкіри і на більш

віддалених ділянках. Підвищення температури шкіри до 40-45°C - це межа переносимості інфрачервоного випромінювання [77].

Під впливом інфрачервоного випромінювання загальна температура тіла не на багато змінюється. Вона може підвищитися на 1,5-2,0 °C, якщо інфрачервоне випромінювання діє на значну площу поверхні тіла, або людина виконує важку фізичну роботу.

Інфрачервоне випромінювання діє у поєднанні з високою температурою навколишнього повітря. При цьому практично виключена тепловіддача конвекцією та випромінюванням; тепловіддачі залишається єдиний шлях — випаровування вологи з поверхні тіла і дихальних шляхів [78].

Якщо тепловіддача у виробничих умовах з високою температурою і вологістю навколишнього середовища обтяжена, тоді може перегрітися організм людини [79]. Таке явище називають гіпертермією. При гіпертермії істотно підвищується температура тіла, спостерігається інтенсивне потовиділення, головний біль, почуття слабкості, спрага, порушення сприйняття кольору предметів. В особливо тяжких випадках при швидкому наростанні симптомів, температура тіла може досягати 41-42 °C, шкіра стає блідою, навіть, синіє, зіниці розширюються, дихання стає частим, поверхневим (50-60 разів за хвилину), частота пульсу прискорюється (120-160 ударів за хвилину), інколи виникають судоми, знижується артеріальний тиск, можлива втрата свідомості. Якщо потерпілому своєчасно не подати медичну допомогу, він може померти.

Тяжкі форми гіпертермії (тепловий удар) розвиваються при особливо несприятливих умовах праці з по'єднанням метеорологічних умов, що негативно впливають на організм, з важкою фізичною працею та при інших шкідливих факторах виробничого середовища [79].

Сонячний удар є наслідком впливу інфрачервоного випромінювання, як складової видимого світла, на центральну нервову систему. Сонячний удар є безпосередньою дією сонячного випромінювання (найчастіше страждають будівельники, працівники кар'єрів, сільськогосподарські працівники). Одужання

після сонячного удару залежить від ступеня теплового поразення оболонок мозку та інших структур центральної нервової системи.

Симптоми сонячного удару — головний біль, запаморочення, прискорення частоти пульсу і дихання, втрата свідомості, порушення координації рухів. Температура тіла у потерпілого, зазвичай, не дуже підвищується [80].

Внаслідок перегрівання організму і виведення з потом великої кількості рідини, можливе порушення водно-електролітного обміну, що проявляється судомною хворобою. Основним симптомом цієї патології стає біль у м'язах кінцівок, що призводить до тонічних судом. При цьому температура тіла підвищується не істотно. Порушення водно-електролітного обміну під впливом високої температури навколишнього середовища може також спричинювати захворювання нирок, травного каналу, печінки.

Встановлено, що у працівників, які тривалий час знаходяться та працюють у гарячих цехах, спостерігається дисфункція центральної нервової системи (симптоми — головний біль, порушення сну, подразливість, загальна слабкість), зокрема її підкоркових утворень — гіпоталамуса, смугастого тіла, довгастого мозку (зниження резистентності капілярів, патологічна асиметрія температури шкіри тощо) [76], [77]. Виявлено також зміни у вегетативній нервовій системі, зокрема тремтіння повік і пальців простягнутих рук. Майже у третини робітників, які працюють в гарячих цехах, спостерігаються значні дистрофічні зміни серцевого м'яза, пригнічення функції панкреатичних островців.

З наведеного вище, до професійних захворювань почали зараховувати хронічне перегрівання, що найчастіше спостерігається у працівників металургійного виробництва і глибоких (1000 м і більше) шахт, яке приводить до вегетосудинної дисфункції з порушеннями терморегуляції, зниженню термостійкості еритроцитів, порушенню електролітного обміну. Рівень захворюваності з тимчасовою втратою працездатності серед працівників гарячих цехів на 20-25 % вищий, ніж у працівників холодних цехів, а індекс здоров'я на 48-50 % нижчий [76], [77].

Вплив інфрачервоного випромінювання на організм людини. Доведено, що атмосфера Землі пропускає інфрачервону енергію Сонця в діапазоні приблизно 7-14 мкм. Коли Земля прогрівається, вона також випромінює ІЧ-промені в діапазоні приблизно 7-14 мкм із піком в 10 мкм. Загалом можна сказати, що енергія в ІЧ-спектрі – то життєдайна сила, яка підтримує життя на нашій планеті [80].

Варто зауважити, що ІЧ не має нічого спільного із жорстким ультрафіолетовим випромінюванням, яке обпікає шкіру, або з рентгенівським чи радіоактивним випромінюванням. З теплофізичної точки зору, ІЧ-випромінювання - це просто форма енергії, яка нагріває тверді та рідкі тіла безпосередньо без нагрівання повітря між джерелом випромінювання і об'єктом [81].

Такий вид випромінювання не лише не завдає шкоди здоров'ю, але й навпаки - благотійно впливає на тіло. Людина також випромінює ІЧ-енергію в довгохвильовому діапазоні. В такий спосіб вона обмінюється енергією із Всесвітом, з іншими живими істотами; вона здатна резонувати при співпаданні частот випромінювання. При резонансі людина заспокоюється, в неї покращується настрій, з'являється відчуття щастя та гармонії із навколишнім світом, відбувається ефект зцілення організму [80], [81].

Саме властивість взаємодії людини із енергією Всесвіту знаходиться під пильним дослідженням науковців всієї планети [82]. На ІЧ-випромінюванні людство останнім часом створило безліч приладів для лікування, які складають основу біорезонансної терапії. Саме цей вид енергії відчують люди, наділені надзвичайними можливостями.

ІЧ-випромінювання має дві важливі характеристики:

- Довжину хвилі, тобто, частоту випромінювання

На думку співробітників НДІ медицини праці при Академії наук Росії, ІЧ-промені позитивно впливають на організм, якщо її довжина не перевищує довжини хвилі, що випромінюється самою людиною. Людина випромінює інфрачервоні хвилі у діапазоні від 2,5 до 25 мкм з піком випромінювання на

довжині хвилі 9,3-10 мкм. При такому співпадінні частот можна отримати явище "резонансного поглинання", при якому зовнішня енергія буде активно поглинатися тілом [83].

Інфрачервоне випромінювання з довжиною хвиль від 7 до 14 мкм проникає не лише під шкіру людини, але і на її клітинний рівень, та проводить там ферментативну реакцію.

Завдяки цьому потенційна енергія клітин організму підвищується, з них виходить не зв'язана вода, росте рівень імуноглобулінів, збільшується активність ферментів і естрогенів, зміцнюється імунітет та відбуваються інші біохімічні реакції. Це стосується всіх типів клітин організму та крові. Загалом, людина починає краще себе почувати [80].

Інтенсивність випромінювання. Як і у випадку з різною довжиною хвилі, так різні значення інтенсивності можуть бути небезпечними або, навпаки, сприятливими для людини. При потоках енергії інтенсивністю 70-100 Вт/м² в організмі підвищується активність біохімічних процесів, що веде до поліпшення загального стану людини.

Дальнє інфрачервоне випромінювання нормалізує обмінні процеси в організмі та усуває причини хвороб і не лише їх симптоми. Зараз по всьому світу продовжуються роботи та дослідження з вивчення застосування проникаючого дальнього інфрачервоного випромінювання [82], [84].

2.12 Гігієнічна оцінка інфрачервоного випромінювання

В спектрі випромінювання Сонця, яке досягає поверхні Землі, знаходиться інфрачервоне випромінювання в діапазоні від 0,76 мкм до 30 мкм. Хвилі більшої довжини поглинаються атмосферою. Завдяки поглинанню оптичного випромінювання атмосферою Землі, рослинами, будовами та іншими, утворюються потоки довгохвильового випромінювання, яке характеризує фонове навантаження.

Через атмосферу проходять тільки 2 різко обмежені зони спектру Сонця: перша - включає середнє і довгохвильове УФ, видиме і короткохвильове

інфрачервоне випромінювання; друга - короткохвильове височастотне випромінювання в радіочастотному діапазоні (УКВ і КВ). Інтенсивність випромінювання Сонця в оптичному діапазоні сягає 1000 Вт/м^2 , більша частина цієї енергії припадає на інфрачервоне випромінювання [13], [14], [70].

Суттєвим фактором виробничого середовища для робітників сільського господарства (бавовнярі, буряківники, землероби та інші), які виконують роботи на відкритому ґрунті, складає сонячне випромінювання [79]. Цей фактор впливає на формування умов праці водіїв сільськогосподарських машин, автотранспорту, льотчиків (при проникненні випромінювання через скло кабін), від нагрітих поверхонь кабін. В подібних умовах працюють будівельники на відкритих площах, бурильники. Сонячне випромінювання утворює субекстремальний або екстремальний фон, де проходить діяльність людини в подібних умовах. При цьому інтенсивності інфрачервоного опромінення в короткохвильовому діапазоні досягають - $1000\text{-}1500 \text{ Вт/м}^2$, в довгохвильовому - $800\text{-}2000 \text{ Вт/м}^2$ [73], [75], [77]. Перелік робочих професій, які потенційно пов'язані з небезпекою дії надлишку оптичного випромінювання в ІЧ діапазоні, складає приблизно 40 професій [85]. Крім вищевказаних, до них належать також електромонтери, рибалки, моряки, гірники відкритих кар'єрів, робітники нафтопромислів, прокладання шляхопроводів, ремонту залізничного полотна та ін.

Інфрачервоне випромінювання, джерелом якого є виробничі джерела (нагріті поверхні обладнання, опалювальні прилади, лампи, нагрітий та розплавлений метал, нагріте або розплавлене скло і інше), поширене майже у всіх галузях промисловості. Інфрачервоне випромінювання є головним фактором, який формує умови праці в металургії, машинобудуванні (ковальсько-пресові, термічні цехи, ливарні, процеси сушіння і т.і.), виробництві виробів зі скла (ванно-машинні цехи), зварювальному виробництві (зварювання з підігрівом, електролампове зварювання і інші), виробництві будівельних матеріалів і інших галузях виробництва [73], [75].

Інтенсивність дії ІЧ випромінювання коливається в широких межах - від десятків до тисяч Вт/м^2 . Спектр випромінювання, який залежить від

температурних характеристик джерел випромінювання, може бути короткохвильовим випромінюванням в діапазоні 0,76 - 1,5 мкм; середньохвильовим від 1,5 мкм до 3,0 мкм; довгохвильовим від 3,0 мкм до 10,0 мкм. Гігієнічна класифікація джерел інфрачервоного випромінювання згідно $\lambda_{\max}$ випромінювання виділяє такі діапазони, як 0,76-2,5 мкм (1000-1500°C), 2,5-3,5 мкм (700-1000°C), 5,4-9,4 мкм (35-300°C) [70], [72], [74].

Дослідження, які проводились в виробничих приміщеннях, обладнаних «світлими» випромінювачами, виявили, що наявність слабких потоків ІЧ випромінювання (15 - 60 Вт/м²) сприяє формуванню допустимого теплового стану працівника при роботі середньої важкості при температурі повітря 11,5-17,2°C, які значно нижчі від оптимальних (19-21°C) та допустимих (15-21°C) для холодної пори року, що підтверджується Санітарними нормами мікроклімату виробничих приміщень [38], які затверджені постановою Головного державного Санітарного лікаря України від 01.12.99 № 42 (далі – ДСН 3.3.6.042).

При оцінюванні «світлих» опромінювачів, температура ділянок шкіри, які опромінюються (обличчя, груди, кисті), у працівників не повинна перевищувати 0,8°C; при оцінці «темних» - 1,1°C, «супертемних» - 0,6°C. Такі характеристики теплового стану у робітників спостерігаються при опроміненні інтенсивністю від 15 до 60 Вт/м² при температурі повітря 11-18°C.

Індекс теплового навантаження (ТНС-індекс) - емпіричний інтегральний показник, який відбиває сполучений вплив температури повітря, швидкість його руху, вологості та теплового випромінювання на теплообмін людини. ТНС-індекс в цих умовах становить 13,5-19°C. Показники для оптимальних умов праці згідно Гігієнічної класифікації праці [85] повинні знаходитись на рівні 19,2-21,9°C, для допустимих 22,0-25,1°C. Різниця для оптимальних умов праці – не значна, вона може бути обумовлена параметрами діючого ІЧ випромінювання. Цей факт дає можливість користуватися ТНС-індексом з його оптимальними значеннями для оцінки параметрів мікроклімату в умовах дії ІЧ випромінювання для опалення виробничих приміщень.

Нормативи опромінення від систем промислового опалення, приведені в ГОСТ 12.1.005 (зміна №1) [72], які розроблені з урахуванням температури повітря в виробничих приміщеннях при відносній вологості 15-75 % і швидкості руху повітря 0,4 м/с для голови і тулуба працівників (Таблиця 5), можна рекомендувати для гігієнічної оцінки систем променевого опалення [76].

Таким чином, ІЧ випромінювання, яке використовується як джерело енергії для опалення (обігріву) приміщень, потребує чіткої оцінки ступеня його впливу на тепловий стан організму і, особливо, оцінки ступеня опромінення голови.

Таблиця 5 - Допустимі інтенсивності опромінення в залежності від температури повітря *

Температура повітря, °С	Інтенсивність опромінення голови, Вт/м ²	Інтенсивність опромінення тулуба, Вт/м ²
11	60	150
12	60	125
13	60	100
14	45	75
15	30	50
16	15	25

*Нормативи розроблені відносно світлих опромінювачів для випромінювання з довжиною хвилі $\lambda_{\max} = 1,5-3,0$ мкм.

Допустимі інтенсивності опромінення організму людини передбачають наявність мінімальних рівнів напруження теплового стану, на рівні порогу теплового відчуття; цього можна досягнути за допомогою раціонального розміщення опромінювачів та додаткового захисту за рахунок комплексу спецодезі, головного убору з теплозахистом на рівні $0,155^{\circ}\text{C м}^2/\text{Вт}$ (1 кло). При цьому температуру повітря в межах $11,5-17,2^{\circ}\text{C}$ і ТНС-індексу в межах $13,5-19^{\circ}\text{C}$ можливо рекомендувати як допустимі [86].

Отже, спектр інфрачервоного випромінювання, який генерують природні і виробничі джерела, включає діапазон від 0,76 до 10,0 мкм. Н.Ф. Галанін [70] рекомендує границю розширити до 30,0 мкм, але, на наш погляд, випромінювання з довжиною хвилі більше 10 мкм має суттєві особливості при

взаємодії з організмом людини, які потрібно вивчати [72]. При наявності джерел, які випромінюють енергії в цьому діапазоні, виникають особливості в реакціях організму - на перший план виступають процеси віддачі енергії для утворення рівноваги в процесах теплообміну. З цих позицій, гігієнічне значення має інфрачервоне випромінювання в діапазоні від 0,76 до 10 мкм.

Нормативи інфрачервоного випромінювання.

Існуючі нормативи допустимого ІЧ випромінювання [87] відносяться до радіаційної складової мікроклімату і базуються на оцінці теплового ефекту в залежності від площі тіла, яка опромінюється, і типу джерела випромінювання - сонячне світло, нагріті поверхні обладнання, прилади для освітлення і т.і. Мінімальна допустима інтенсивність при опроміненні більше 50% поверхні тіла становить 35 Вт/м² для людини, яка одягнена в повсякденну одягу; 70 Вт / м² - при величині опромінюваної поверхні від 25 до 50%, і 100 Вт / м² - при опроміненні не більше 25% поверхні тіла працюючого. В нормативах, які розроблені для виробничих умов [88] [89], обов'язково враховується певна ступінь захисту тіла працюючого завдяки засобам індивідуального захисту (ЗІЗ) - спеціальної одягу, окулярів тощо. Нормативи опромінення для людини, яка знаходиться у відпустці, особливо в літню пору, повинні значно відрізнятися від виробничих. Це пов'язано, по-перше, з різницею розмірів площі тіла, яка опромінюється; по-друге - наявністю мінімального захисту, який утворює одяг. Як свідчать дослідження [89], похибка на величину опроміненої поверхні тіла і ступінь захисту завдяки одягу, повинна становити 0,75-0,8 відносно інтенсивностей, які рекомендуються для умов виробництва.

Якщо перерахувати величини випромінювання, які приведені в роботі [89], для джерел з максимумом енергії в діапазоні 1,5-3,0-4,5-6,0 мкм з тією ж похибкою, то допустимі величини енергії для ІЧ випромінювання будуть такими:

випромінювання з $\lambda_{\max}$ 1,5мкм $\approx$ 26,0 Вт/м²;

випромінювання з $\lambda_{\max}$ 3,0мкм $\approx$ 37,0 Вт/м²;

випромінювання з $\lambda_{\max}$ 4,5мкм $\approx$ 56,0 Вт/м²;

випромінювання з $\lambda_{\max}$ 6,0мкм $\approx$ 37,0 Вт/м².

Ці величини подібні до рівнів ІЧ випромінювання, які рекомендуються для систем ІЧ опалення: при 16°C інтенсивність опромінення тулуба не повинна перевищувати 25 Вт/м², при цьому на голову не повинно падати більше, ніж 15 Вт/м² [87].

Аналіз даних щодо нормування оптичного випромінювання свідчить про певні розбіжності в підходах нормування та рівнів допустимої опроміненості. Більшість дослідників враховують спектральний склад опромінювання, який визначає особливості біологічних ефектів [72], [73], [74], [76]. Треба відмітити, що рівні опромінювання, які пропонуються в останні роки, відрізняються від тих, які були запропоновані в 60-80-ті роки [81]. Це свідчить про поглиблення наших знань відносно шкідливих ефектів оптичного опромінення, про появу даних, які підтверджують наявність певної небезпеки для здоров'я деяких інтенсивностей опромінення і, в той же час, свідчать про можливість благодійних ефектів та необхідність опромінювання для існування людини.

Таким чином, сучасний стан нормування оптичного опромінювання певним чином дозволяє орієнтуватись у відносно допустимих рівнях опромінення окремими діапазонами енергії. Але зараз відсутні підходи до нормування інтегрального потоку, до складу якого входить і УФ, і видиме, і ІЧ випромінювання, що знаходяться в Сонячному спектрі. Немає розробок відносно оцінки впливу кожної частини спектру у формуванні не лише еритемної реакції, але і пошкоджень з боку інших систем організму, відсутні чітко визначені критерії, які повинні бути покладені в основу нормування цього діапазону енергії.

2.13 Терапевтична дія солі на організм людини

Доведена позитивна дія морської солі на організм людини та на стан її здоров'я [90]. Попадання в легені разом з повітрям мікрочастинок солі, дає корисний профілактичний і знезаражуючий ефект. Соляні частинки проникають в найдрібніші розгалуження бронхів, розчиняючи найстійкіші відкладення і виводять їх з організму.

Перебування в соляних печерах сьогодні є одним з найбільш ефективних безмедикаментозних методів лікування цілого ряду захворювань.

Вперше наукові дослідження лікувального ефекту соляних печер були проведені групою лікарів під керівництвом Ф. Бочковського (Польща) в 1843 році. Лікарня, яку вони відкрили в старих соляних копальнях (Краківське воєводство, м Величка), показала високу ефективність методики для лікування хворих на туберкульоз та інші легеневі захворювання. Сучасна медицина широко використовує спелеотерапію - в ряді країн Східної Європи сьогодні успішно функціонують лікарні, відкриті в порожнинах карстових печер. Всі вони використовують в якості основного лікувального чинника особливе повітря соляних шахт, яке під впливом частинок кухонної солі набуває цілий комплекс лікувальних властивостей.

Спроби створення штучного мікроклімату, подібного за силою впливу атмосфері соляних печер, робляться, починаючи з 80-х років двадцятого століття. В якості основної діючої речовини з самого початку використовувався аерозоль кам'яної солі, завдяки якому метод отримав найменування галотерапії - від грецького «hals», тобто сіль. Сьогодні під галотерапією мають на увазі створення і використання в лікувальних цілях штучного специфічного мікроклімату, який повторює по ряду характеристик мікроклімат підземних соляних курортів.

Мікроклімат, створюваний галогенератором, може бути використаний для комплексної профілактики бронхо-легеневих шляхів, так як має здатність покращувати бронхіальну прохідність і санувати верхні дихальні шляхи від умовнопатогенної мікрофлори.

Такий ефект досягається лише при певній кількості аероіонів, що дають спелеокамери, хімічна природа мікроклімату яких укупі із спеціальним устаткуванням дають можливість отримання потрібного вмісту негативних аероіонів [91].

Галоаерозоль, завдяки особливим фізичним властивостям, знижує в'язкість бронхіального секрету, активує активність макрофагів, місцевий імунний і

метаболічний захист, чинить антимікробну дію, посилює захист респіраторного тракту. Дослідження показали, що перелік захворювань, при яких поліпшується стан пацієнтів після перебування в соляній кімнаті, досить великий. При цьому ефективність інгаляцій таким аерозолем може досягати 40-95%. Все залежить від клінічної картини і стану хворого.

Галотерапія рекомендована при:

- лікуванні і профілактиці захворювань дихальних шляхів, пов'язаних з застудами і вірусами (ГРЗ, гайморити, астма);
- алергії різного походження і, як їхні наслідки, риніти і дерматити;
- гіпертонії, гіпотонії, стенокардії та ішемії, в період реабілітації після інсульту і інфаркту;
- різних відхиленнях в діяльності вегетативної нервової системи: безсоння, фобії, тривожні стани.

Доведені його муколітичний, бронходренуючий, саногений, протизапальний, імунорегулюючий нейро-вегетативний лікувальні ефекти. Сухий аерозоль хлориду натрію є основним компонентом у складі аерозолів як галитових (Солотвино, Величка та ін.), так і сильвінітових спелеолікарень (Пермська область), і саме він забезпечує лікувальну дію [92]. Сольовий аерозоль заданої концентрації очищає повітря лікувального приміщення від антропогенних чинників, забезпечує підтримку гіпобактеріальної безалергенної атмосфери [91], [92].

3 МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ РІВНІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТА МАГНІТНОГО ПОЛЯ

3.1 Методика вимірів рівнів електричного і магнітного полів, що створюються турманієвими тепловими стимуляторами виробництва Nuga Best

а) Визначення рівнів ЕМП виконують по величині напруженості електричного та магнітного поля.

б) Для вимірювання напруженості електричного поля рекомендується використовувати вимірювальний прилад типу ВЕ-метр в модифікації, яка дозволяє вимірювати рівні електричного поля промислової частоти, а також вимірювач напруженості електричного поля NFM-1 та інші аналогічні стандартні вимірювальні прилади.

в) Для вимірювання магнітного поля використовуються прилади, які призначаються для вимірювання напруженості цього поля (ерстедметри); магнітної індукції (тесламетри) ВЕ-метр та інші. Шкала магнітометрів градується в одиницях напруженості магнітного поля (А/м, мА/м, нА/м, ерстед, ме. мке, $\gamma=10^5$), або в одиницях магнітної індукції (Тесла, мТл, мкТл, нТл). В гігієнічній практиці частіше використовуються одиниці магнітної індукції, тобто Тл, мТл, мкТл, нТл.

г) місця та інтервали між точками вимірів встановлюються:

– при проведенні визначення рівнів магнітного та електричного поля промислової частоти та НЧ– діапазону радіочастот по всій площині об'єкту, що досліджується з кроком 0,1–0,2 м.

– при проведенні визначення рівнів електромагнітного поля в діапазонах СЧ–, ВЧ–, УВЧ–, ДВЧ– та НВЧ–діапазону радіохвиль виміри виконуються в одній точці в середині об'єкту на висоті 0,3–0,5 м від поверхні.

В кожній точці проводиться не менше трьох вимірів. В якості результату приймається середнє арифметичне значення.

д) За результатами вимірів складається протокол і план, на якому вказуються точки вимірів.

4 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРМАНІЄВИХ ТЕПЛОВИХ СТИМУЛЯТОРІВ

Тепловий стимулятор NM-80

Найменування і тип виробу: тепловий стимулятор, модель NM - 80.

Вироб є зігріваючим матом з елементами з турманієвої кераміки.

Виробник: "NugaMedicalCo.,Ltd"

Характеристики виробу:

Електричні параметри: Змінний струм 220-240В, 50-60Гц

Споживана потужність - 140 Вт

Має нагрівальні елементи

Розмір - 758*439*15 мм.

Вага: 2,6 кг



Рисунок 1. Тепловий стимулятор, модель NM – 80.

Тепловий стимулятор NM-2500

Найменування і тип виробу: тепловий стимулятор, модель NM - 2500.

Вироб є зігріваючим матом з елементами з турманієвої кераміки.

Виробник: "NugaMedicalCo.,Ltd"

Характеристики виробу:

Електричні параметри: Змінний струм 220-240В, 50-60Гц, споживана потужність - 220 Вт

Має нагрівальні елементи

Розмір - 1900*800*40 мм.

Вага : 11,55 кг



Рисунок 2. Тепловий стимулятор, модель NM-2500.

Тепловий стимулятор Т5

Найменування і тип виробу: тепловий стимулятор, модель Т5.
Вироб є зігріваючим матом з елементами з турманієвої кераміки.
Виробник: "NugaMedicalCo.,Ltd"
Характеристики виробу:
Електричні параметри:
Змінний струм 220-240В, 50-60Гц
споживана потужність - 100 Вт
Має нагрівальні елементи
Розмір - 727*390*50 мм.
Вага: 2,2 кг



Рисунок 3. Тепловий стимулятор, модель Т5.

Тепловий стимулятор T20

Найменування і тип виробу: тепловий стимулятор, модель T20.

Вироб є зігріваючим матом з елементами з турманієвої кераміки.

Виробник: "NugaMedicalCo.,Ltd"

Характеристики виробу:

Електричні параметри:

Змінний струм 220-240В, 50-60Гц

споживана потужність - 220 Вт

Має нагрівальні елементи

Розмір - 1900*800*23 мм.

Вага: 11,1 кг



Рисунок 4. Тепловий стимулятор, модель T20.

Персональний тепловий стимулятор МНР-100

Найменування і тип виробу: персональний тепловий стимулятор МНР - 100.

Вироб є накладкою з елементами турманієвої кераміки.

Виробник: "NugaMedicalCo.,Ltd"

Характеристики виробу:

Споживана напруга: 220-240В 50/60 Гц

Потужність: 150 Вт

Вага: 3,3 кг

Матеріал корпусу - гіпоалергенна тканина, а лицьова сторона виконана з велюру.

Має вбудований датчик контролю температури



Рисунок 5. Персональний тепловий стимулятор, модель МНР – 100

Масажер - стимулятор термотерапевтичний персональний N-4

Найменування і тип виробу: масажер - стимулятор термотерапевтичний персональний, модель N - 4.

Вироб має зігріваючі мати з елементами з турманієвої кераміки.

Виробник: "NugaMedicalCo.,Ltd"

Характеристики виробу:

Електричні параметри: Змінний струм 220-240В, 50-60Гц

Споживана потужність - 260 Вт

Має нагрівальні елементи

Розмір - 1210*610*160 мм.

Вага: 26,5 кг



Рисунок 6. Масажер - стимулятор термотерапевтичний персональний N – 4.

Стимулятор комбінований (Combinational Stimulator) N-5

Найменування і тип виробу: комбінований стимулятор, модель N - 5.

Вироб має зігріваючі мати з елементами з турманієвої кераміки.

Виробник: "NugaMedicalCo.,Ltd"

Характеристики виробу:

Електричні параметри: Змінний струм 220-240В, 50-60Гц

Споживана потужність - 370 Вт

Має нагрівальні елементи

Розмір - 1925*580*516 мм.

Вага: 50,54 кг



Рисунок 7. Стимулятор комбінований (Combinational Stimulator) N – 5.

Термомасажне ліжко (Termal Massage Bed) NM-5000P

Найменування і тип виробу: термомасажне ліжко, модель NM-5000P.

Вироб має зігріваючі мати з елементами з турманієвої кераміки.

Виробник: "NugaMedicalCo.,Ltd"

Характеристики виробу:

Електричні параметри: Змінний струм 220-240В, 50-60Гц

Споживана потужність - 370 Вт

Має нагрівальні елементи

Розмір - 1925*580*516 мм.

Вага: 50,54 кг

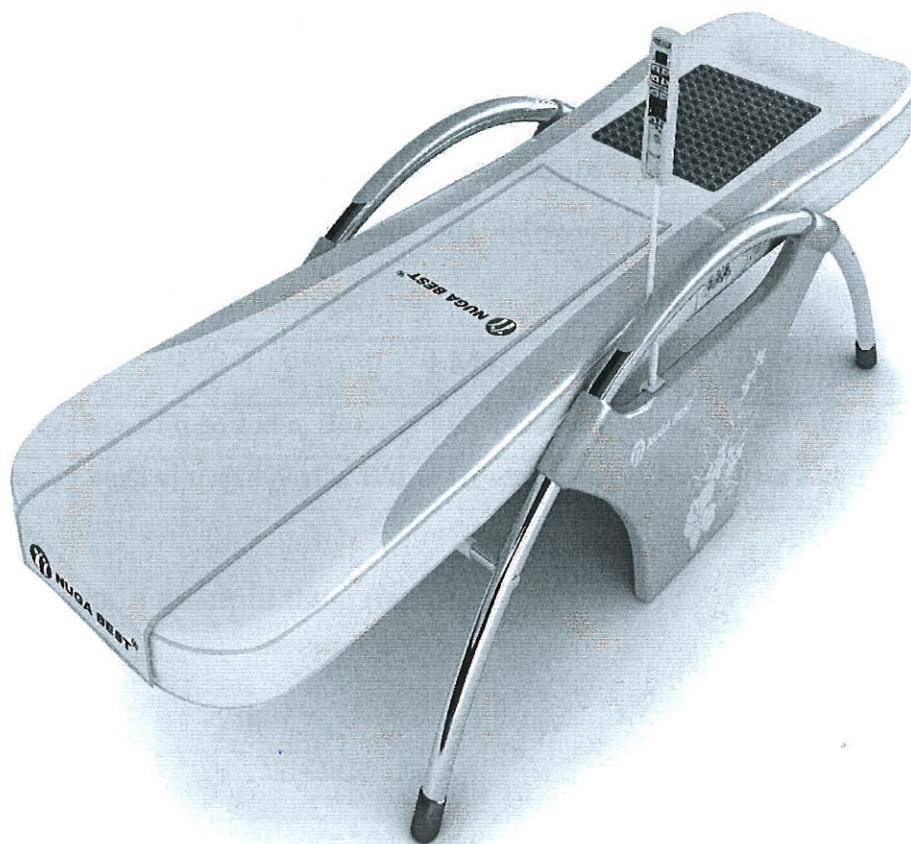


Рисунок 8. Термомасажне ліжко (Termal Massage Bed) NM-5000P.

5 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ РІВНІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО І МАГНІТНОГО ПОЛЯ, ЩО СТВОРЮЄТЬСЯ ТУРМАНІЄВИМИ ТЕПЛОВИМИ СТИМУЛЯТОРАМИ NUGA BEST

5.1 Прилади та схема вимірів.

При проведенні вимірів напруженості електричного і магнітного полів в смузі частот 5-400000 Гц нами було використано вимірювач параметрів електричного і магнітного полів ВЕ-МЕТР-АТ-002. Цей прилад дозволяє проводити одночасні вимірювання електричної та магнітної складових електромагнітного поля в двох смугах частот: від 5 Гц до 2 кГц і від 2 кГц до 400 кГц. Виміри проводились в екранованій камері з 14.05.2018 р. по 4.06.2018 р.

Завдяки тому, що вимірювач має дві частотні смуги отримані результати диференційовані наступним чином:

Електричне поле		Магнітне поле	
E_1 – частотна смуга :	від 5 Гц до 2 кГц, В/м;	H_1 – частотна смуга :	від 5 Гц до 2 кГц, мкТл;
E_2 – частотна смуга :	від 2 кГц до 400 кГц, В/м;	H_2 – частотна смуга :	від 2 кГц до 400 кГц, нТл;

План схема напрямків вимірів наведено на Рисунок 9.

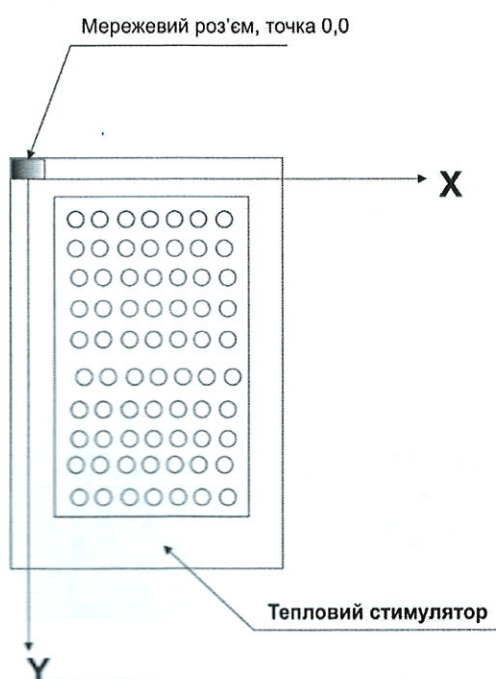


Рисунок 9. Напрямки проведення вимірів та розташування початкової точки.

Схема розташування точок вимірів та їх позначення наведено на Рисунок 11.

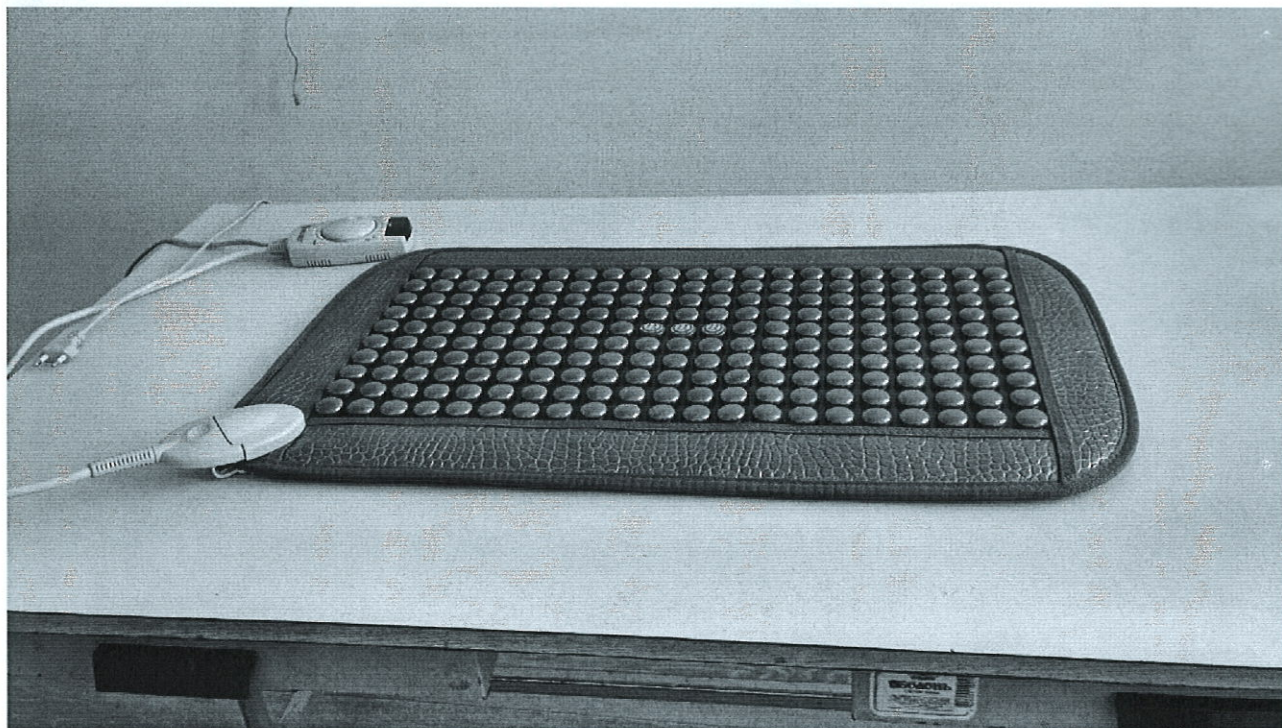


Рисунок 10. Загальний вигляд теплового стимулятора в місці проведення вимірів.



Рисунок 11. Масштабна поверхня та її розташування на теплому стимуляторі.

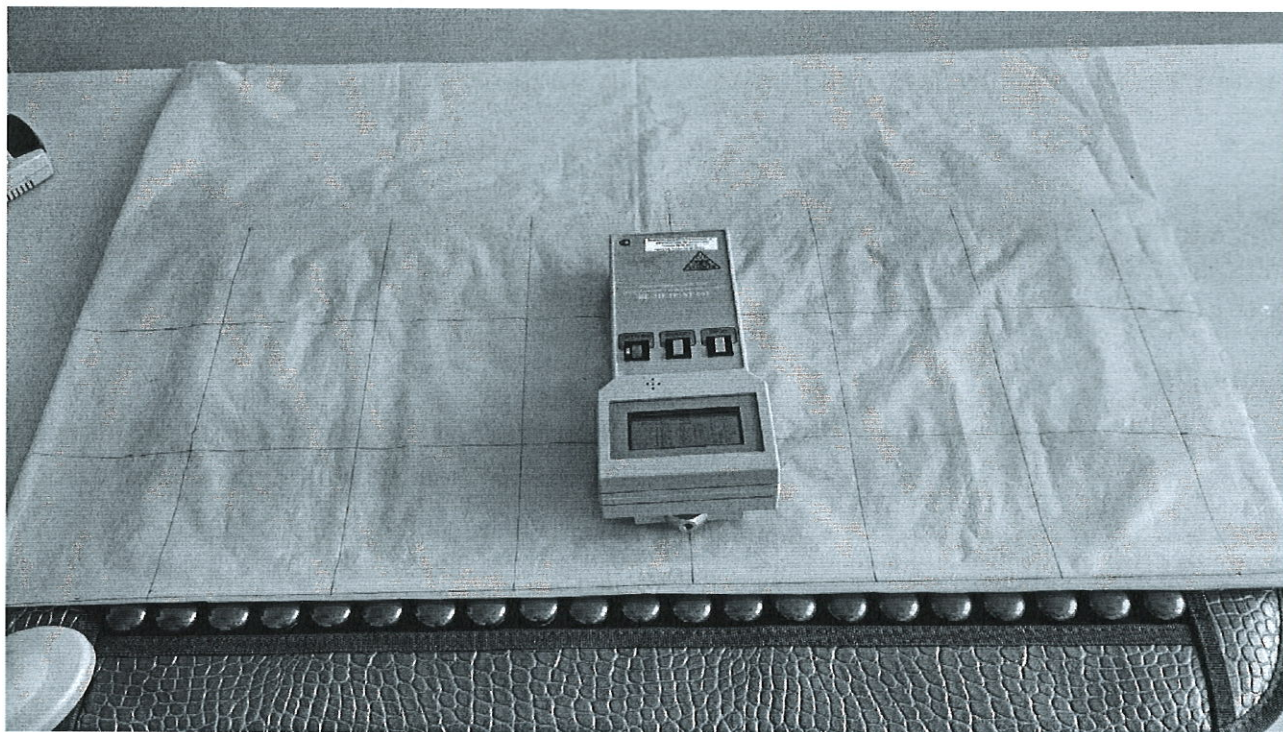


Рисунок 12. Процес виконання вимірів.

При проведенні вимірів напруженості електричного поля в СЧ–, ВЧ–, УВЧ–, ДВЧ– та НВЧ–діапазону радіохвиль застосовано аналізатор спектру FSH 6 та ізотропну вимірювальну антену R&S. Виміри проводились в радіочастотній безеховій камері на висоті 30 см від центру теплового стимулятора. Схема розташування точок вимірів наведено на рис. 10.



Рисунок 13. Розташування теплового стимулятора при проведенні вимірів в радіочастотній безеховій камері.

5.2 Результати досліджень просторового розподілу рівнів електричного і магнітного поля, що створюється турманієвим тепловим стимулятором модель NM – 80

Результати вимірів значень напруженості електричного і магнітного полів в смузі частот 5-400000 Гц наведено в табл. 6-7.

Таблиця 6

Фонові рівні напруженості електричного та індукції магнітного поля в частотній смузі 5-400000 Гц.

Y, см	X, см	0	10	20	30
0	E1, В/м	0	0	0	0
	E1, В/м	0,07	0,07	0,05	0,06
	H1, мкТл	0	0	0	0
	H2, нТл	2	2	2	2
10	E1, В/м	0	0	0	0
	E1, В/м	0,06	0,06	0,06	0,06
	H1, мкТл	0	0	0	0
	H2, нТл	3	3	2	2
20	E1, В/м	0	0	0	0
	E1, В/м	0,07	0,05	0,06	0,06
	H1, мкТл	0	0	0	0
	H2, нТл	2	3	3	2
30	E1, В/м	0	0	0	0
	E1, В/м	0,07	0,05	0,06	0,06
	H1, мкТл	0	0	0	0
	H2, нТл	2	2	3	2
40	E1, В/м	0	0	0	0
	E1, В/м	0,06	0,05	0,06	0,05
	H1, мкТл	0	0	0	0
	H2, нТл	2	2	3	2
50	E1, В/м	0	0	0	0
	E1, В/м	0,06	0,06	0,06	0,06
	H1, мкТл	0	0	0	0
	H2, нТл	2	2	3	2
60	E1, В/м	0	0	0	0
	E1, В/м	0,05	0,06	0,06	0,06
	H1, мкТл	0	0	0	0
	H2, нТл	1	2	3	3
70	E1, В/м	0	0	0	0
	E1, В/м	0,07	0,06	0,06	0,06
	H1, мкТл	0	0	0	0
	H2, нТл	1	1	1	2

Таблиця 7

Рівні напруженості електричного та індукції магнітного поля в частотній смузі 5 - 400000 Гц, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель NM – 80 в режимі максимальної температури.

Y, см	X, см	0	10	20	30
0	E1, В/м	273	355	319	324
	E2, В/м	0,49	0,14	0,5	1,32
	H1, мкТл	0,12	0,06	0	0,04
	H2, нТл	2	2	2	2
10	E1, В/м	357	360	104	132
	E2, В/м	1,31	1,16	0,09	0,29
	H1, мкТл	0	1,06	0	0,04
	H2, нТл	3	4	2	2
20	E1, В/м	43	30	361	277
	E2, В/м	0,16	0,09	1,66	0,47
	H1, мкТл	0,12	0,07	0,63	0
	H2, нТл	3	3	3	2
30	E1, В/м	93	4	344	231
	E2, В/м	0,15	0,07	1,12	0,5
	H1, мкТл	0,06	0,06	0,54	0,3
	H2, нТл	3	3	3	2
40	E1, В/м	124	66	361	255
	E2, В/м	0,2	0,13	1,71	0,47
	H1, мкТл	0,09	0	0,79	0
	H2, нТл	2	3	3	2
50	E1, В/м	153	4	368	252
	E2, В/м	0,26	0,06	1,94	0,43
	H1, мкТл	0,04	0,09	0	0
	H2, нТл	2	3	3	2
60	E1, В/м	159	87	364	290
	E2, В/м	0,24	0,14	1,48	0,51
	H1, мкТл	0	0,14	0	0,26
	H2, нТл	2	3	3	2
70	E1, В/м	364	21	369	302
	E2, В/м	1,75	0,09	2,17	0,58
	H1, мкТл	0	0,91	0,85	0,25
	H2, нТл	1	3	3	2

Результати вимірів значень напруженості електричного поля в СЧ-, ВЧ-, УВЧ-, ДВЧ- та НВЧ-діапазону радіохвиль наведено на Рисунок 14– Рисунок 23.

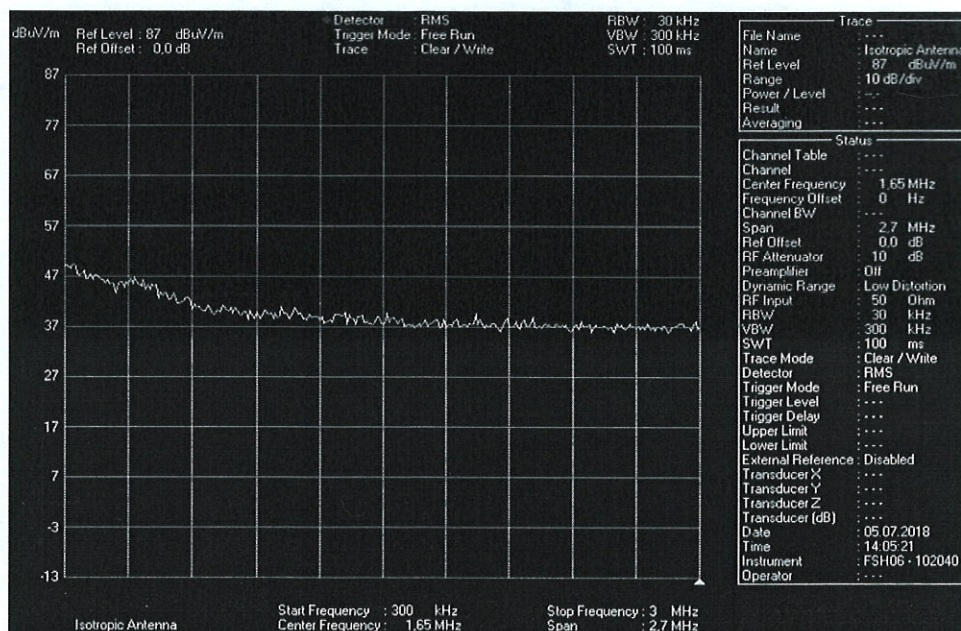


Рисунок 14. Фонові рівні напруженості електричного поля СЧ- діапазону радіочастот.

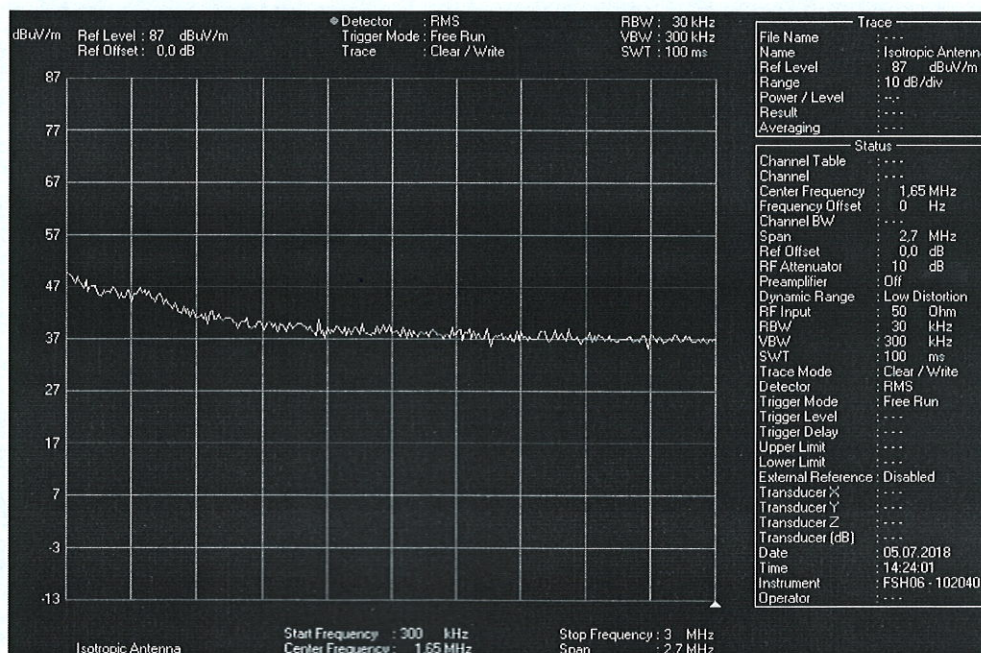


Рисунок 15 Рівні напруженості електричного поля СЧ- діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель NM – 80 в режимі максимальної температури.

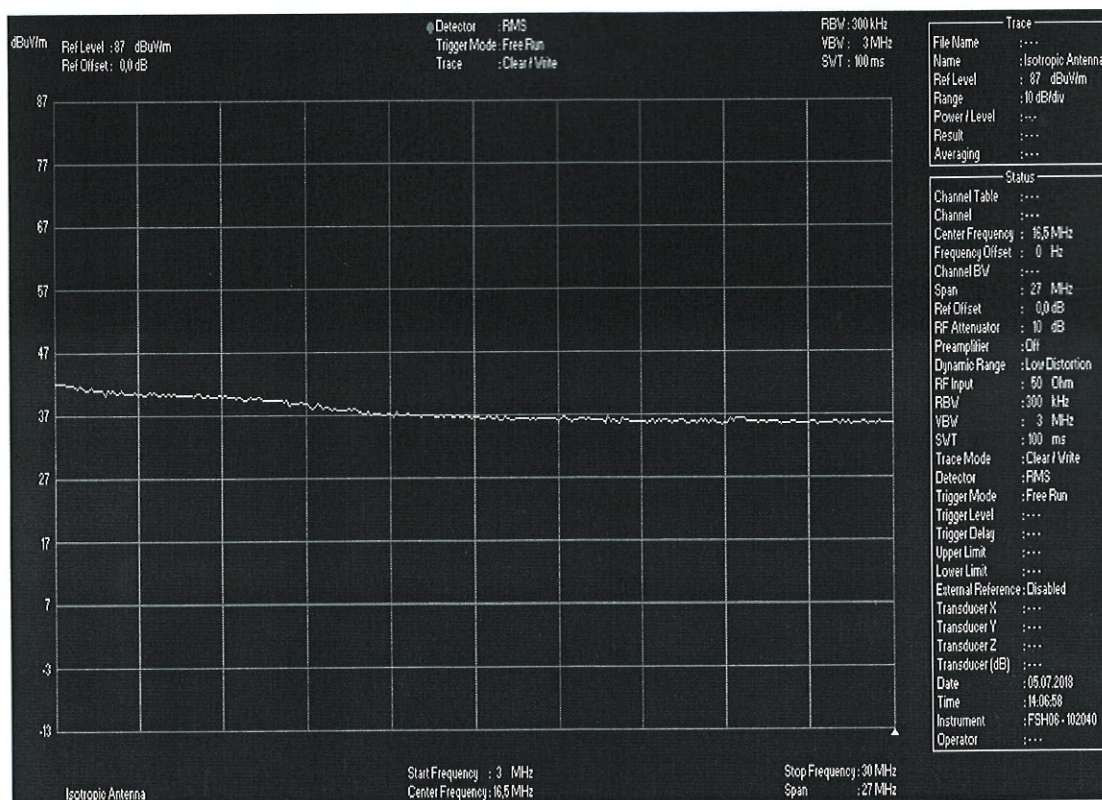


Рисунок 16. Фонові рівні напруженості електричного поля ВЧ– діапазону радіочастот.

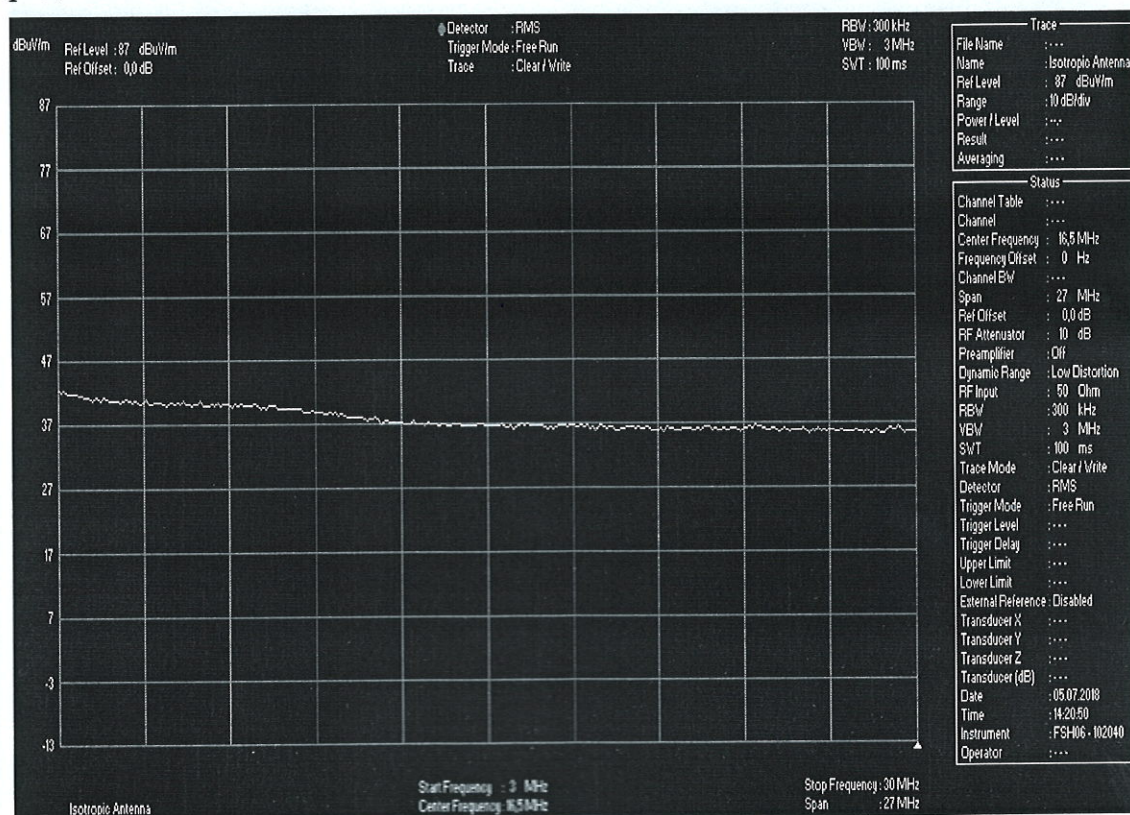


Рисунок 17. Рівні напруженості електричного поля ВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель NM – 80 в режимі максимальної температури.

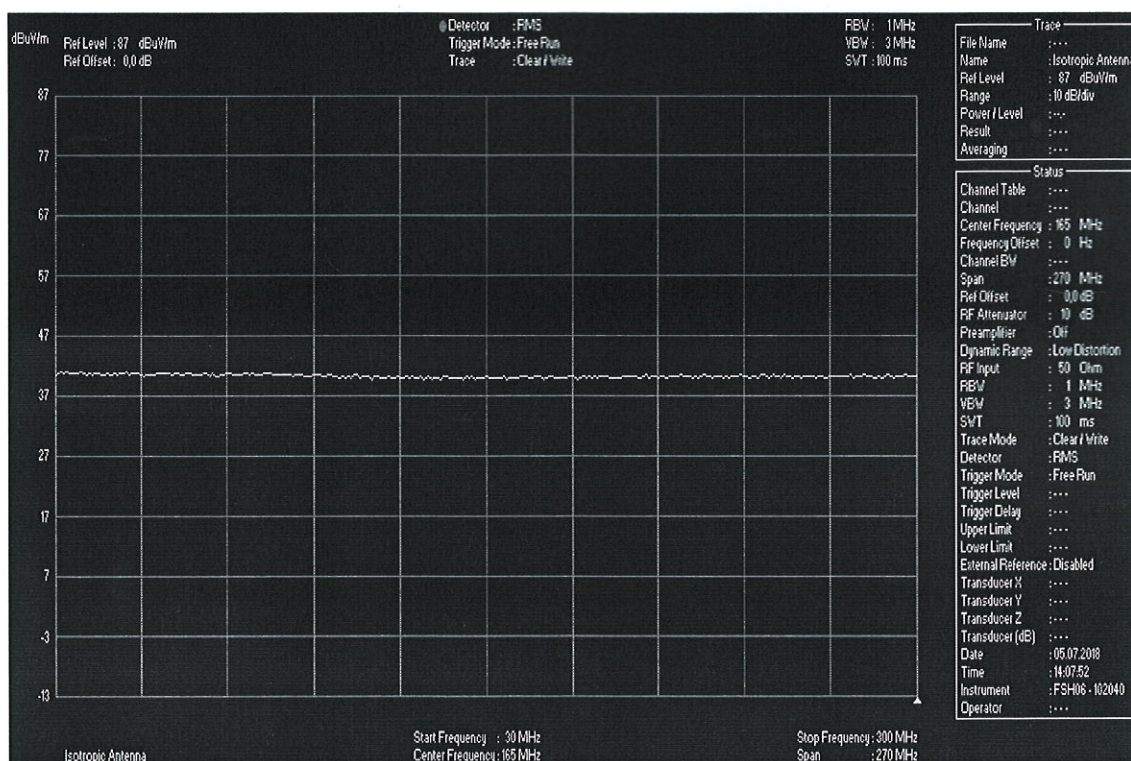


Рисунок 18. Фонові рівні напруженості електричного поля ДВЧ– діапазону радіочастот.

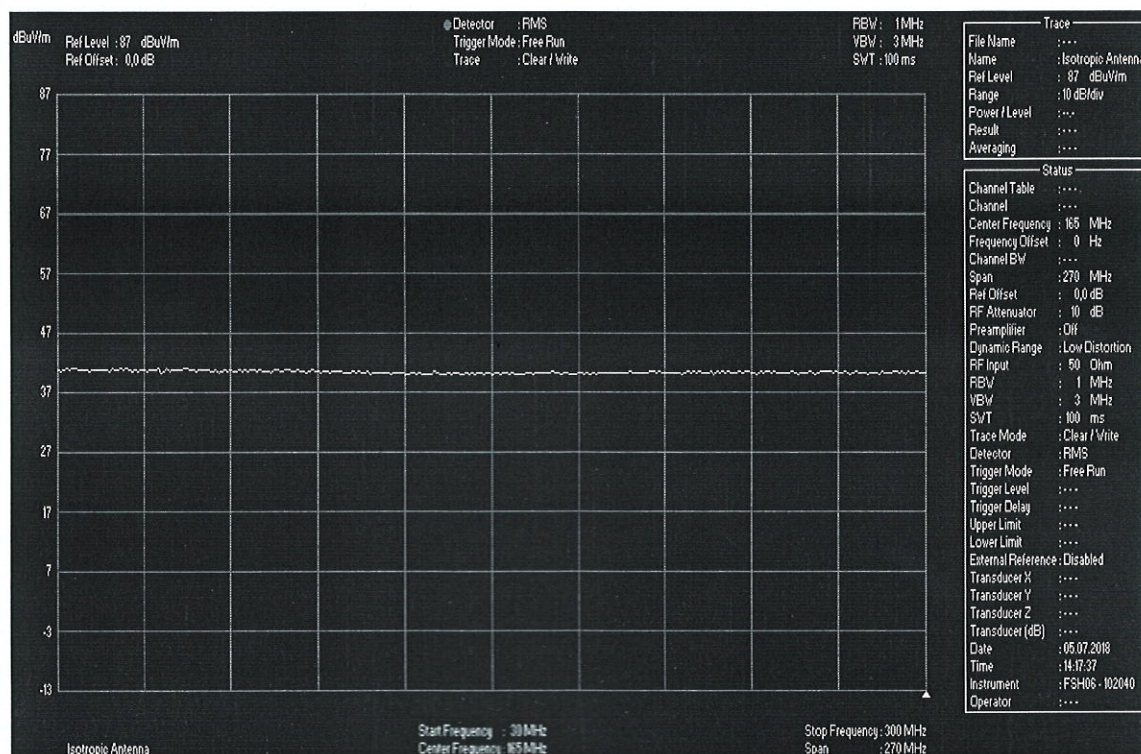


Рисунок 19. Рівні напруженості електричного поля ДВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель NM – 80 в режимі максимальної температури.

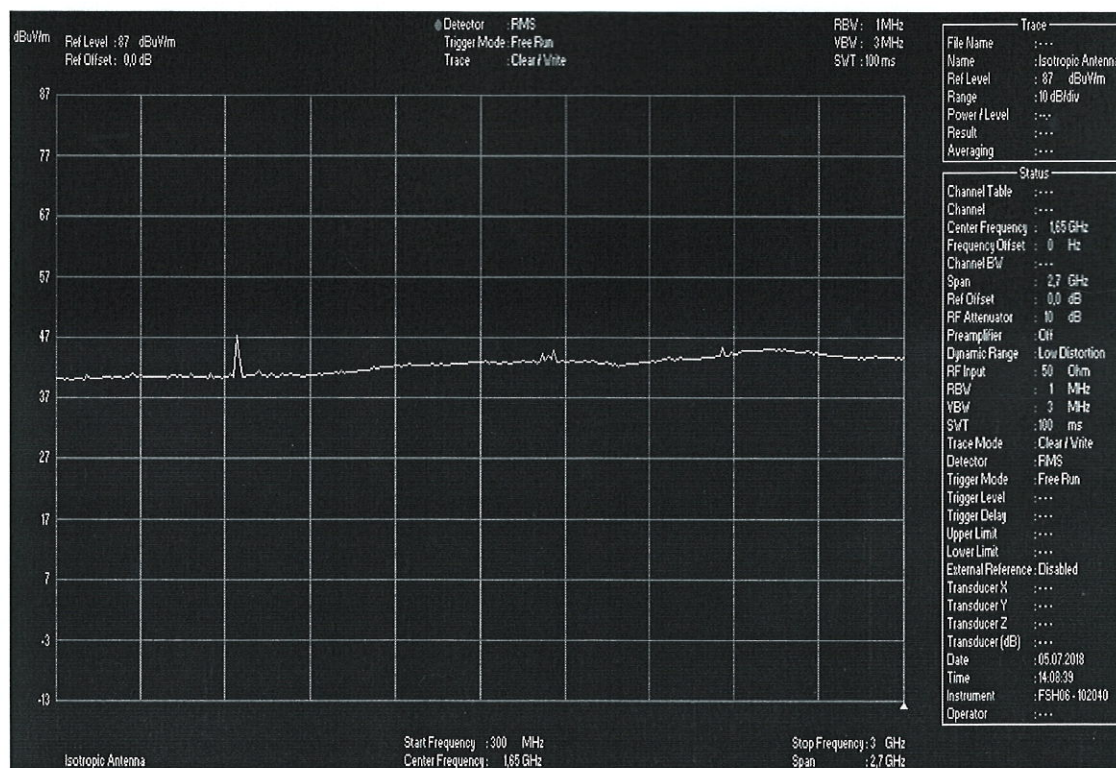


Рисунок 20. Фонові рівні напруженості електричного поля УВЧ– діапазону радіочастот.

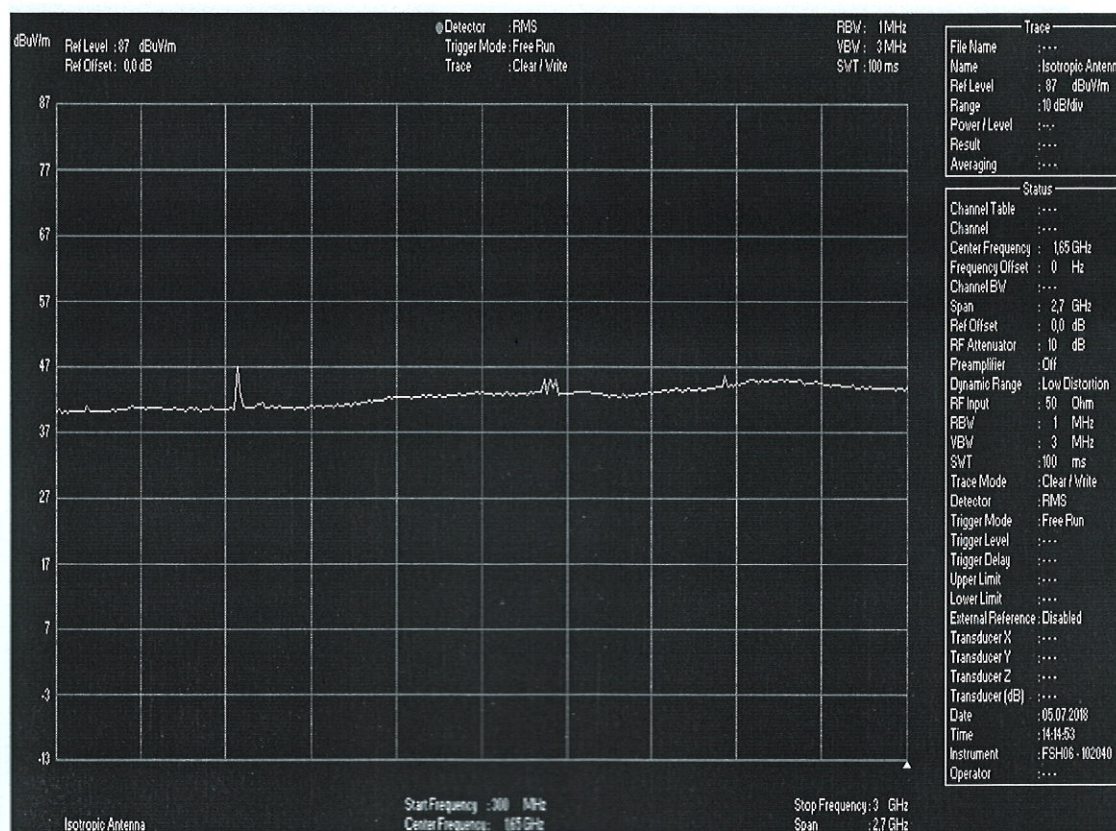


Рисунок 21. Рівні напруженості електричного поля УВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель NM – 80 в режимі максимальної температури.

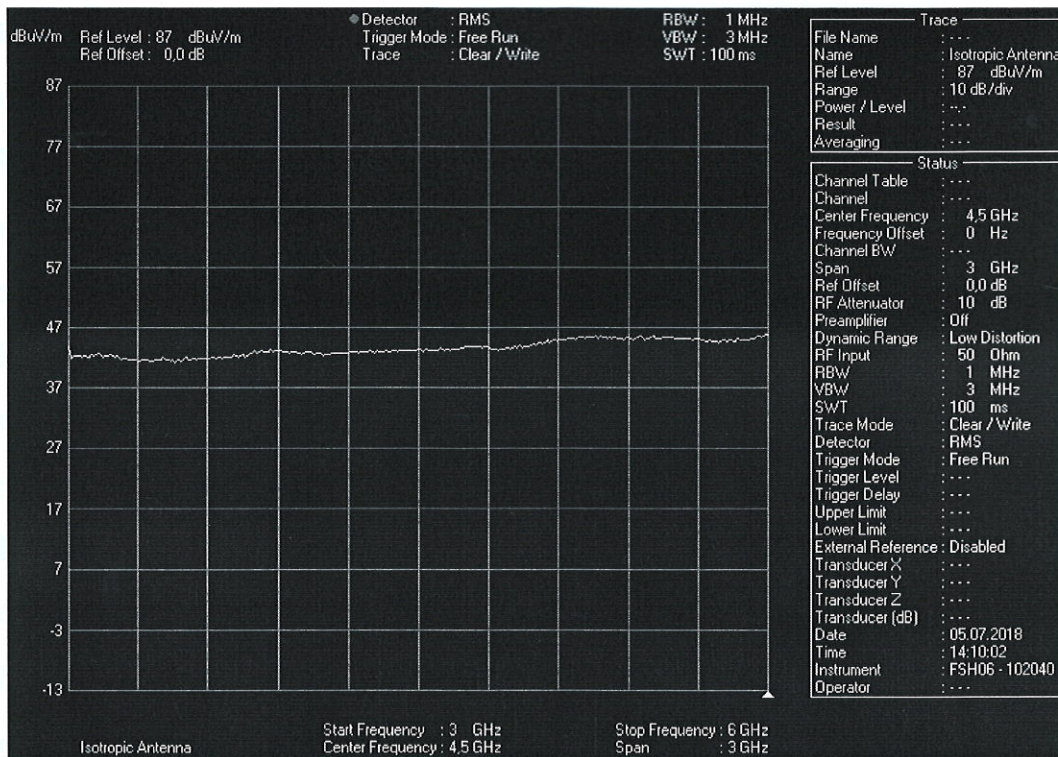


Рисунок 22. Фонові рівні напруженості електричного поля НВЧ– діапазону радіочастот.

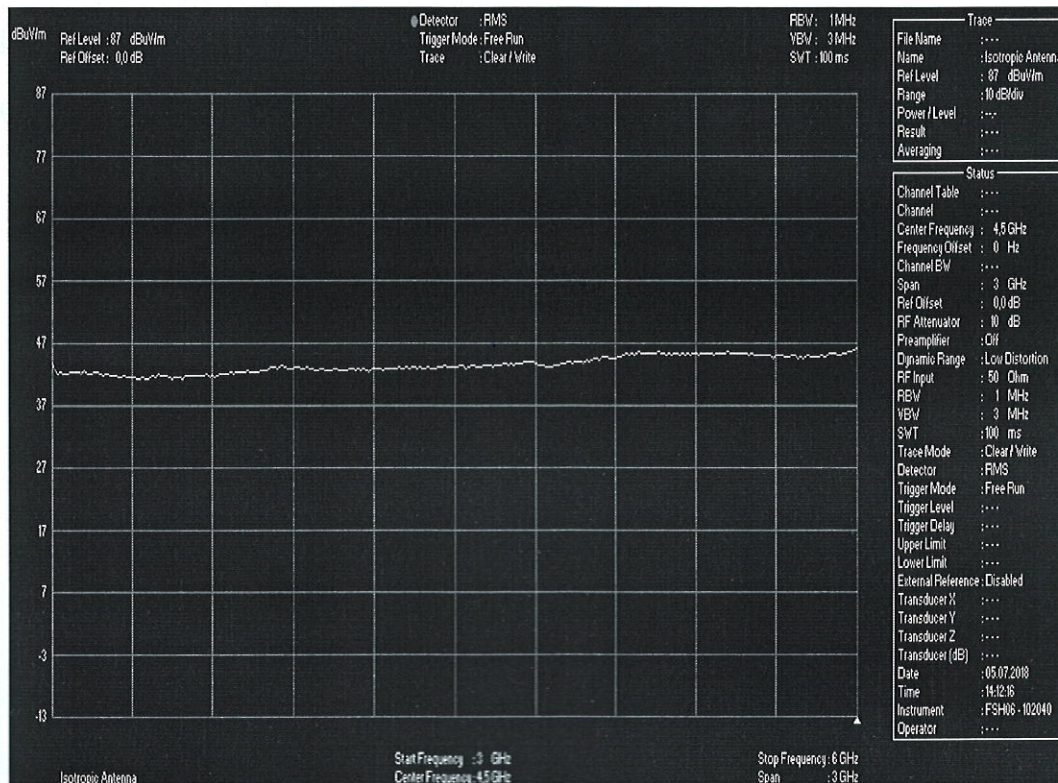


Рисунок 23. Рівні напруженості електричного поля НВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель NM – 80 в режимі максимальної температури.

Висновок: Результати вимірів значень напруженості електричного і магнітного полів показали, що для теплових матів моделей NM – 80 рівні не перевищують:

В смузі частот від 5 Гц до 2 кГц

електричне поле 300 В/м, при нормативному рівні 500 В/м

магнітне поле .0,8 мкТл (норматив відсутній).

В смузі частот від 2 кГц до 400 кГц

електричне поле 3 В/м, при нормативному рівні 25 В/м

магнітне поле .4 нТл (норматив відсутній).

В СЧ– діапазоні радіочастот, від 300 кГц до 3000 кГц

електричне поле 50 дБм (0.32 В/м), при нормативному рівні 15 В/м

В ВЧ– діапазоні радіочастот, від 3 МГц до 30 МГц

електричне поле 44 дБм (0.16 В/м), при нормативному рівні 3 В/м

В ДВЧ– діапазоні радіочастот, від 30 МГц до 300 МГц

електричне поле 40 дБм (0.1 В/м), при нормативному рівні 6 В/м

В УВЧ–, НВЧ– діапазоні радіочастот, від 300 МГц до 6000 МГц

електричне поле 48 дБм (0.25 В/м), при нормативному рівні 6 В/м.

5.3 Результати досліджень просторового розподілу рівнів електричного і магнітного поля, що створюється турманієвим тепловим стимулятором модель NM - 2500

Результати вимірів значень напруженості електричного і магнітного полів в смузі частот 5-400000 Гц наведено в таблиця 8.

Таблиця 8

Рівні напруженості електричного та індукції магнітного поля в частотній смузі 5 - 400000 Гц, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель NM - 2500 в режимі максимальної температури.

Y, см	X, см	0	10	20	30	40	50	60	70
0	E1, В/м	250	344	24	149	302	163	41	243
	E2, В/м	0,75	0,71	1,49	0,71	1,01	0,68	0,24	1,07
	H1, мкТл	0,63	0,21	0,00	0,57	0,16	0,00	0,14	0,92
	H2, нТл	3	2	2	3	1	3	2	3
10	E1, В/м	140	191	318	55	149	354	112	337
	E2, В/м	1,02	0,99	1,36	1,00	0,59	0,11	0,93	1,03
	H1, мкТл	0,43	0,38	0,91	0,03	0,03	0,64	0,70	0,01
	H2, нТл	2	3	1	2	2	4	3	3
20	E1, В/м	172	180	74	206	87	279	128	51
	E2, В/м	1,18	0,80	1,33	0,40	0,89	0,31	0,93	1,51
	H1, мкТл	0,72	0,73	0,63	0,19	0,63	0,54	0,90	0,65
	H2, нТл	3	4	3	2	2	2	2	2
30	E1, В/м	156	290	246	309	283	180	278	268
	E2, В/м	0,68	0,09	0,43	0,55	0,77	1,13	0,45	1,13
	H1, мкТл	0,67	0,86	0,20	0,92	0,14	0,43	0,77	0,24
	H2, нТл	3	2	1	2	2	3	1	3
40	E1, В/м	328	37	75	183	260	357	269	42
	E2, В/м	1,30	0,62	0,22	1,20	0,31	1,28	0,15	1,20
	H1, мкТл	0,66	0,52	0,44	0,61	0,02	0,67	0,92	0,19
	H2, нТл	3	1	3	2	1	3	2	3
50	E1, В/м	251	55	41	348	281	149	289	356
	E2, В/м	0,08	0,51	0,92	0,79	0,56	0,74	0,19	0,91
	H1, мкТл	0,79	0,50	0,53	0,80	0,20	0,71	0,69	0,20
	H2, нТл	2	2	3	4	2	4	1	1
60	E1, В/м	47	219	137	201	164	105	87	223
	E2, В/м	0,55	1,43	0,12	0,40	1,04	0,31	0,09	0,68
	H1, мкТл	0,30	0,43	0,89	0,34	0,05	0,83	0,21	0,57
	H2, нТл	4	4	3	1	2	3	2	2
70	E1, В/м	189	271	111	99	58	349	28	184
	E2, В/м	1,32	0,34	0,24	0,11	1,44	1,23	1,32	0,82
	H1, мкТл	0,07	0,89	0,66	0,26	0,38	0,88	0,65	0,43
	H2, нТл	3	1	4	2	4	2	2	2
80	E1, В/м	116	126	275	316	37	44	258	242
	E2, В/м	1,38	0,31	1,38	0,14	1,15	0,42	1,34	0,55
	H1, мкТл	0,38	0,48	0,76	0,90	0,89	0,40	0,89	0,25

Y, см	X, см	0	10	20	30	40	50	60	70
	H2, нТл	4	4	2	3	4	1	4	4
90	E1, В/м	210	234	87	62	272	42	99	305
	E2, В/м	0,14	1,02	1,33	0,74	1,31	1,48	1,20	0,25
	H1, мкТл	0,84	0,06	0,68	0,58	0,54	0,33	0,88	0,34
	H2, нТл	3	2	3	2	3	2	2	1
100	E1, В/м	149	226	100	36	357	332	103	304
	E2, В/м	1,51	0,58	1,34	0,61	1,57	0,91	1,57	0,84
	H1, мкТл	0,30	0,02	0,88	0,37	0,00	0,66	0,31	0,81
	H2, нТл	2	2	2	2	3	3	3	2
110	E1, В/м	275	64	275	124	267	333	128	19
	E2, В/м	0,23	0,54	0,29	0,27	0,98	1,06	1,36	0,11
	H1, мкТл	0,68	0,00	0,71	0,18	0,83	0,42	0,40	0,25
	H2, нТл	1	1	3	2	3	3	4	3
120	E1, В/м	32	174	269	294	130	277	86	341
	E2, В/м	0,45	0,23	0,82	0,96	1,48	1,46	0,38	0,41
	H1, мкТл	0,00	0,61	0,10	0,07	0,63	0,26	0,01	0,59
	H2, нТл	2	3	1	3	3	1	3	2
130	E1, В/м	118	229	292	130	216	190	203	34
	E2, В/м	0,89	0,65	0,75	0,48	1,25	1,20	1,48	0,63
	H1, мкТл	0,44	0,66	0,53	0,29	0,38	0,83	0,39	0,49
	H2, нТл	2	2	1	3	4	1	2	2
140	E1, В/м	315	77	74	163	93	312	106	233
	E2, В/м	1,27	0,71	1,17	0,34	0,17	1,58	1,09	1,12
	H1, мкТл	0,00	0,55	0,46	0,01	0,28	0,90	0,69	0,36
	H2, нТл	3	1	1	3	2	3	3	4
150	E1, В/м	331	358	164	98	113	163	219	241
	E2, В/м	0,37	1,58	1,43	0,48	1,48	1,09	1,13	0,81
	H1, мкТл	0,16	0,14	0,21	0,40	0,71	0,65	0,10	0,65
	H2, нТл	3	1	2	3	2	3	3	2
160	E1, В/м	159	18	286	227	300	107	239	22
	E2, В/м	1,34	0,12	1,32	0,44	0,29	1,55	1,52	0,91
	H1, мкТл	0,60	0,62	0,41	0,84	0,63	0,00	0,07	0,65
	H2, нТл	3	4	3	4	4	4	2	3
170	E1, В/м	313	164	20	94	172	151	270	279
	E2, В/м	0,73	1,48	1,13	0,83	1,40	0,39	1,53	0,93
	H1, мкТл	0,63	0,33	0,64	0,29	0,71	0,37	0,24	0,62
	H2, нТл	3	4	3	3	4	3	4	3
180	E1, В/м	175	270	51	347	170	194	84	136
	E2, В/м	0,43	0,41	1,13	0,17	0,28	0,28	0,47	1,11
	H1, мкТл	0,00	0,43	0,90	0,29	0,00	0,24	0,85	0,92
	H2, нТл	2	2	4	2	4	3	3	3

Результати вимірів значень напруженості електричного поля в СЧ-, ВЧ-,
УВЧ-, ДВЧ- та НВЧ-діапазону радіохвиль наведено на Рисунок 24–Рисунок
29.

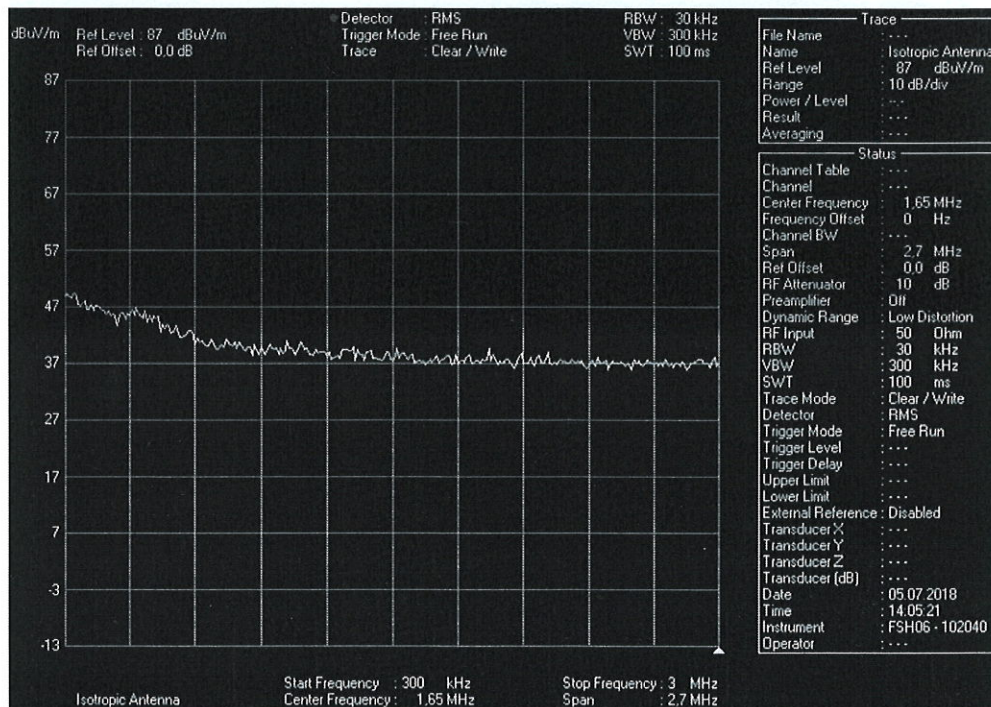


Рисунок 24. Фонові рівні напруженості електричного поля СЧ- діапазону радіочастот.

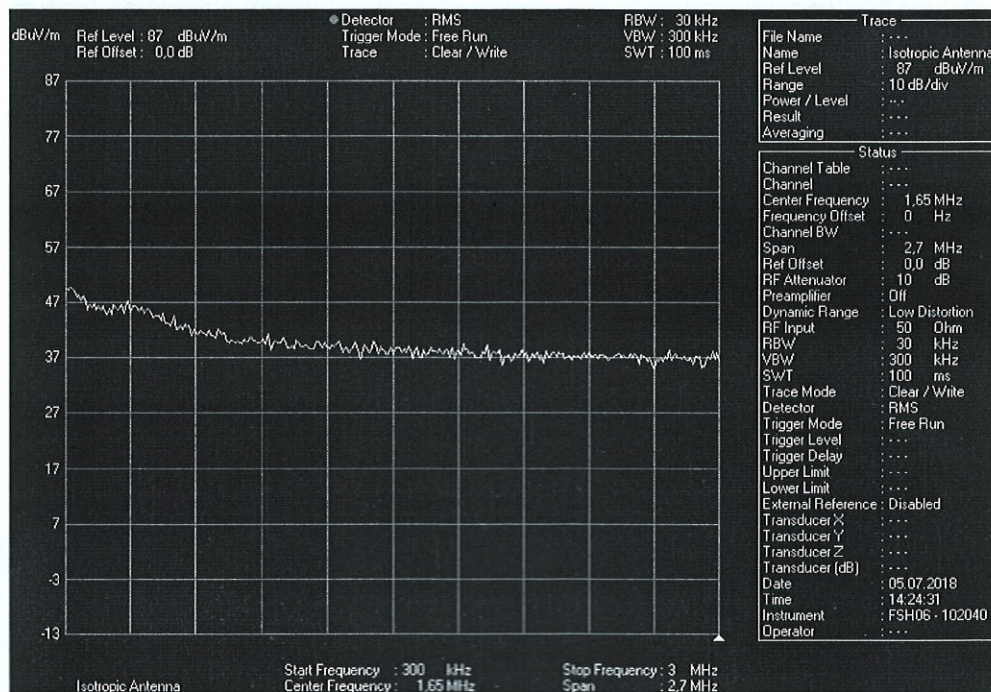


Рисунок 25. Рівні напруженості електричного поля СЧ- діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель NM - 2500 в режимі максимальної температури.

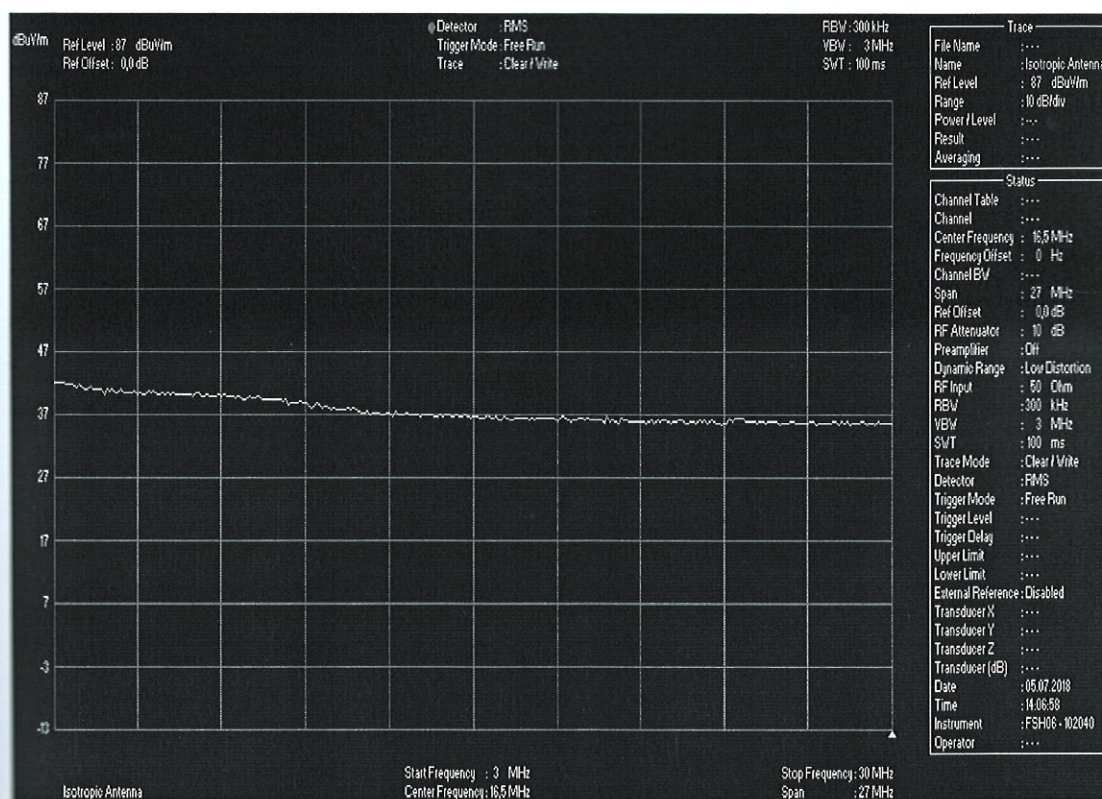


Рисунок 26. Фонові рівні напруженості електричного поля ВЧ– діапазону радіочастот.

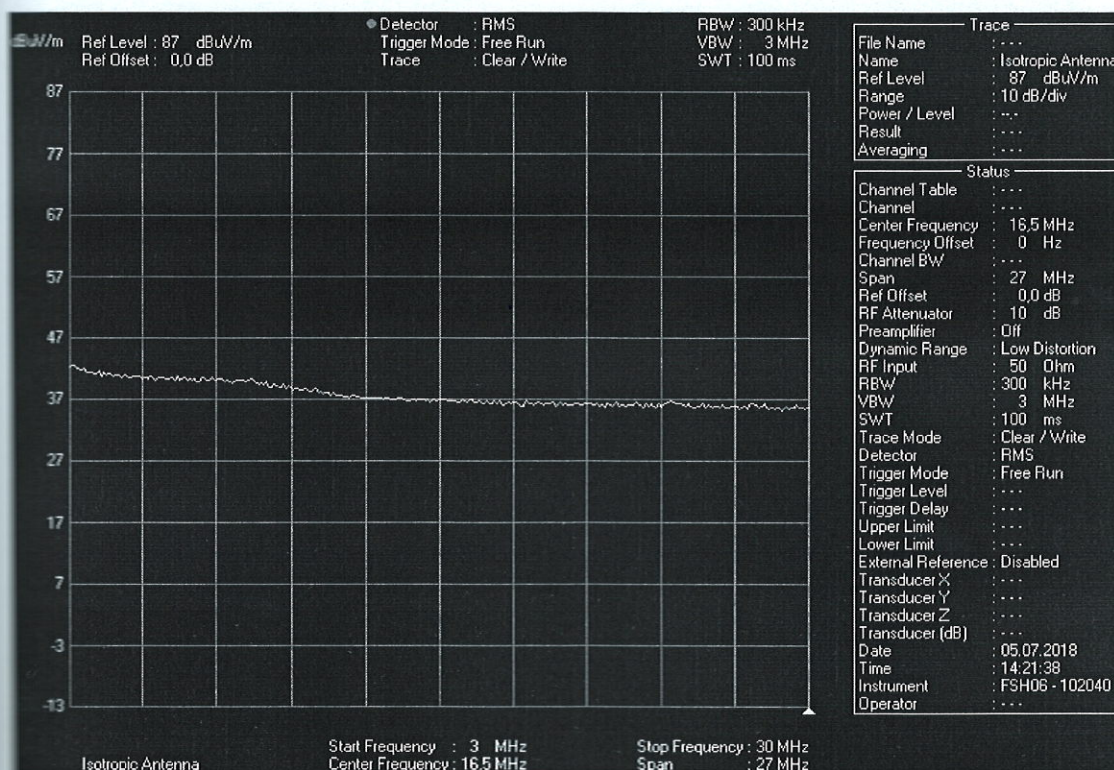


Рисунок 27. Рівні напруженості електричного поля ВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель NM - 2500 в режимі максимальної температури.

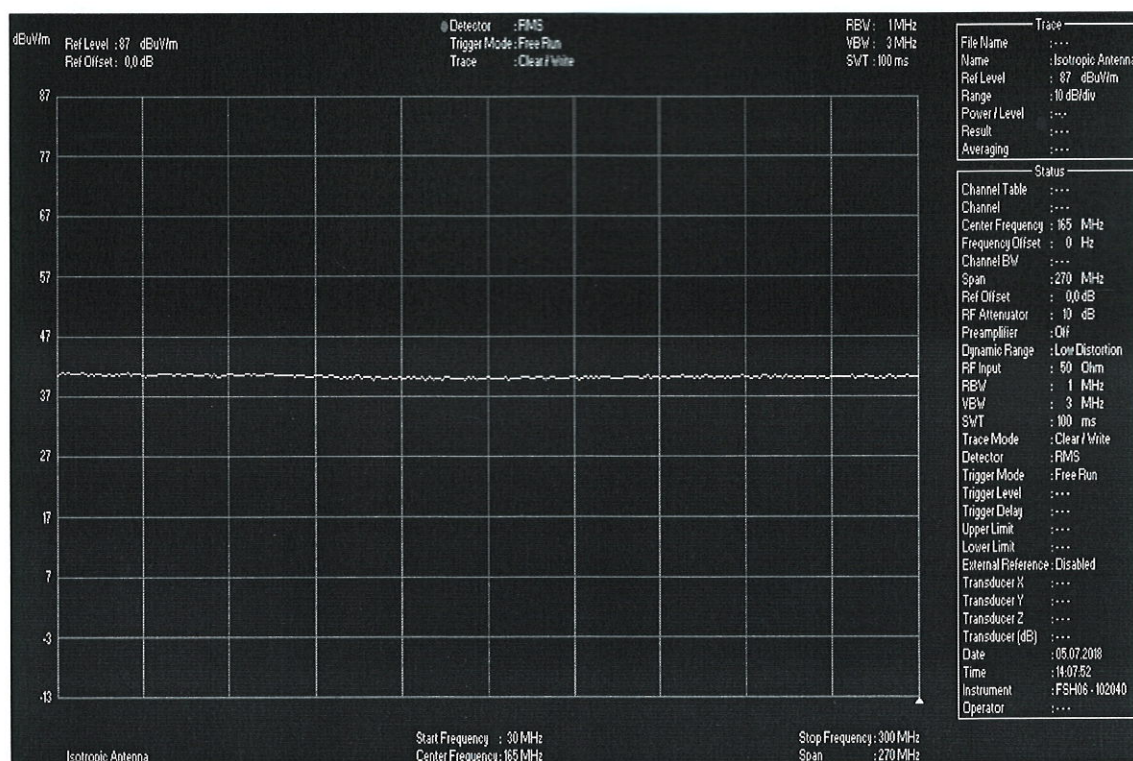


Рисунок 28. Фонові рівні напруженості електричного поля ДВЧ– діапазону радіочастот.

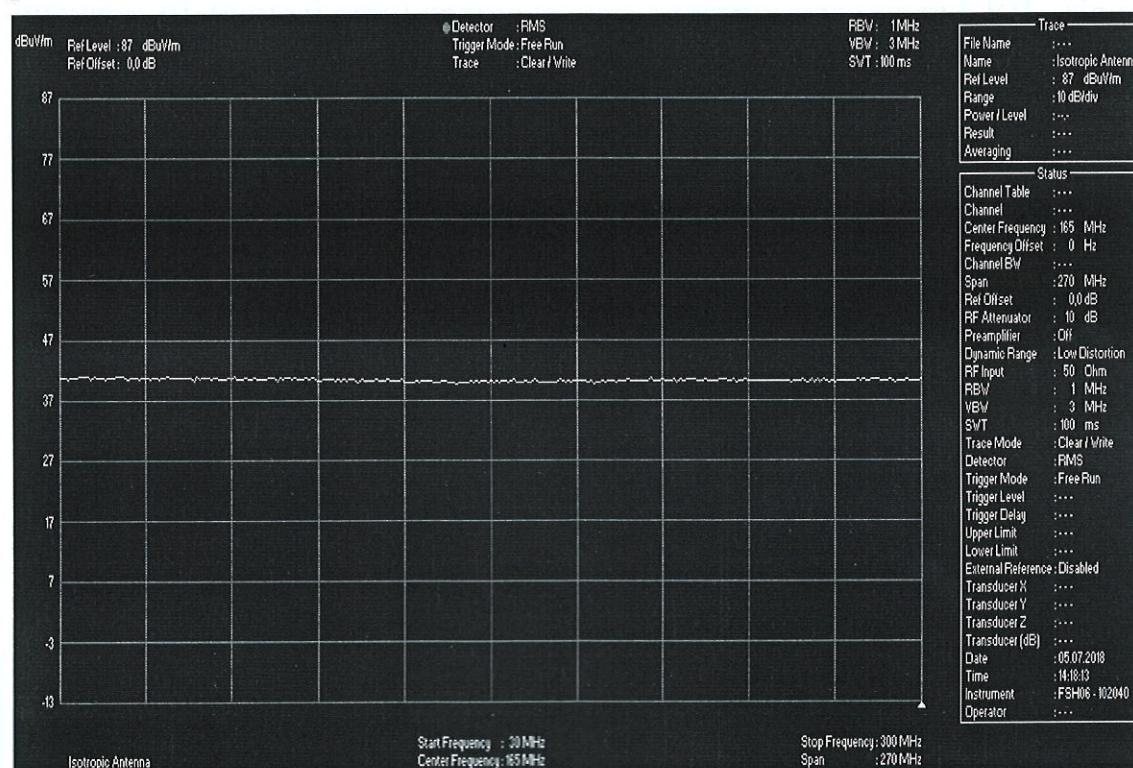


Рисунок 29. Рівні напруженості електричного поля ДВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель NM - 2500 в режимі максимальної температури.

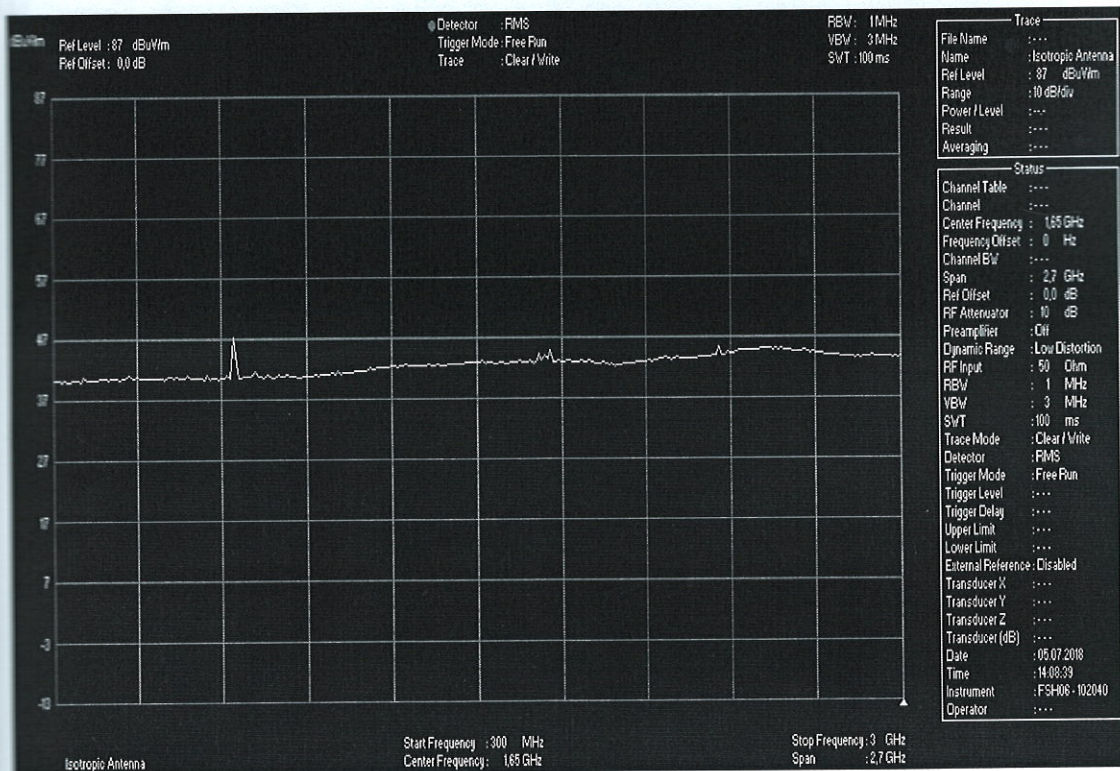


Рисунок 30. Фонові рівні напруженості електричного поля УВЧ– діапазону радіочастот.

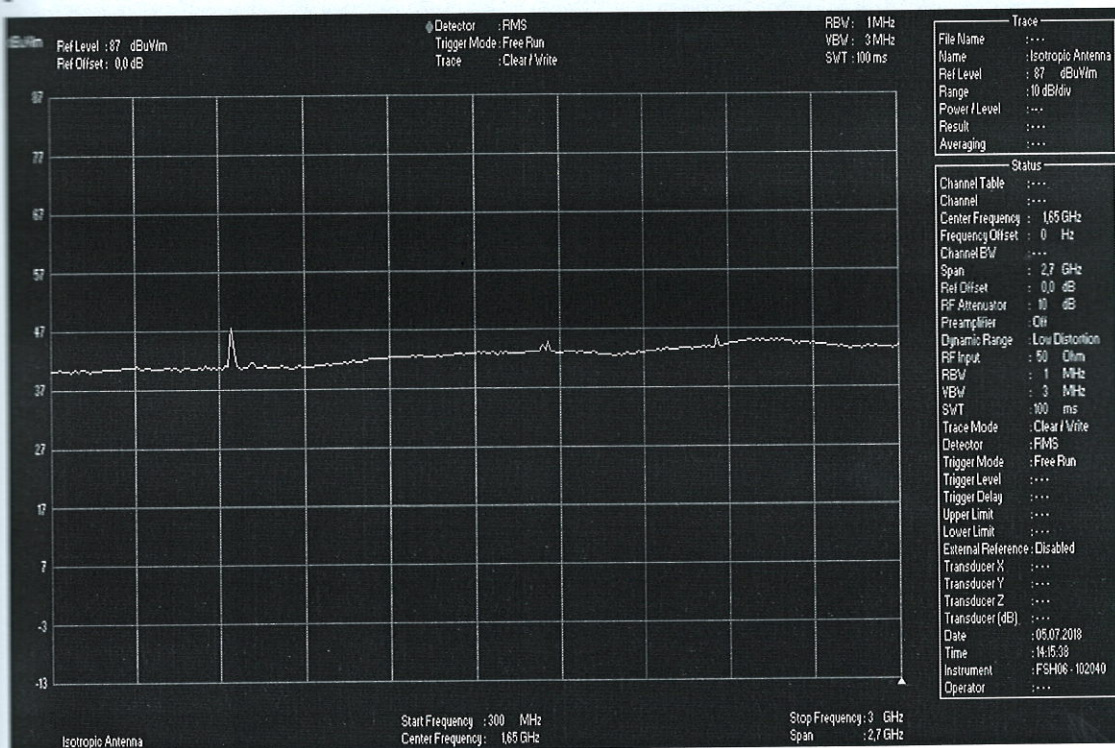


Рисунок 31. Рівні напруженості електричного поля УВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель NM - 2500 в режимі максимальної температури.

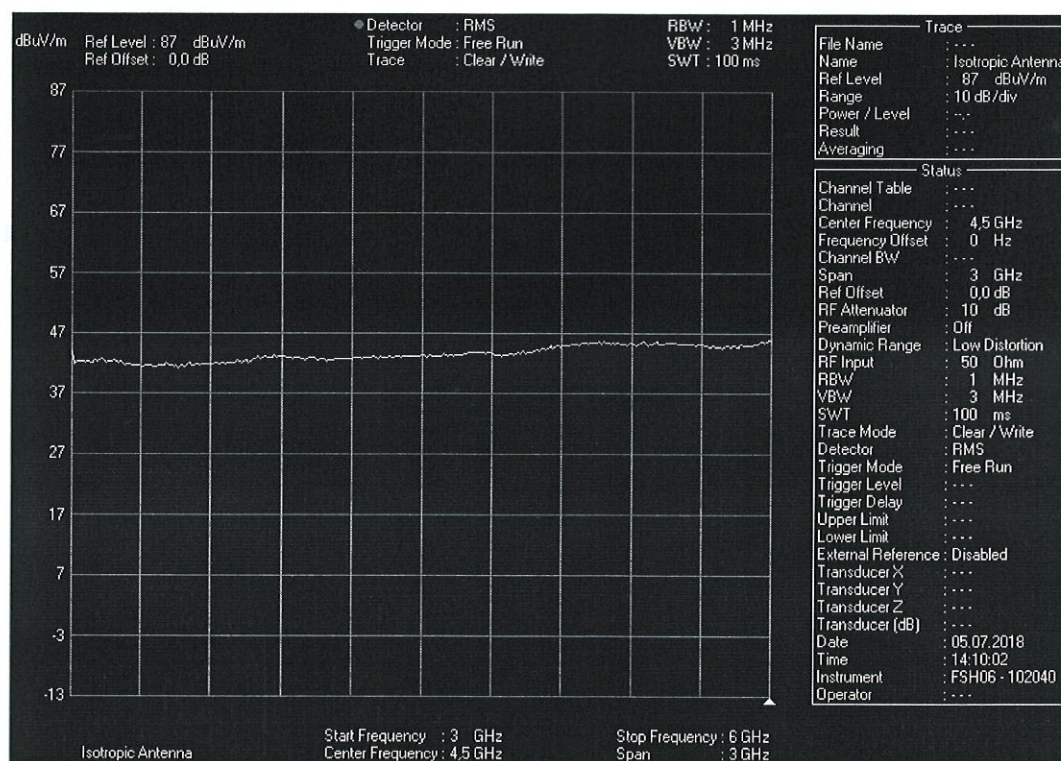


Рисунок 32. Фонові рівні напруженості електричного поля НВЧ-діапазону радіочастот.

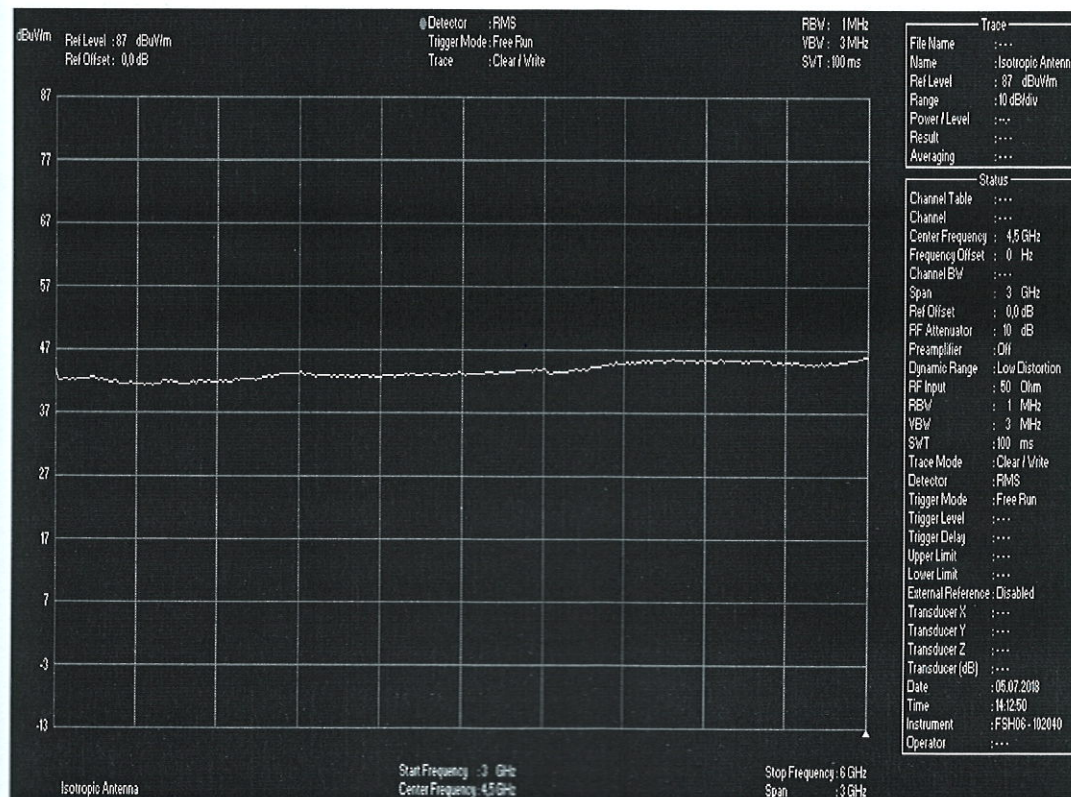


Рисунок 33. Рівні напруженості електричного поля НВЧ-діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель NM - 2500 в режимі максимальної температури.

Висновок

Результати вимірів значень напруженості електричного і магнітного полів показали, що для теплових матів моделей NM - 2500 рівні не перевищують.

В смузі частот від 5 Гц до 2 кГц:

- електричне поле 300 В/м, при нормативному рівні 500 В/м;
- магнітне поле 0,8 мкТл (норматив відсутній).

В смузі частот від 2 кГц до 400 кГц:

- електричне поле 3 В/м, при нормативному рівні 25 В/м;
- магнітне поле 4 нТл (норматив відсутній).

В СЧ– діапазоні радіочастот, від 300 кГц до 3000 кГц:

- електричне поле 50 дБм (0.32 В/м), при нормативному рівні 15 В/м.

В ВЧ– діапазоні радіочастот, від 3 МГц до 30 МГц:

- електричне поле 44 дБм (0.16 В/м), при нормативному рівні 3 В/м.

В ДВЧ– діапазоні радіочастот, від 30 МГц до 300 МГц:

- електричне поле 40 дБм (0.1 В/м), при нормативному рівні 6 В/м.

В УВЧ–, НВЧ– діапазоні радіочастот, від 300 МГц до 6000 МГц:

електричне поле 48 дБм (0.25 В/м), при нормативному рівні 6 В/м.

5.4 Результати досліджень просторового розподілу рівнів електричного і магнітного поля, що створюється турманієвим тепловим стимулятором модель Т20

Результати вимірів значень напруженості електричного і магнітного полів в смузі частот 5-400000 Гц наведено в Таблица 9.

Таблица 9

Рівні напруженості електричного та індукції магнітного поля в частотній смузі 5 - 400000 Гц, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель Т20 в режимі максимальної температури.

Y, см	X, см	0	10	20	30	40	50	60	70
0	E1, В/м	314	99	96	19	161	116	39	127
	E2, В/м	1,95	0,62	1,95	1,37	0,37	0,28	0,04	0,39
	H1, мкТл	0,00	0,64	0,17	0,47	0,75	0,67	0,19	0,50
	H2, нТл	3	3	2	2	2	3	2	3
10	E1, В/м	296	71	208	244	261	36	71	41
	E2, В/м	2,31	0,77	2,15	0,80	1,11	1,12	0,34	0,06
	H1, мкТл	0,36	0,07	0,33	0,09	0,69	0,63	0,33	0,03
	H2, нТл	2	2	4	2	2	4	3	1
20	E1, В/м	258	227	151	146	314	67	263	77
	E2, В/м	2,13	0,85	0,52	0,91	2,09	1,01	2,02	1,50
	H1, мкТл	0,82	0,12	0,09	0,19	0,08	0,62	0,23	0,85
	H2, нТл	3	2	2	2	2	3	2	2
30	E1, В/м	311	235	20	36	186	357	56	173
	E2, В/м	1,68	0,50	1,58	0,25	1,15	0,80	1,78	1,94
	H1, мкТл	0,07	0,62	0,46	0,19	0,77	0,35	0,82	0,07
	H2, нТл	2	3	2	3	1	4	2	2
40	E1, В/м	281	84	313	56	223	37	283	245
	E2, В/м	2,42	1,23	0,80	2,47	2,50	0,18	1,35	1,27
	H1, мкТл	0,46	0,41	0,80	0,36	0,28	0,10	0,41	0,52
	H2, нТл	4	4	2	2	2	4	4	2
50	E1, В/м	250	155	271	115	23	272	120	7
	E2, В/м	1,73	2,02	0,34	1,27	1,60	0,26	2,25	0,40
	H1, мкТл	0,23	0,33	0,20	0,55	0,36	0,09	0,46	0,77
	H2, нТл	3	2	3	4	2	4	4	3
60	E1, В/м	103	328	194	82	295	62	348	327
	E2, В/м	0,59	1,39	0,30	2,06	0,51	0,23	0,82	1,07
	H1, мкТл	0,40	0,67	0,35	0,80	0,42	0,78	0,91	0,86
	H2, нТл	1	4	2	2	4	4	3	2
70	E1, В/м	113	166	293	14	42	23	158	358
	E2, В/м	1,51	1,09	0,06	0,00	0,95	0,58	1,08	2,30
	H1, мкТл	0,42	0,71	0,64	0,28	0,72	0,54	0,62	0,87
	H2, нТл	2	3	1	3	4	2	3	3

Y, см	X, см	0	10	20	30	40	50	60	70
80	E1, В/м	40	301	212	160	211	54	209	24
	E2, В/м	1,76	1,38	0,15	2,28	0,25	0,36	0,39	0,83
	H1, мкТл	0,69	0,11	0,35	0,03	0,71	0,85	0,37	0,44
	H2, нТл	1	2	3	3	3	3	3	3
90	E1, В/м	173	8	331	112	203	52	261	199
	E2, В/м	1,95	0,29	1,77	1,83	0,02	1,03	0,48	0,70
	H1, мкТл	0,26	0,43	0,44	0,22	0,61	0,53	0,72	0,31
	H2, нТл	1	1	4	4	3	3	3	4
100	E1, В/м	83	189	252	194	17	193	341	305
	E2, В/м	2,43	2,03	1,70	0,15	0,19	1,87	1,21	1,83
	H1, мкТл	0,54	0,41	0,45	0,42	0,83	0,21	0,63	0,23
	H2, нТл	2	1	4	1	3	4	4	3
110	E1, В/м	121	343	106	10	352	185	17	306
	E2, В/м	2,43	1,89	2,50	1,70	0,90	1,91	2,19	0,18
	H1, мкТл	0,43	0,45	0,53	0,76	0,15	0,47	0,20	0,76
	H2, нТл	2	1	2	3	3	4	1	3
120	E1, В/м	64	265	169	156	185	94	292	4
	E2, В/м	2,11	0,25	0,54	2,36	2,12	0,99	2,22	2,00
	H1, мкТл	0,30	0,81	0,00	0,53	0,89	0,12	0,38	0,49
	H2, нТл	2	3	1	3	2	3	1	2
130	E1, В/м	283	120	302	252	363	38	34	133
	E2, В/м	2,33	0,64	1,81	1,93	1,12	2,31	1,51	2,12
	H1, мкТл	0,05	0,91	0,62	0,58	0,89	0,08	0,47	0,76
	H2, нТл	2	1	4	2	2	3	2	1
140	E1, В/м	231	70	286	206	357	297	217	139
	E2, В/м	2,32	1,84	0,59	0,67	0,28	1,63	1,72	1,28
	H1, мкТл	0,63	0,46	0,06	0,25	0,70	0,06	0,81	0,43
	H2, нТл	2	2	2	3	2	4	3	1
150	E1, В/м	213	52	179	322	126	285	94	62
	E2, В/м	0,09	1,59	0,88	0,00	0,15	0,45	1,35	0,05
	H1, мкТл	0,46	0,82	0,13	0,00	0,43	0,84	0,47	0,82
	H2, нТл	2	2	2	2	2	3	2	2
160	E1, В/м	88	49	221	184	287	330	190	253
	E2, В/м	0,69	1,81	0,68	2,15	0,40	0,77	1,38	1,85
	H1, мкТл	0,00	0,88	0,55	0,45	0,75	0,21	0,20	0,66
	H2, нТл	2	2	3	1	3	4	3	1
170	E1, В/м	175	365	354	365	193	74	147	172
	E2, В/м	2,28	0,41	1,56	1,42	0,99	1,48	1,30	2,44
	H1, мкТл	0,73	0,46	0,24	0,60	0,82	0,12	0,39	0,36
	H2, нТл	1	4	2	3	1	3	3	2
180	E1, В/м	155	189	134	363	222	294	15	152
	E2, В/м	0,01	2,18	1,07	2,02	1,25	1,22	0,35	1,05
	H1, мкТл	0,00	0,10	0,61	0,82	0,50	0,12	0,00	0,01
	H2, нТл	3	2	2	4	3	3	4	2

Результати вимірів значень напруженості електричного поля в СЧ-, ВЧ-,
УВЧ-, ДВЧ- та НВЧ-діапазону радіохвиль наведено на Рисунок 34–Рисунок
43.

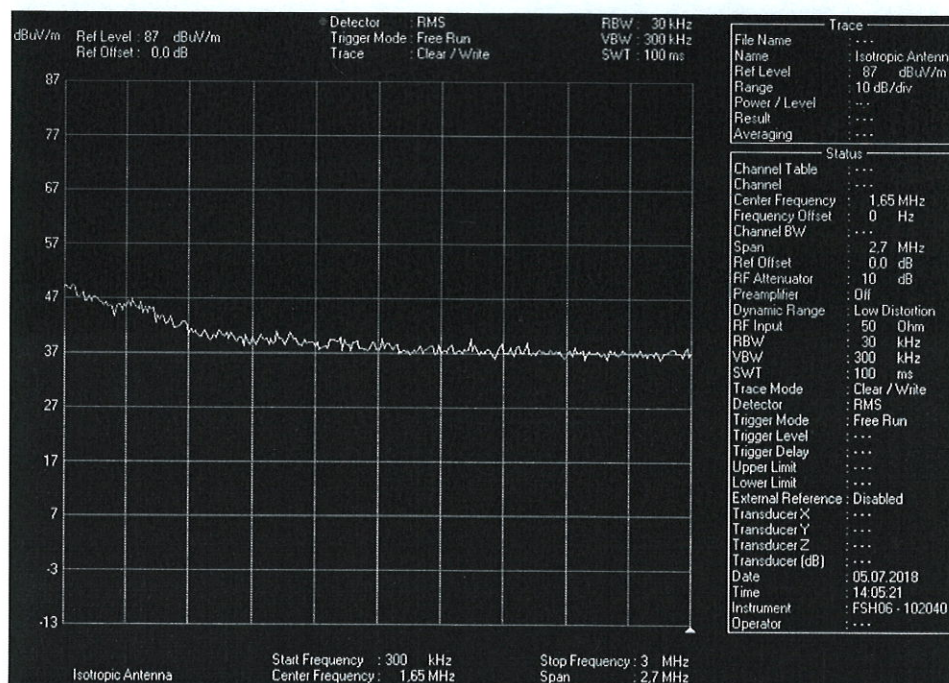


Рисунок 34. Фонові рівні напруженості електричного поля СЧ- діапазону радіочастот.

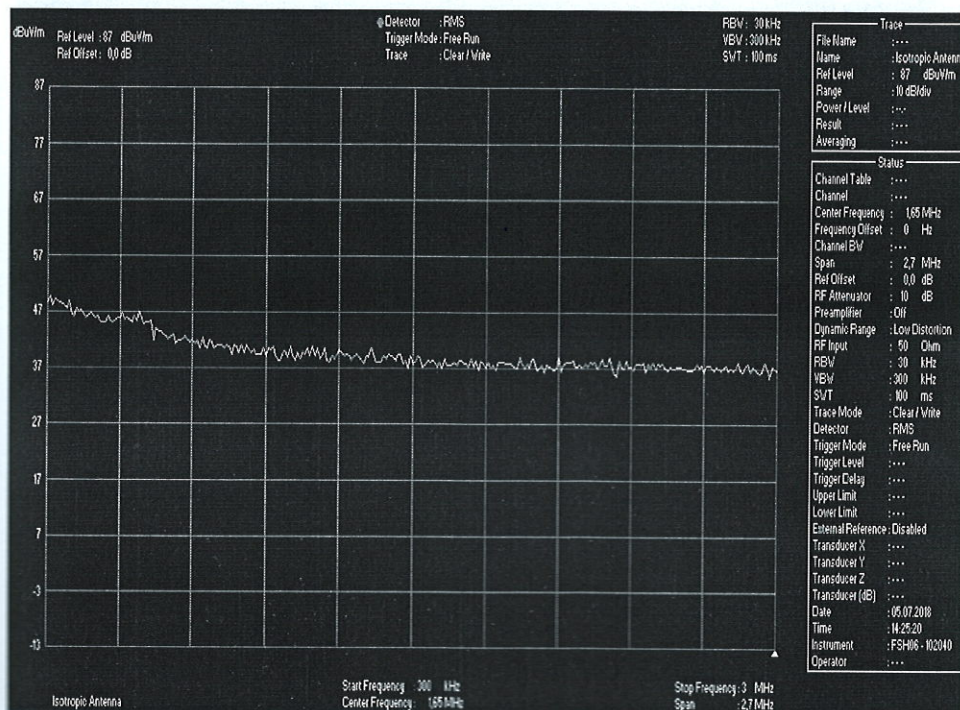


Рисунок 35. Рівні напруженості електричного поля СЧ- діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель Т20 в режимі максимальної температури.

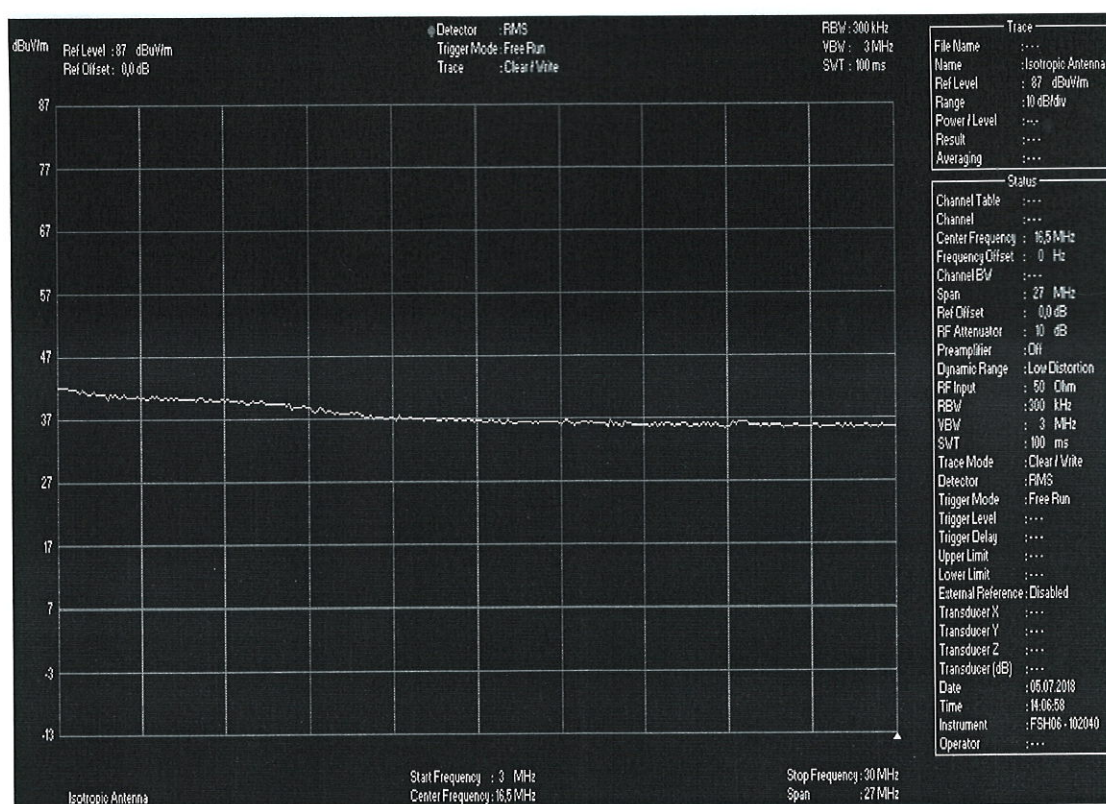


Рисунок 36. Фонові рівні напруженості електричного поля ВЧ– діапазону радіочастот.

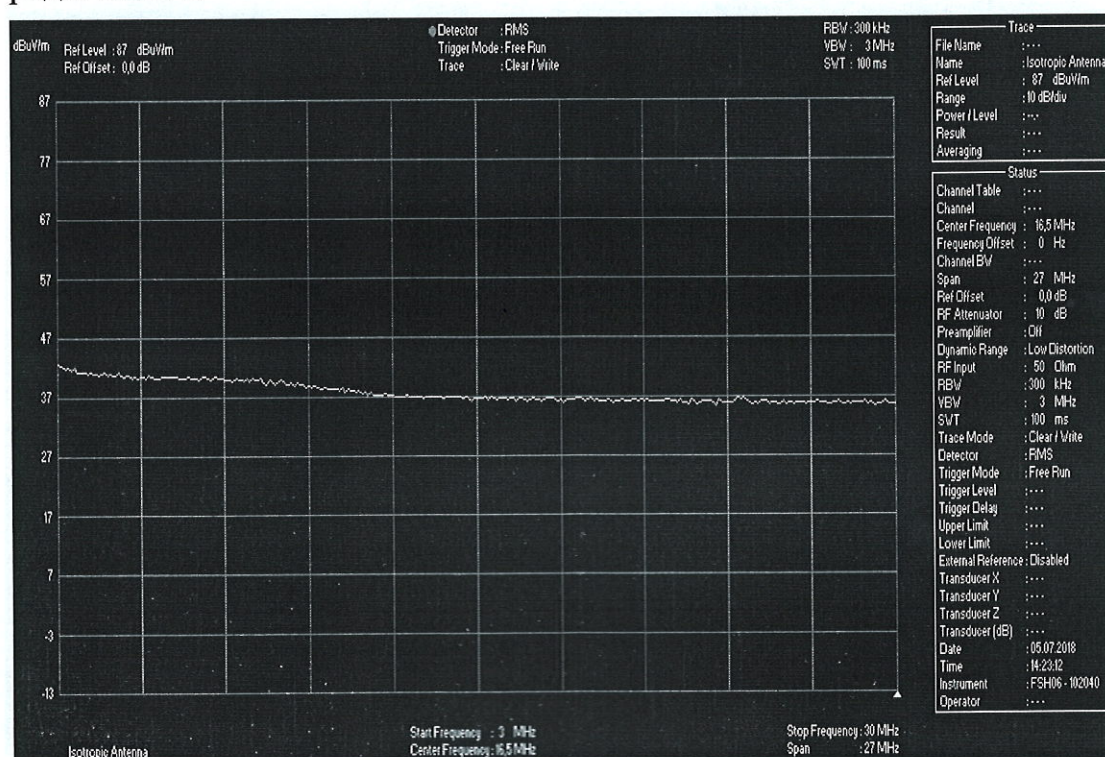


Рисунок 37. Рівні напруженості електричного поля ВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель Т20 в режимі максимальної температури.

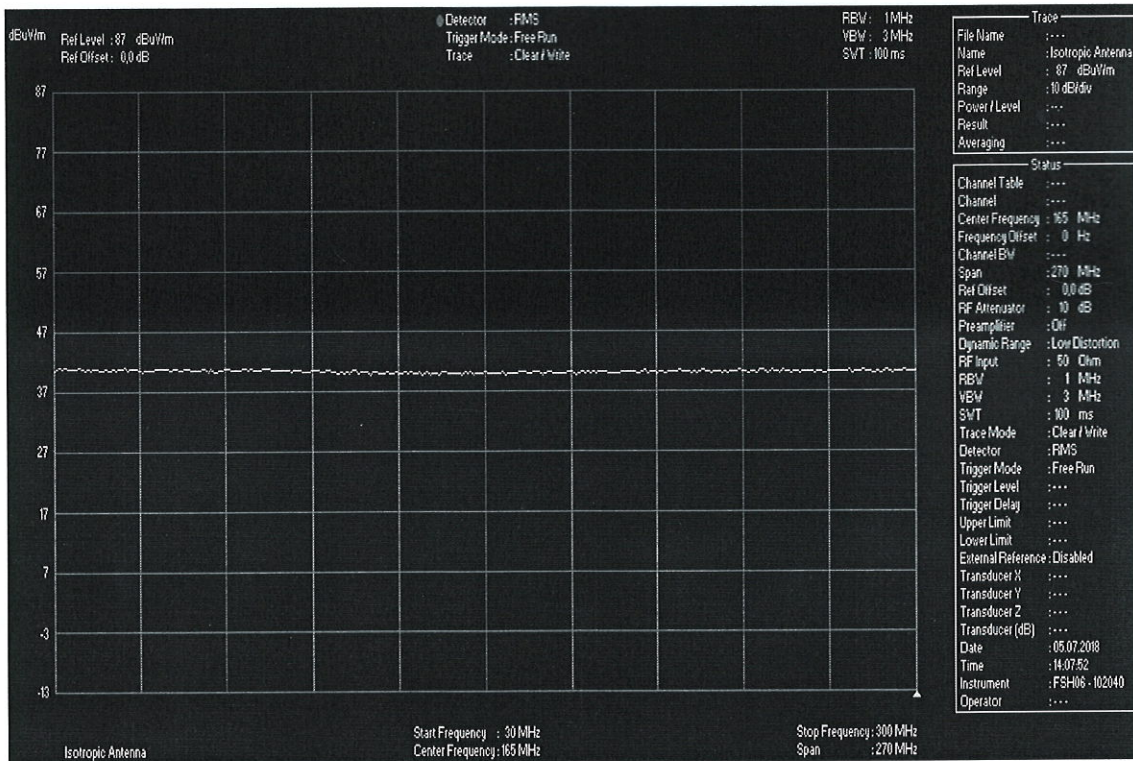


Рисунок 38. Фонові рівні напруженості електричного поля ДВЧ– діапазону радіочастот.

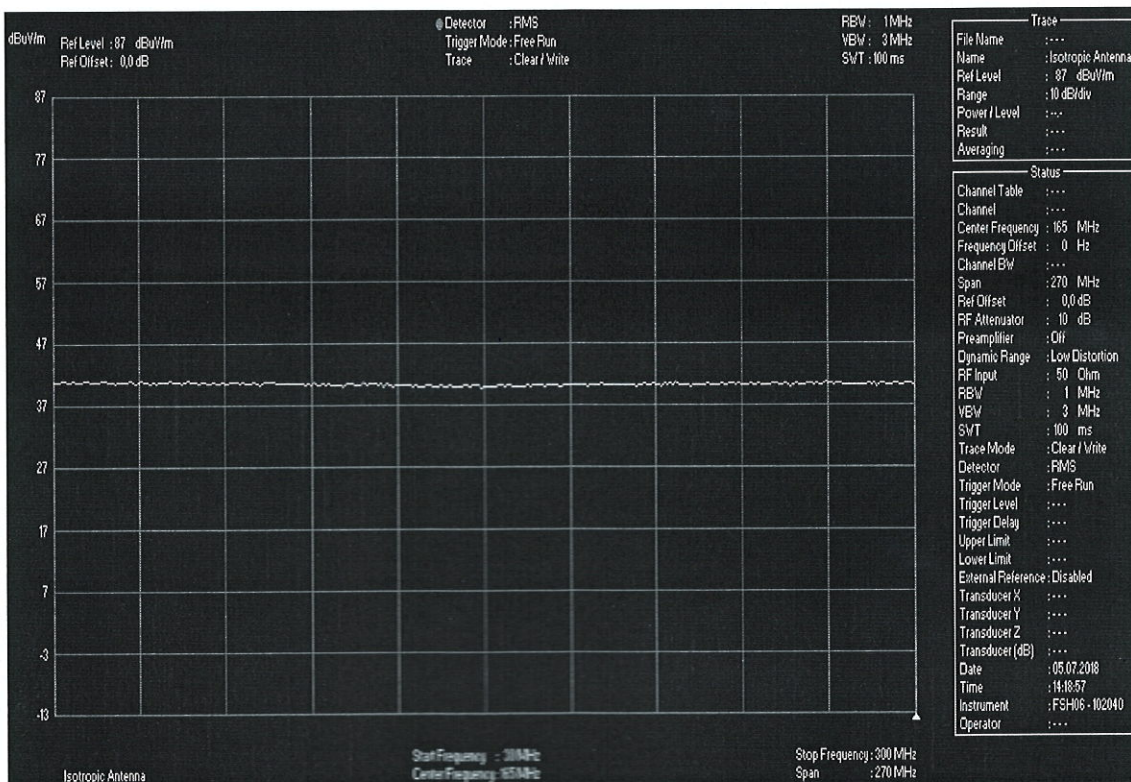


Рисунок 39. Рівні напруженості електричного поля ДВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель Т20 в режимі максимальної температури.

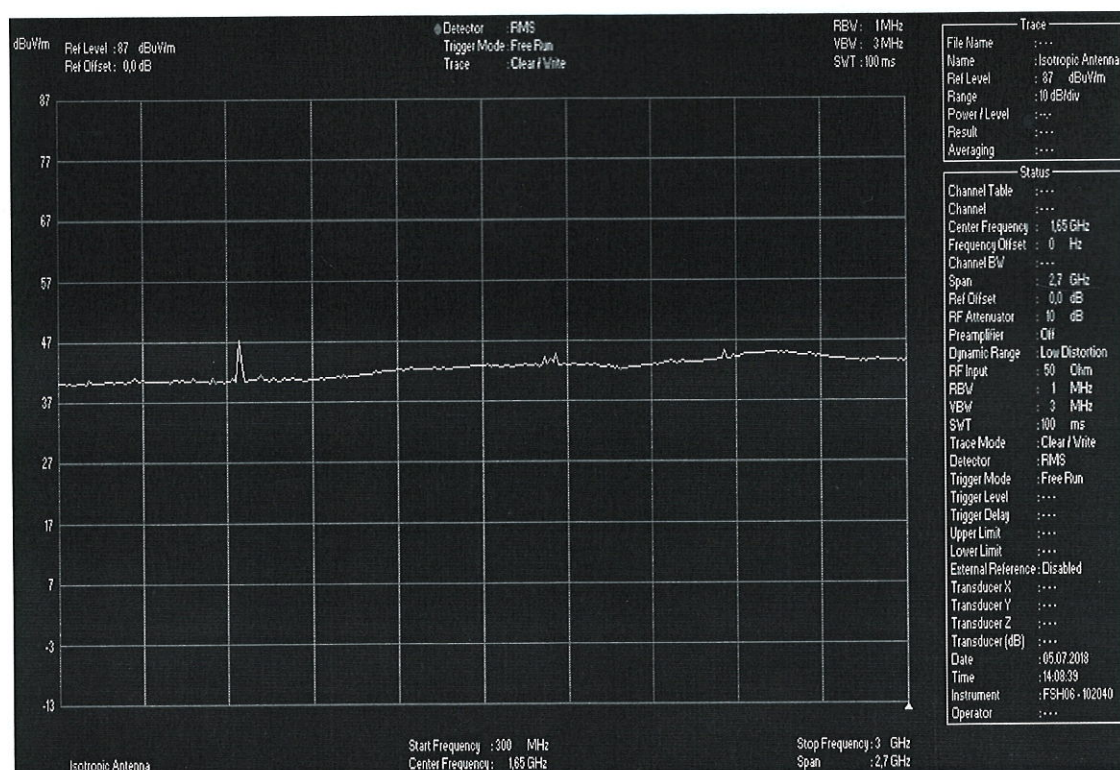


Рисунок 40. Фонові рівні напруженості електричного поля УВЧ– діапазону радіочастот.



Рисунок 41. Рівні напруженості електричного поля УВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель Т20 в режимі максимальної температури.

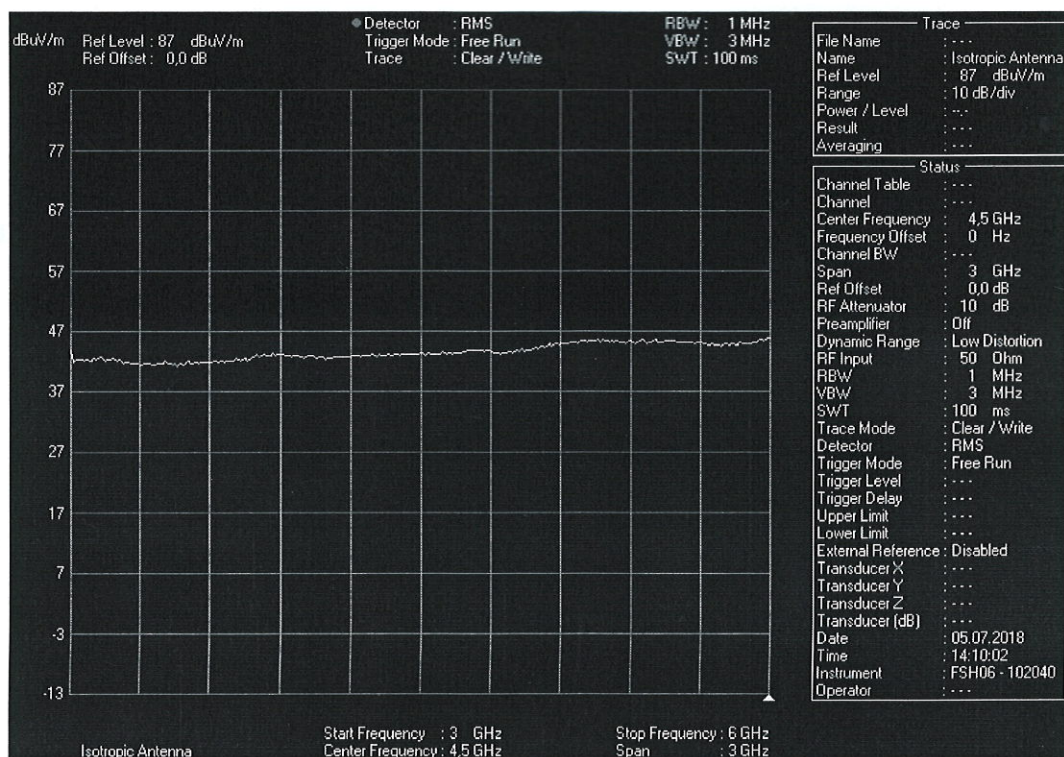


Рисунок 42. Фонові рівні напруженості електричного поля НВЧ– діапазону радіочастот.

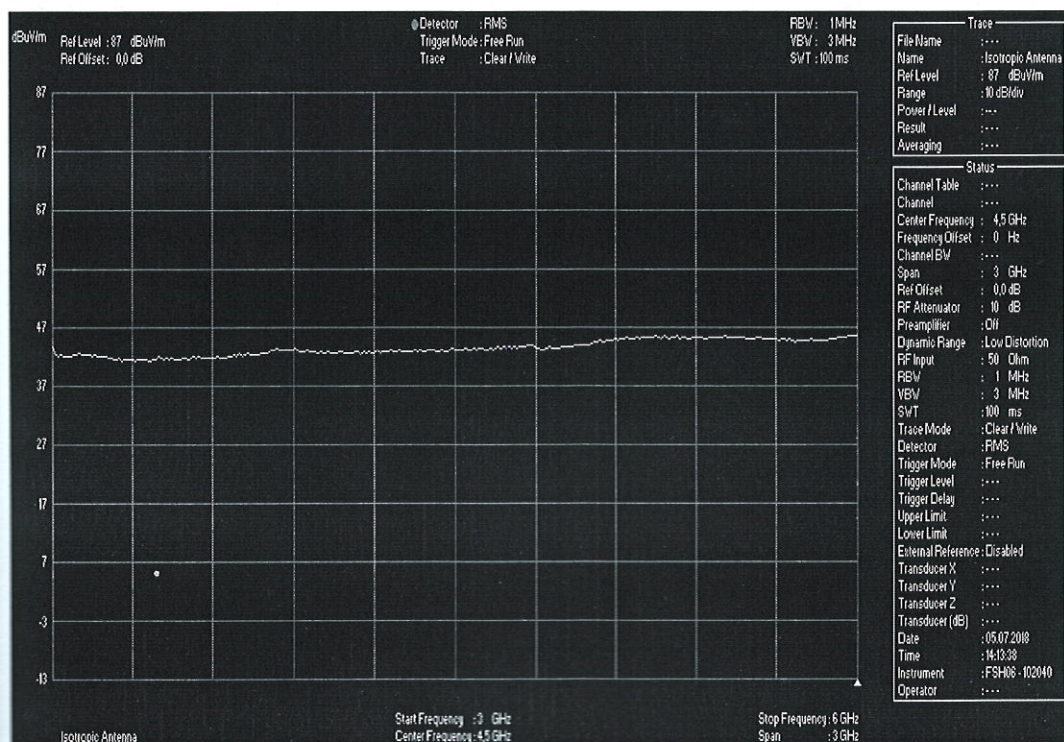


Рисунок 43. Рівні напруженості електричного поля НВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель Т20 в режимі максимальної температури.

Висновок

Результати вимірів значень напруженості електричного і магнітного полів показали, що для теплових матів моделей NM - 2500 рівні не перевищують.

В смузі частот від 5 Гц до 2 кГц:

- електричне поле 300 В/м, при нормативному рівні 500 В/м;
- магнітне поле 0,8 мкТл (норматив відсутній).

В смузі частот від 2 кГц до 400 кГц:

- електричне поле 3 В/м, при нормативному рівні 25 В/м;
- магнітне поле 4 нТл (норматив відсутній).

В СЧ– діапазоні радіочастот, від 300 кГц до 3000 кГц:

- електричне поле 50 дБм (0.32 В/м), при нормативному рівні 15 В/м.

В ВЧ– діапазоні радіочастот, від 3 МГц до 30 МГц:

- електричне поле 44 дБм (0.16 В/м), при нормативному рівні 3 В/м.

В ДВЧ– діапазоні радіочастот, від 30 МГц до 300 МГц:

- електричне поле 40 дБм (0.1 В/м), при нормативному рівні 6 В/м.

В УВЧ–, НВЧ– діапазоні радіочастот, від 300 МГц до 6000 МГц:

електричне поле 48 дБм (0.25 В/м), при нормативному рівні 6 В/м.

5.5 Результати досліджень просторового розподілу рівнів електричного і магнітного поля, що створюється турманієвим тепловим стимулятором модель Т5

Результати вимірів значень напруженості електричного і магнітного полів в смузі частот 5-400000 Гц наведено в Таблиця 10.

Таблиця 10

Рівні напруженості електричного та індукції магнітного поля в частотній смузі 5 - 400000 Гц, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель Т5 в режимі максимальної температури.

Y, см	X, см	0	10	20	30
0	E1, В/м	323	271	287	301
	E2, В/м	0,28	1,54	0,62	2,06
	H1, мкТл	0,19	0,16	0,08	0,19
	H2, нТл	3	2	3	1
10	E1, В/м	301	304	293	290
	E2, В/м	0,27	1,19	1,38	0,80
	H1, мкТл	0,01	0,08	0,17	0,00
	H2, нТл	3	3	3	1
20	E1, В/м	111	184	269	254
	E2, В/м	0,72	0,26	1,76	1,75
	H1, мкТл	0,17	0,20	0,04	0,06
	H2, нТл	2	2	2	2
30	E1, В/м	115	46	129	87
	E2, В/м	0,67	1,25	0,85	1,68
	H1, мкТл	0,27	0,19	0,24	0,18
	H2, нТл	2	2	1	2
40	E1, В/м	44	267	139	102
	E2, В/м	0,92	1,50	1,98	1,64
	H1, мкТл	0,27	0,14	0,00	0,24
	H2, нТл	3	2	3	2
50	E1, В/м	225	80	161	166
	E2, В/м	0,80	1,19	0,49	0,89
	H1, мкТл	0,02	0,15	0,17	0,12
	H2, нТл	1	1	1	2
60	E1, В/м	266	119	318	355
	E2, В/м	0,37	1,17	0,39	1,01
	H1, мкТл	0,23	0,00	0,19	0,06
	H2, нТл	1	2	1	2
70	E1, В/м	100	53	282	79
	E2, В/м	0,30	1,47	0,82	1,58
	H1, мкТл	0,00	0,11	0,10	0,09
	H2, нТл	1	2	3	2

Результати вимірів значень напруженості електричного поля в СЧ-, ВЧ-, УВЧ-, ДВЧ- та НВЧ-діапазону радіохвиль наведено на Рисунок 44–Рисунок 53.

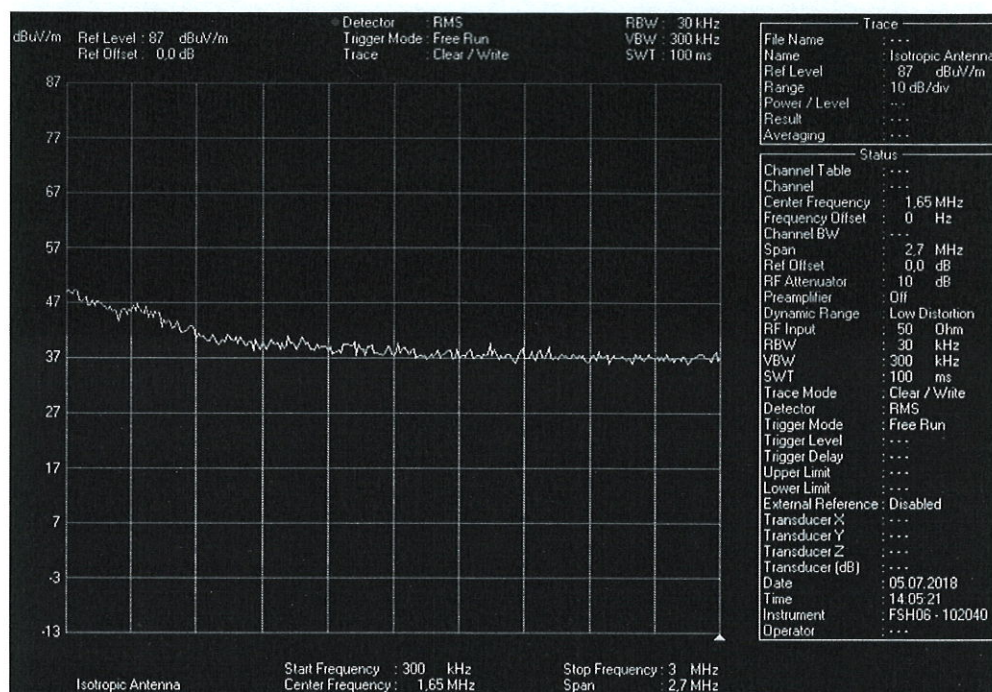


Рисунок 44. Фонові рівні напруженості електричного поля СЧ- діапазону радіочастот.

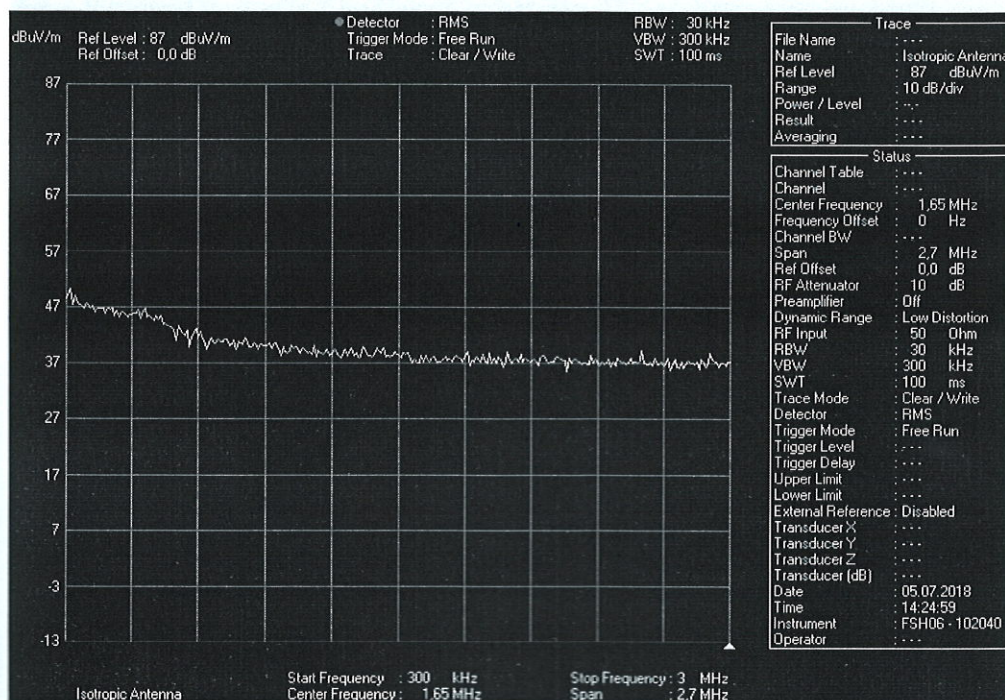


Рисунок 45. Рівні напруженості електричного поля СЧ- діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель Т5 в режимі максимальної температури.

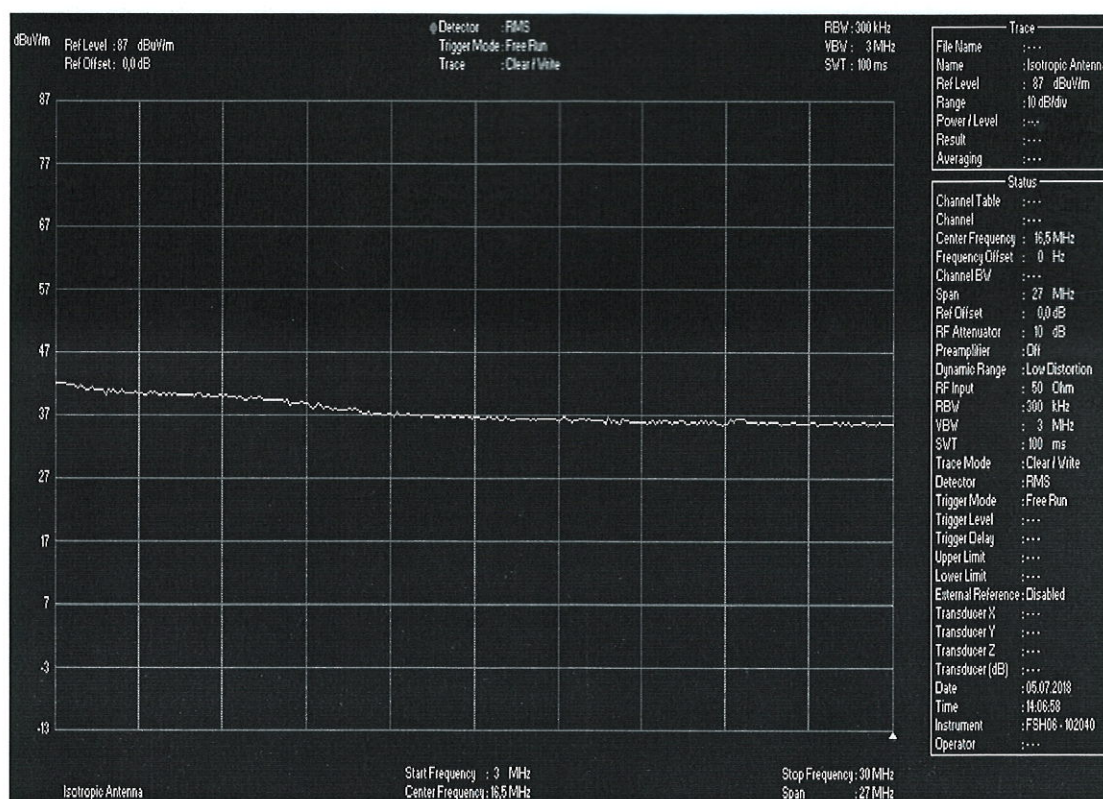


Рисунок 46. Фонові рівні напруженості електричного поля ВЧ– діапазону радіочастот.

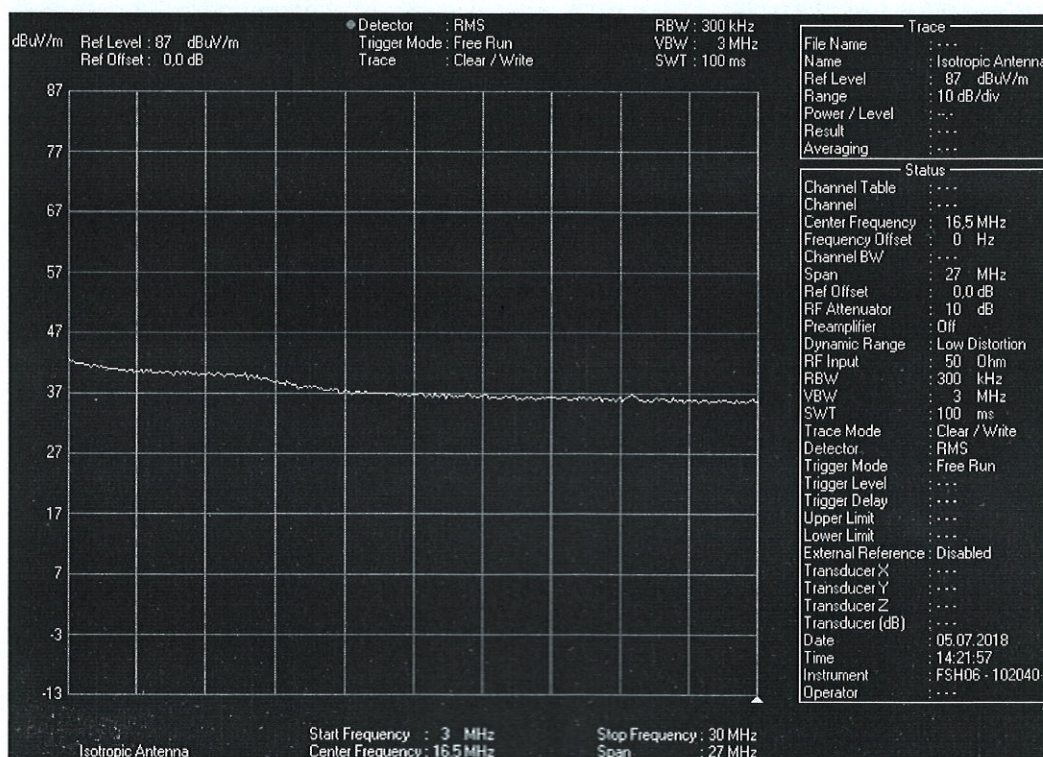


Рисунок 47. Рівні напруженості електричного поля ВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель Т5 в режимі максимальної температури.

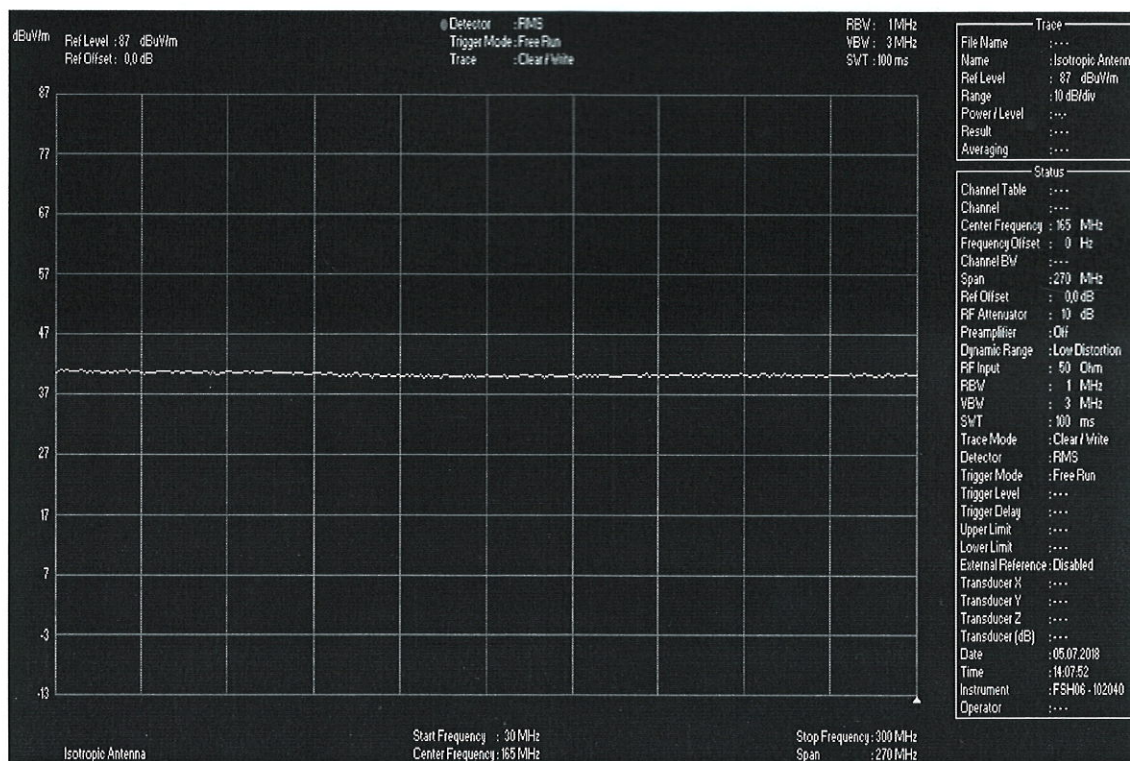


Рисунок 48. Фонові рівні напруженості електричного поля ДВЧ– діапазону радіочастот.

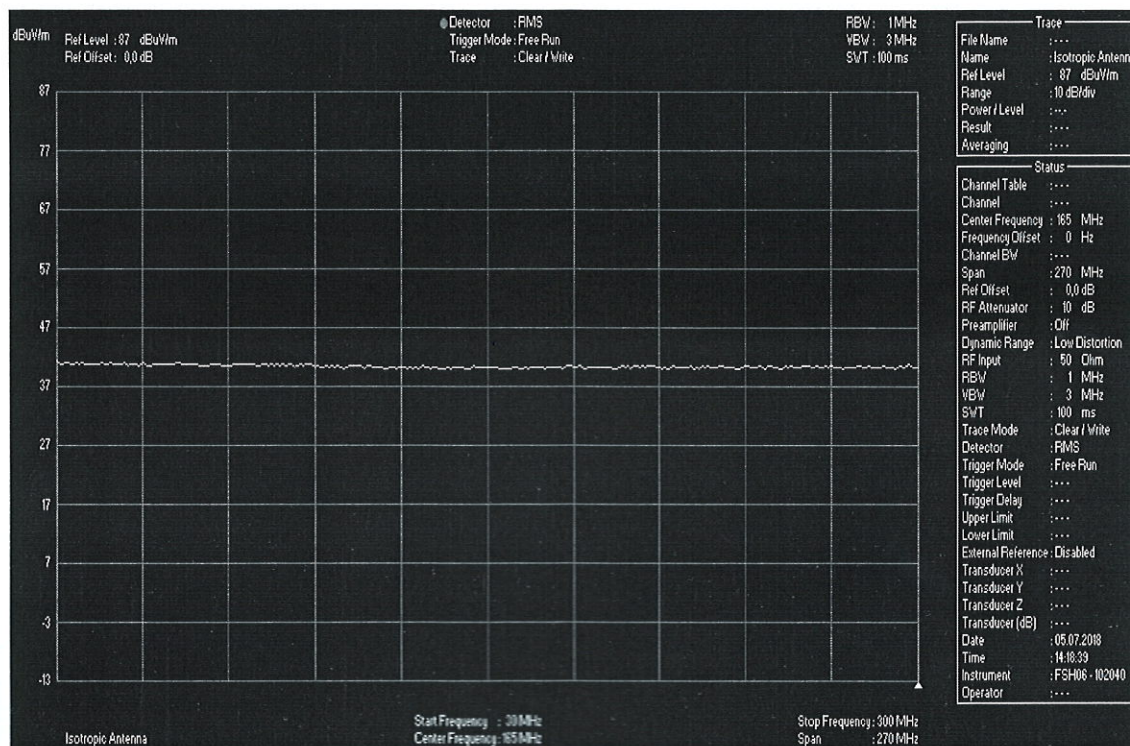


Рисунок 49. Рівні напруженості електричного поля ДВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель Т5 в режимі максимальної температури.

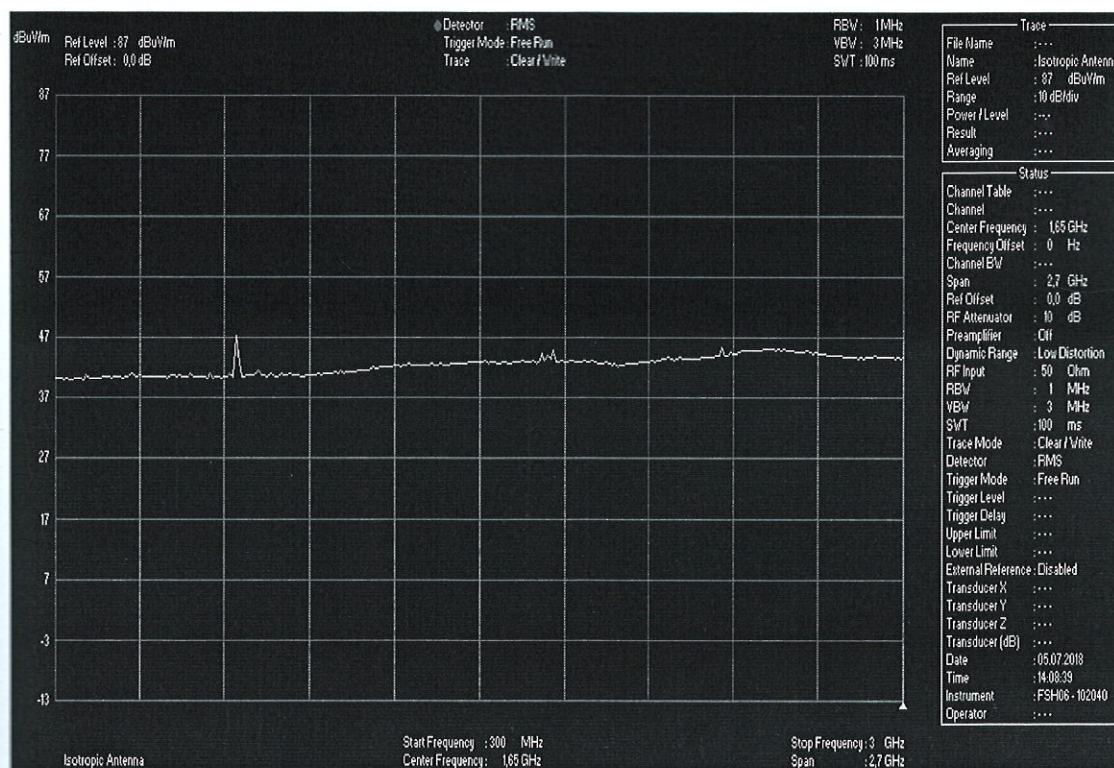


Рисунок 50. Фонові рівні напруженості електричного поля УВЧ– діапазону радіочастот.

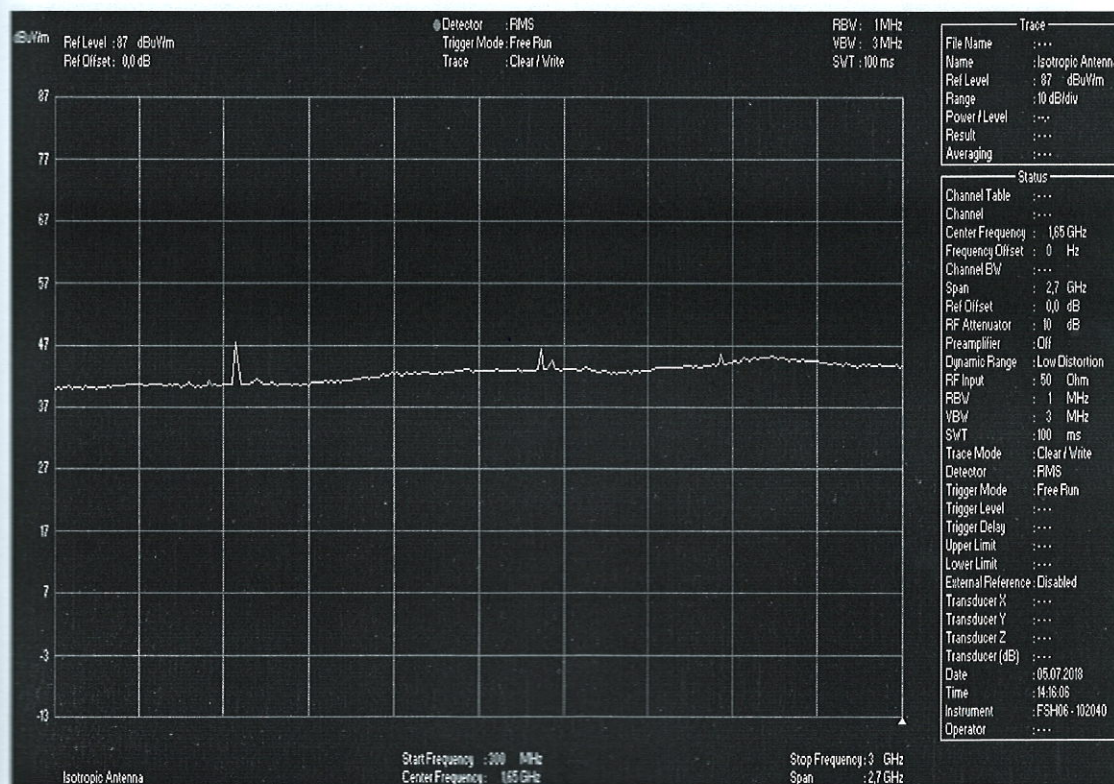


Рисунок 51. Рівні напруженості електричного поля УВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель Т5 в режимі максимальної температури.

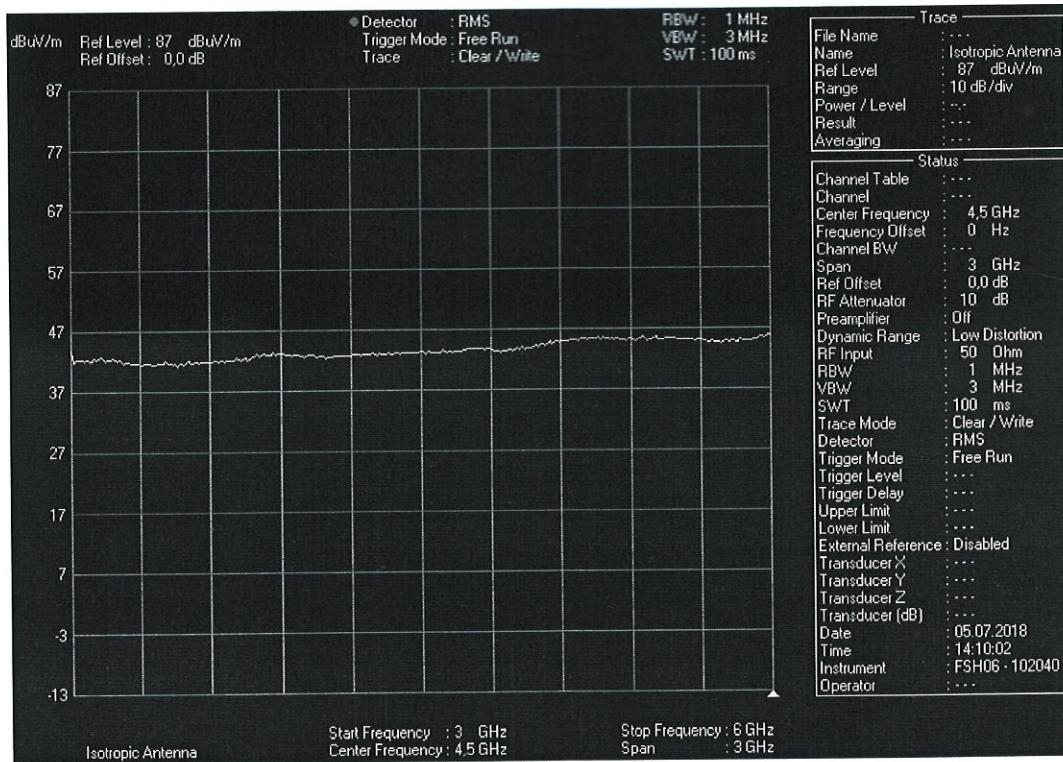


Рисунок 52. Фонові рівні напруженості електричного поля НВЧ– діапазону радіочастот.

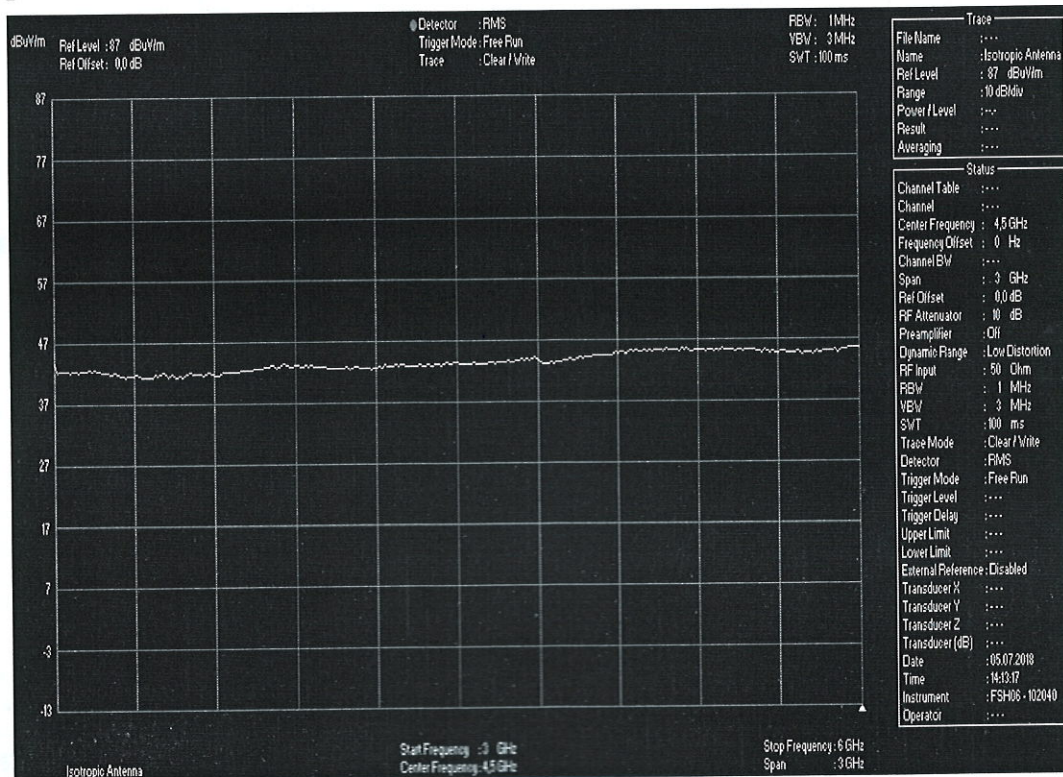


Рисунок 53. Рівні напруженості електричного поля НВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель Т5 в режимі максимальної температури.

Висновок

Результати вимірів значень напруженості електричного і магнітного полів показали, що для теплових матів моделей NM - 2500 рівні не перевищують.

В смузі частот від 5 Гц до 2 кГц:

- електричне поле 300 В/м, при нормативному рівні 500 В/м;
- магнітне поле 0,8 мкТл (норматив відсутній).

В смузі частот від 2 кГц до 400 кГц:

- електричне поле 3 В/м, при нормативному рівні 25 В/м;
- магнітне поле 4 нТл (норматив відсутній).

В СЧ– діапазоні радіочастот, від 300 кГц до 3000 кГц:

- електричне поле 50 дБм (0.32 В/м), при нормативному рівні 15 В/м.

В ВЧ– діапазоні радіочастот, від 3 МГц до 30 МГц:

- електричне поле 44 дБм (0.16 В/м), при нормативному рівні 3 В/м.

В ДВЧ– діапазоні радіочастот, від 30 МГц до 300 МГц:

- електричне поле 40 дБм (0.1 В/м), при нормативному рівні 6 В/м.

В УВЧ–, НВЧ– діапазоні радіочастот, від 300 МГц до 6000 МГц:

електричне поле 48 дБм (0.25 В/м), при нормативному рівні 6 В/м.

5.6 Результати досліджень просторового розподілу рівнів електричного і магнітного поля, що створюється турманієвим тепловим стимулятором модель МНР - 100

Результати вимірів значень напруженості електричного і магнітного полів в смузі частот 5-400000 Гц наведено в Таблиця 11.

Таблиця 11

Рівні напруженості електричного та індукції магнітного поля в частотній смузі 5 - 400000 Гц, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель МНР - 100 в режимі максимальної температури.

Y, см	X, см	0	10	20	30	40	50
0	E1, В/м	311	76	200	312	295	153
	E2, В/м	2,70	0,12	0,25	2,12	2,02	1,39
	H1, мкТл	0,00	0,62	0,00	0,66	0,74	0,24
	H2, нТл	2	3	1	4	2	2
10	E1, В/м	188	122	312	290	264	191
	E2, В/м	2,67	0,25	2,85	2,69	0,77	1,72
	H1, мкТл	0,20	0,48	0,19	0,44	0,73	0,55
	H2, нТл	4	2	1	2	2	1
20	E1, В/м	112	363	190	242	60	370
	E2, В/м	2,91	2,05	1,51	1,98	1,13	0,09
	H1, мкТл	0,14	0,30	0,48	0,62	0,00	0,34
	H2, нТл	2	2	1	3	3	4
30	E1, В/м	156	293	338	342	367	115
	E2, В/м	0,08	1,59	2,98	2,60	1,26	2,45
	H1, мкТл	0,59	0,81	0,58	0,63	0,03	0,00
	H2, нТл	3	2	2	2	3	2
40	E1, В/м	150	220	150	10	129	117
	E2, В/м	0,52	2,53	0,00	0,17	0,21	2,14
	H1, мкТл	0,73	0,38	0,70	0,74	0,79	0,19
	H2, нТл	1	3	2	4	2	2
50	E1, В/м	219	285	8	52	132	299
	E2, В/м	1,46	0,78	1,64	2,10	0,53	1,51
	H1, мкТл	0,76	0,04	0,57	0,30	0,92	0,77
	H2, нТл	1	4	4	3	3	2
60	E1, В/м	42	182	56	35	67	124
	E2, В/м	0,12	0,08	1,01	2,78	0,48	0,77
	H1, мкТл	0,51	0,00	0,72	0,31	0,75	0,65
	H2, нТл	4	3	3	1	2	4
70	E1, В/м	218	279	115	21	225	62
	E2, В/м	1,81	0,26	0,85	1,84	2,17	0,08
	H1, мкТл	0,00	0,56	0,42	0,88	0,43	0,90
	H2, нТл	3	4	3	0	2	4

Результати вимірів значень напруженості електричного поля в СЧ-, ВЧ-,
УВЧ-, ДВЧ- та НВЧ-діапазону радіохвиль наведено на Рисунок 54 – Рисунок
63.

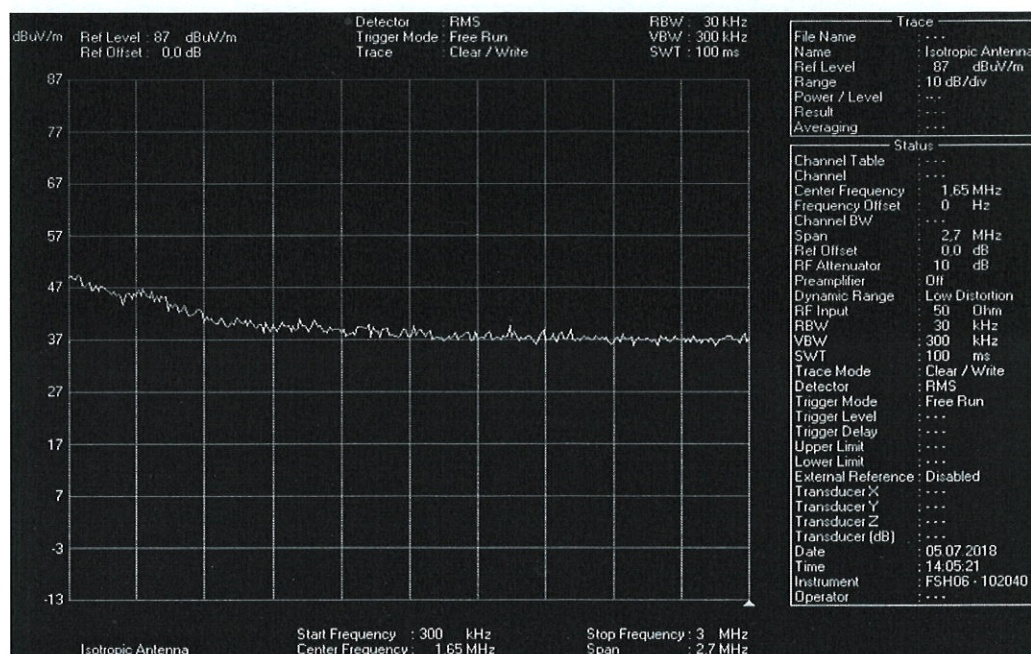


Рисунок 54. Фонові рівні напруженості електричного поля СЧ- діапазону радіочастот.

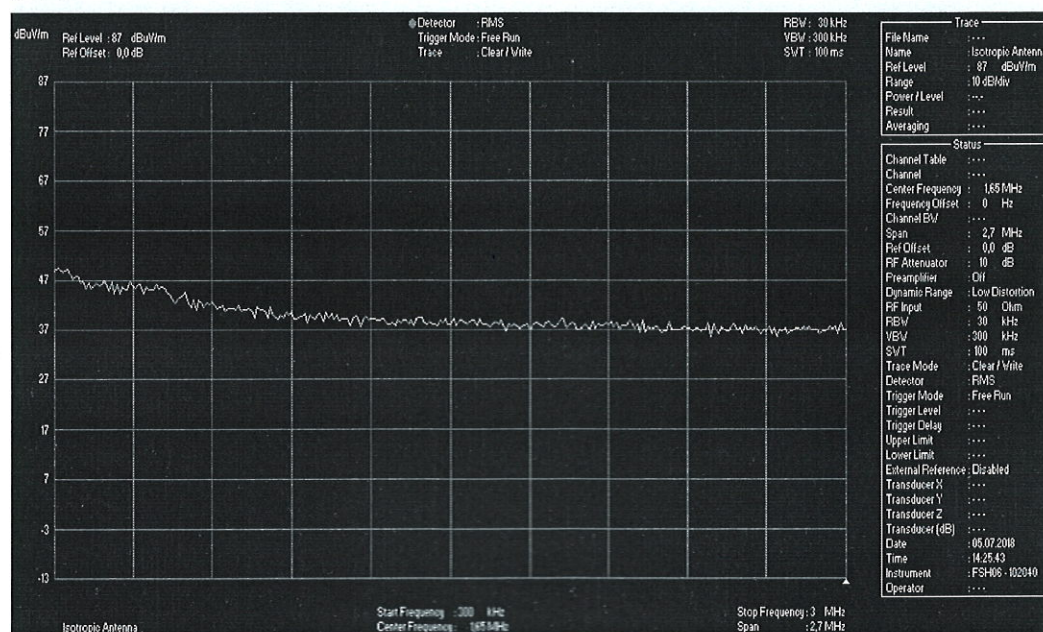


Рисунок 55. Рівні напруженості електричного поля СЧ- діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель МНР - 100 в режимі максимальної температури.

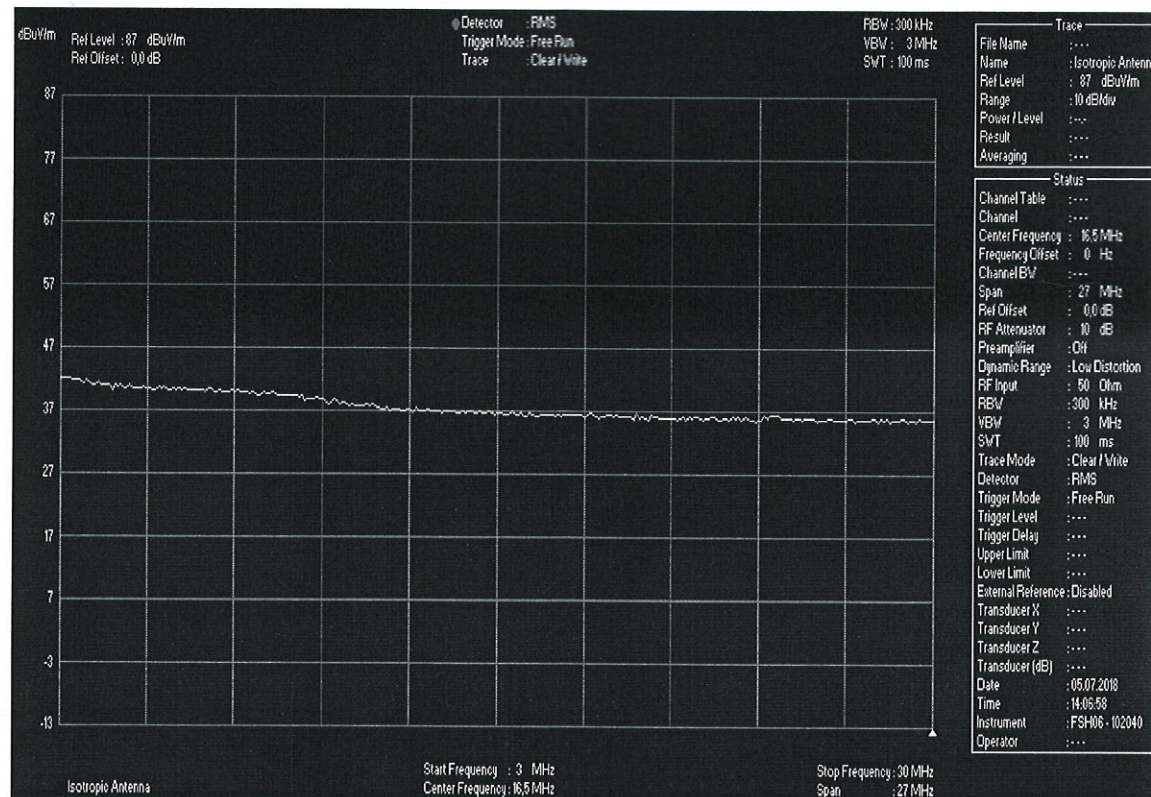


Рисунок 56. Фонові рівні напруженості електричного поля ВЧ– діапазону радіочастот.

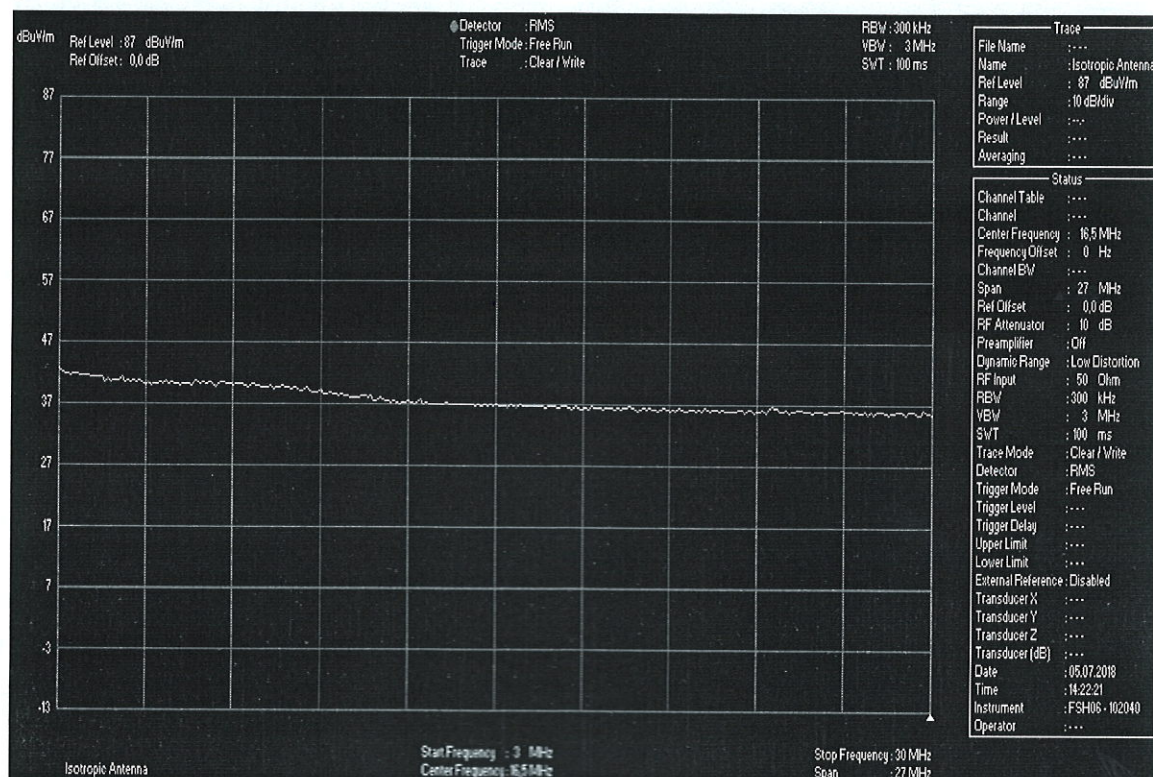


Рисунок 57. Рівні напруженості електричного поля ВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель МНР - 100 в режимі максимальної температури.

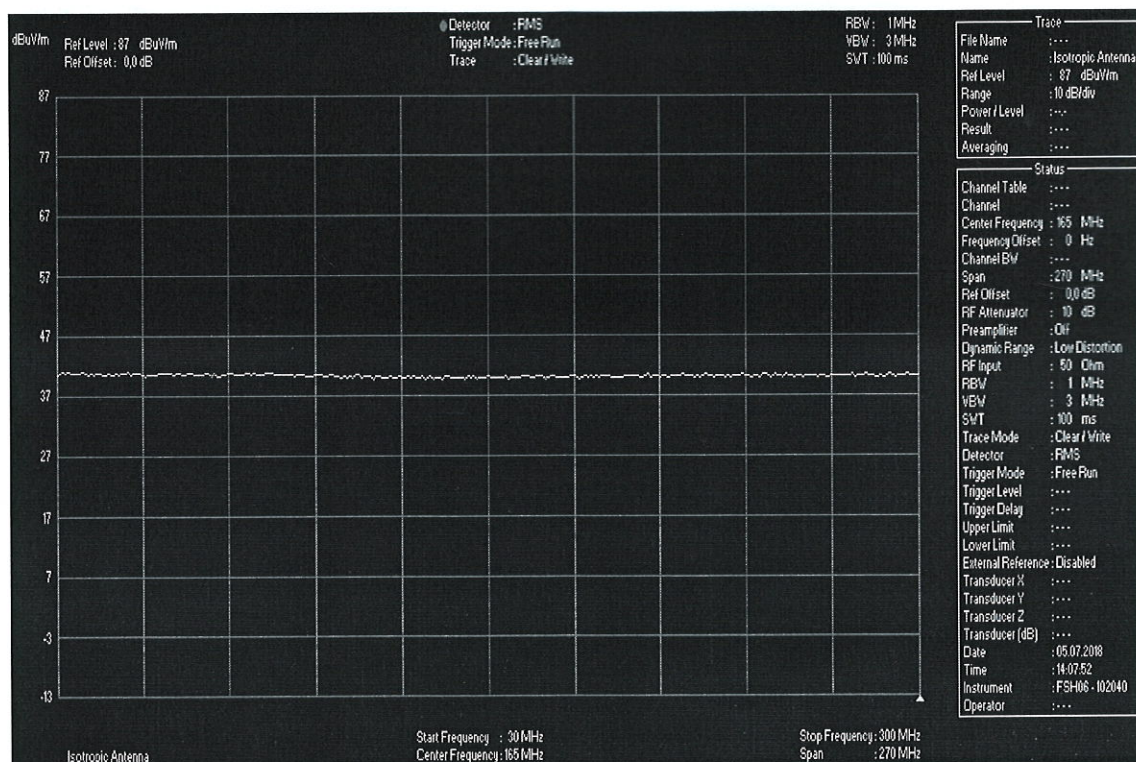


Рисунок 58. Фонові рівні напруженості електричного поля ДВЧ– діапазону радіочастот.

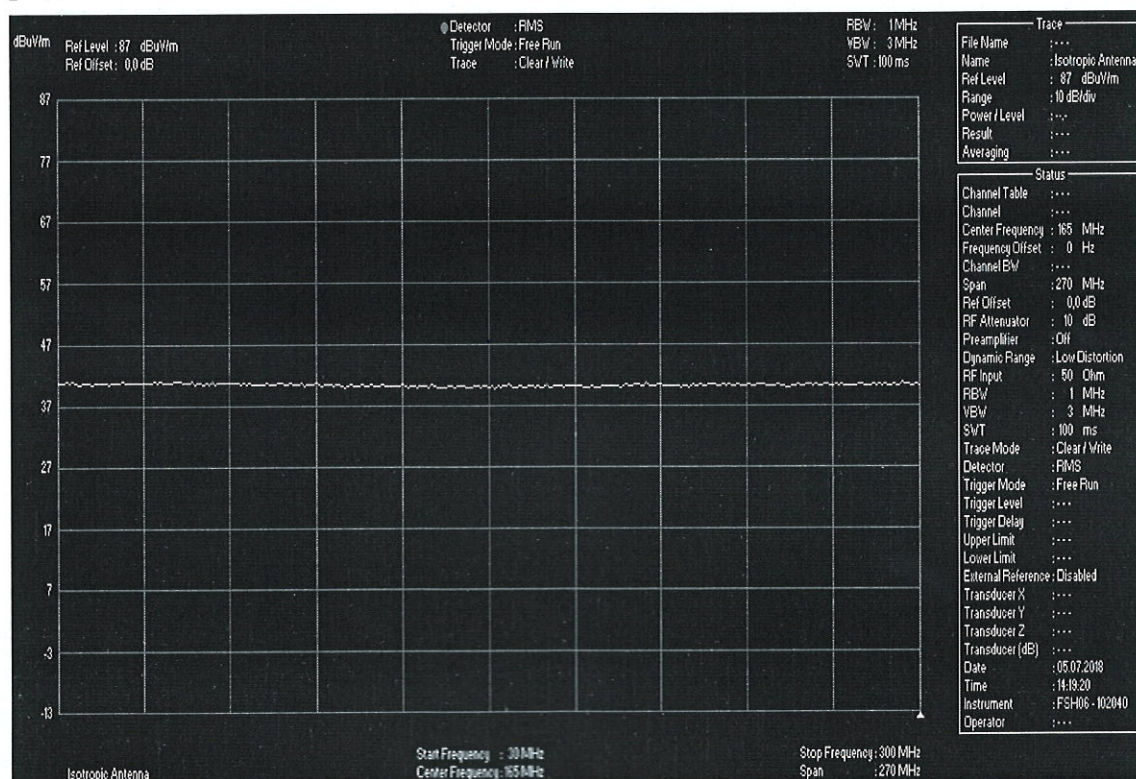


Рисунок 59. Рівні напруженості електричного поля ДВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель МНР - 100 в режимі максимальної температури.

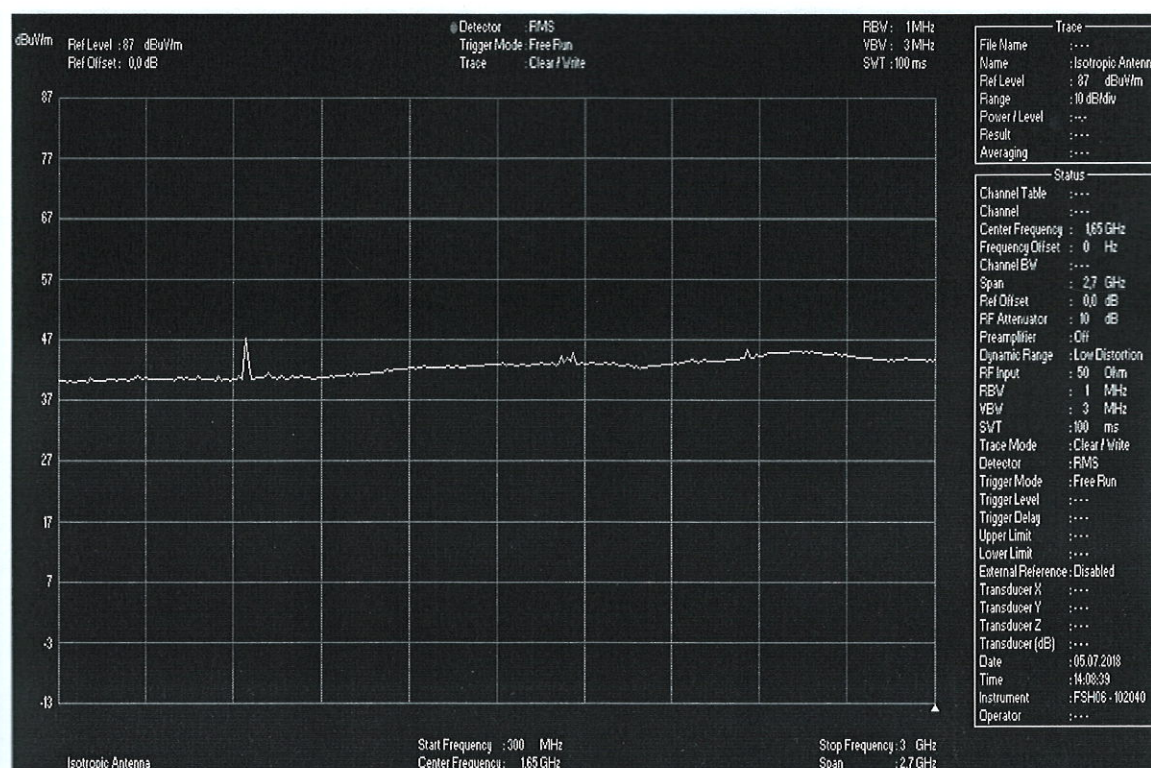


Рисунок 60. Фонові рівні напруженості електричного поля УВЧ– діапазону радіочастот.

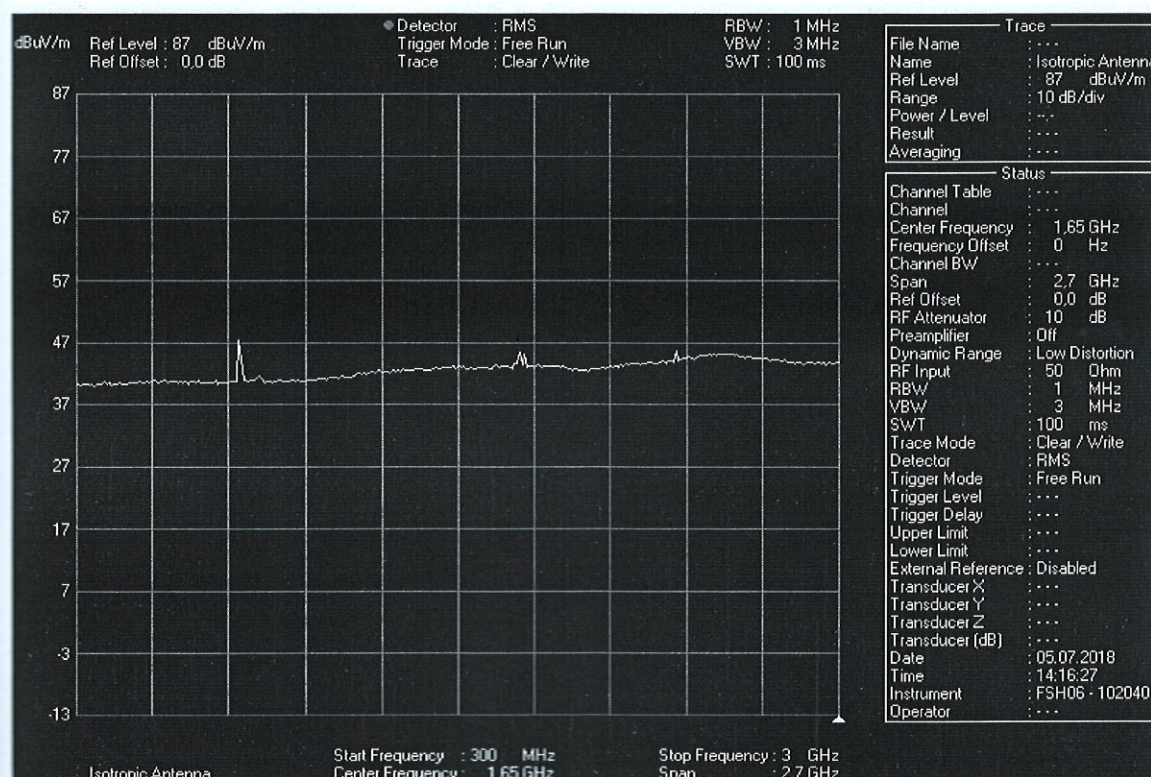


Рисунок 61. Рівні напруженості електричного поля УВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель МНР - 100 в режимі максимальної температури.

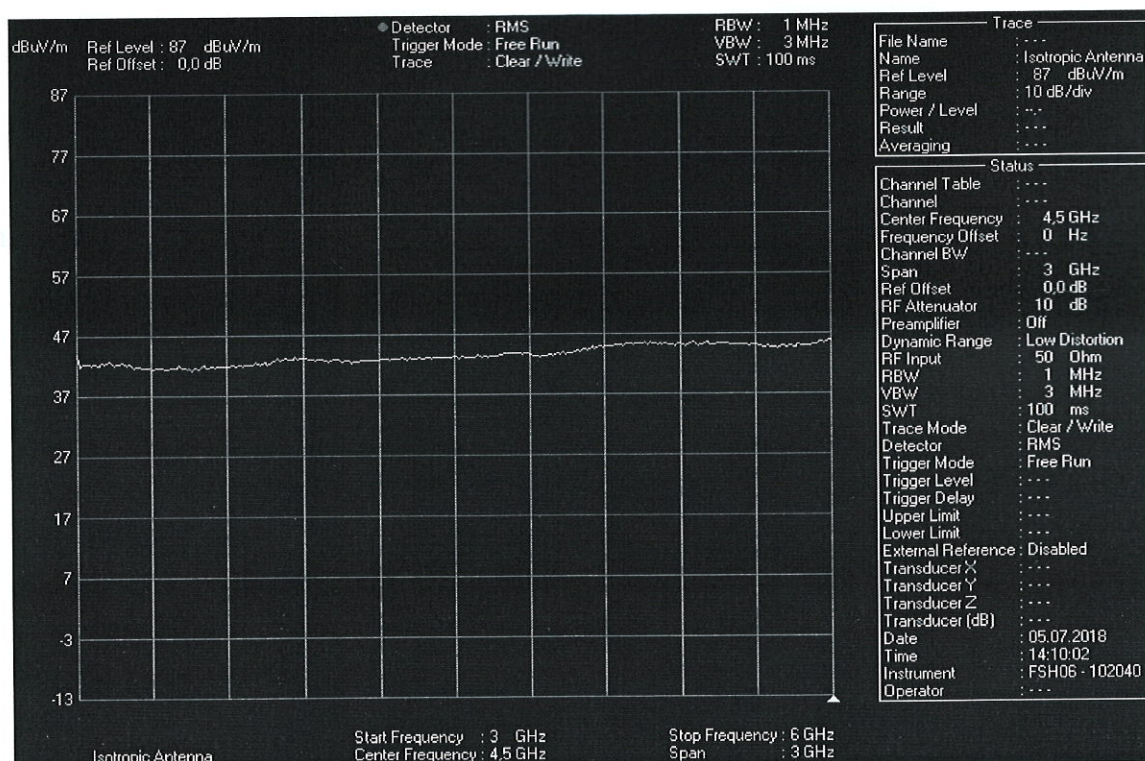


Рисунок 62. Фонові рівні напруженості електричного поля НВЧ– діапазону радіочастот.

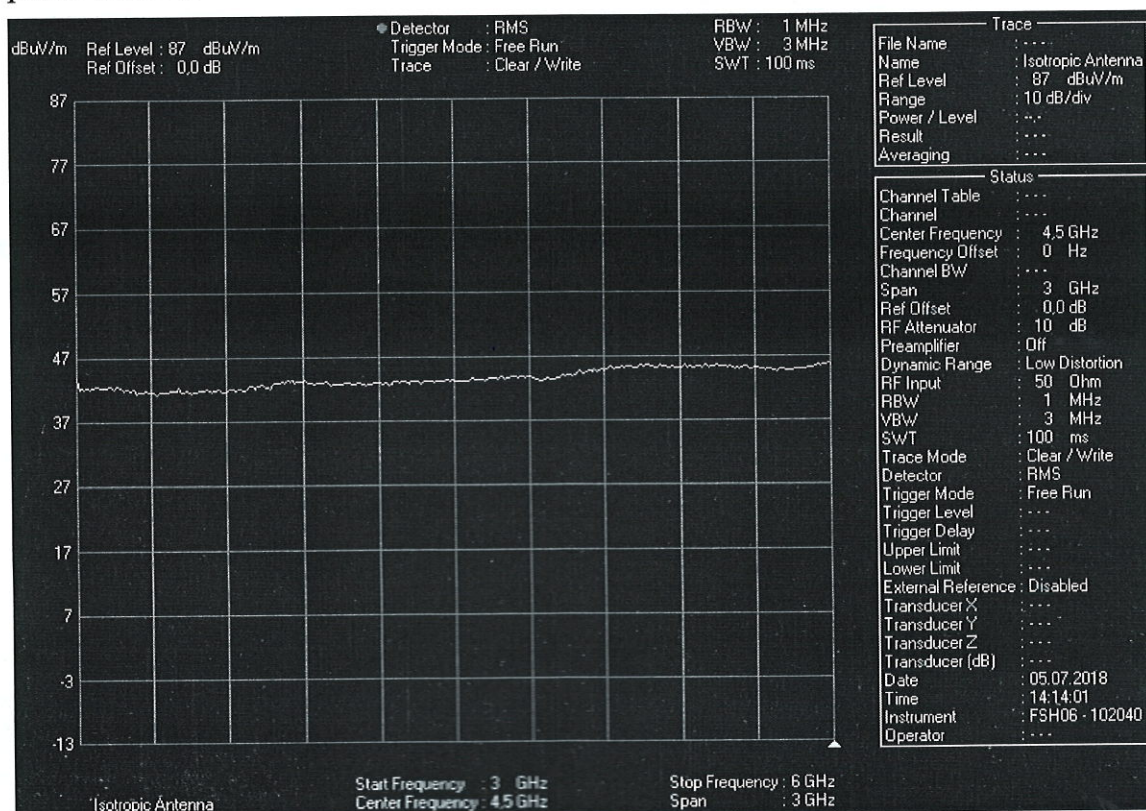


Рисунок 63. Рівні напруженості електричного поля НВЧ– діапазону радіочастот, які створюються турманієвим тепловим стимулятором модель МНР - 100 в режимі максимальної температури.

Висновок

Результати вимірів значень напруженості електричного і магнітного полів показали, що для теплових матів моделей NM - 2500 рівні не перевищують.

В смузі частот від 5 Гц до 2 кГц:

- електричне поле 300 В/м, при нормативному рівні 500 В/м;
- магнітне поле 0,8 мкТл (норматив відсутній).

В смузі частот від 2 кГц до 400 кГц:

- електричне поле 3 В/м, при нормативному рівні 25 В/м;
- магнітне поле 4 нТл (норматив відсутній).

В СЧ– діапазоні радіочастот, від 300 кГц до 3000 кГц:

- електричне поле 50 дБм (0.32 В/м), при нормативному рівні 15 В/м.

В ВЧ– діапазоні радіочастот, від 3 МГц до 30 МГц:

- електричне поле 44 дБм (0.16 В/м), при нормативному рівні 3 В/м.

В ДВЧ– діапазоні радіочастот, від 30 МГц до 300 МГц:

- електричне поле 40 дБм (0.1 В/м), при нормативному рівні 6 В/м.

В УВЧ–, НВЧ– діапазоні радіочастот, від 300 МГц до 6000 МГц:

електричне поле 48 дБм (0.25 В/м), при нормативному рівні 6 В/м.

5.7 Результати досліджень просторового розподілу рівнів електричного і магнітного поля, що створюється масажером - стимулятором термотерапевтичним персональним, модель N – 4, комбінованого стимулятора, модель N – 5, термомасажного ліжка (Termal Massage Bed) NM-5000P

Результати вимірів значень напруженості електричного і магнітного полів в смузі частот 5-400000 Гц показали, що для теплових матів моделей N – 4, N – 5 та NM-5000P не перевищують:

В смузі частот від 5 Гц до 2 кГц:

- електричне поле 300 В/м, при нормативному рівні 500 В/м;
- магнітне поле 0,8 мкТл (норматив відсутній).

В смузі частот від 2 кГц до 400 кГц:

- електричне поле 3 В/м, при нормативному рівні 25 В/м;
- магнітне поле 4 нТл (норматив відсутній).

В СЧ– діапазоні радіочастот, від 300 кГц до 3000 кГц:

- електричне поле 50 дБм (0.32 В/м), при нормативному рівні 15 В/м.

В ВЧ– діапазоні радіочастот, від 3 МГц до 30 МГц:

- електричне поле 44 дБм (0.16 В/м), при нормативному рівні 3 В/м.

В ДВЧ– діапазоні радіочастот, від 30 МГц до 300 МГц:

- електричне поле 40 дБм (0.1 В/м), при нормативному рівні 6 В/м

В УВЧ–, НВЧ– діапазоні радіочастот, від 300 МГц до 6000 МГц:

- електричне поле 48 дБм (0.25 В/м), при нормативному рівні 6 В/м.

Висновок.

При роботі теплових стимуляторів виробництва Nuga Best рівні електромагнітних випромінювань в зоні знаходження людини не перевищують гігієнічні нормативи і не можуть спричинити шкоди для її здоров'я.

6 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА ІОНІЗОВАНІСТЬ ПОВІТРЯ В ПРИМІЩЕНІ ПРИ РОБОТІ ТУРМАНІЄВИХ ТЕПЛОВИХ СТИМУЛЯТОРІВ NUGA BEST

6.1 Методика і результати вимірів рівнів іонізованості повітря поблизу турманієвих теплових стимуляторів виробництва Nuga Best

Визначення рівнів іонізованості повітря виконують по величині концентрації легких аероіонів з врахуванням коефіцієнту уніполярності.

Вимірювання концентрації легких аероіонів (електрична рухомість більше $0,4 \text{ см}^2/\text{В с}$) і коефіцієнта уніполярності проводили лічильником аероіонів малогабаритним МАС-01 (зав. № 09301) на відстанях $0,05 \text{ м}$ по геометричній осі перед розташуванням теплового стимулятора (в умовній зоні дихання людини), а також над стимулятором (в тій же зоні дихання людини), Рисунок 64. Результати реєструвалися в автоматичному режимі. Автоматично проводилася статистична обробка результатів за час вимірів. Виміри проводилися в максимальному режимі нагрівання (70°C), в інших режимах показники будуть такі же, або нижче.



Рисунок 64 - Лічильник аероіонів малогабаритний МАС-01

Дослідження були проведені в декілька етапів: на першому - проводили визначення фонових концентрацій кількості іонів (обох полярностей) в приміщенні; на другому - проводили вимірювання концентрацій кількості іонів (обох полярностей) на відстанях 0,05 м по геометричній осі перед розташуванням теплових стимуляторів в зоні дихання людини при роботі турманієвих теплових стимуляторів виробництва Nuga Best в максимальному (70 °C) режимі нагрівання (Дослід 1); на третьому - проводили вимірювання концентрацій кількості іонів (обох полярностей) над тепловим стимулятором (в тій же зоні дихання людини) при роботі турманієвих теплових стимуляторів виробництва Nuga Best в максимальному (70 °C) режимі нагрівання (Дослід 2).

Умови дослідження були наступні: приміщення площею 32 м² (об'єм 96,0 м³), температура 26 – 28 °C, відносна вологість повітря 76 – 87 %, атмосферний тиск 750 – 760 мм.рт.ст (мікрокліматичні показники наближені до нормальних, не змінювались під час проведення вимірювань). Дослідження та аналіз отриманих даних були проведені з припущенням, що вплив вказаних параметрів на концентрацію легких аероіонів мінімальний і до врахування не брався. Визначення кількості іонів в приміщенні проводили через кожні 10 хв, після ввімкнення режиму «нагрівання» теплових стимуляторів.

Визначено, що фонові концентрації легких аероіонів обох знаків були наступні: Ns- - $-0,23 \times 10^3$ іон/см³; Ns+ - $0,27 \times 10^3$ іон/см³; Pp - $+0,06$. Результати вимірювання концентрації легких аероіонів в приміщенні наведені в Таблиця 12.

Таблиця 12 - Результати вимірювання концентрації легких аероіонів

Модель теплових стимуляторів	Концентрація легких аероіонів, іон/см ³ x 10 ³			Концентрація легких аероіонів, іон/см ³ x 10 ³		
	Режим «нагрівання» Дослід 1			Режим «нагрівання» Дослід 2		
	Ns-	Ns+	Pp	Ns-	Ns+	Pp
NM-80	-0,27	+0,23	-0,06	-0,43	+0,35	-0,08
NM-2500	-0,35	+0,31	-0,05	-0,39	+0,38	-0,00
T5	-0,34	+0,33	-0,00	-0,26	+0,37	+0,16
T20	-0,33	+0,45	+0,14	-0,34	+0,36	+0,02
MHP-100	-0,31	+0,42	+0,14	-0,36	+0,46	+0,12

Модель теплових стимуляторів	Концентрація легких аероіонів, іон/см ³ x 10 ³			Концентрація легких аероіонів, іон/см ³ x 10 ³		
	Режим «нагрівання» Дослід 1			Режим «нагрівання» Дослід 2		
	Ns-	Ns+	Pp	Ns-	Ns+	Pp
N – 4	-0,35	0,56	0,42	-0,37	0,41	0,04
N – 5	-0,35	0,33	0,35	-0,34	0,31	0,20
NM-5000P	-0,27	0,46	0,36	-0,36	0,36	-0,14

Представлені в Таблиця 12 дані показують, що у повітряному просторі приміщення фонові концентрації та концентрації легких (негативних та позитивних) аероіонів в зоні дихання людини при роботі турманієвих теплових стимуляторів виробництва Nuga Best в максимальному (70 °C) режимі нагрівання знаходяться на оптимальному рівні, та не виходять за межі гранично допустимого рівня згідно з вимогами СН 2152-80 [25].

Висновок.

При роботі теплових стимуляторів виробництва Nuga Best рівні іонізованості повітря в зоні дихання людини не перевищують гігієнічні нормативи і знаходяться на оптимальному рівні.

7 ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ВІД ТУРМАНІЄВИХ ТЕПЛОВИХ СТИМУЛЯТОРІВ NUGA BEST

7.1 Методика і результати вимірів енергетичної освітленості ІЧ-випромінювання від турманієвих теплових стимуляторів виробництва Nuga Best

Визначення рівнів ІЧ-випромінювання виконують по величині енергетичної освітленості (інтенсивності) ІЧ-випромінювання.

Вимірювання енергетичної освітленості у Вт/м^2 (в діапазоні довжин хвиль від 0,2 до 25 мкм) проводили Радіометром енергетичної освітленості РАТ-2П-Кварц-41 (зав. № 756) (Рисунок 65) на відстанях 0,05 м над турманієвими тепловими стимуляторами виробництва Nuga Best у п'яти точках (1 – 4 – точки, які розташовані по кутах стимуляторів і точка 5 розташована по центру стимуляторів).



Рисунок 65 - Радіометр енергетичної освітленості РАТ-2П-Кварц-41

Вимірювання температури поверхонь ($^{\circ}\text{C}$) турманієвих теплових стимуляторів виробництва Nuga Best проводили Оптичним пірометром IRtec MicroRay PRO №101707 (Рисунок 66), який дозволяє вимірювати температуру поверхонь від -30°C до 200°C . Виміри проводили у п'яти точках (1 – 4 – точки, які розташовані по кутах стимуляторів і точка 5 розташована по центру стимуляторів). Виміри проводилися в максимальному режимі нагрівання (70°C), в інших режимах показники будуть такі же, або нижче.

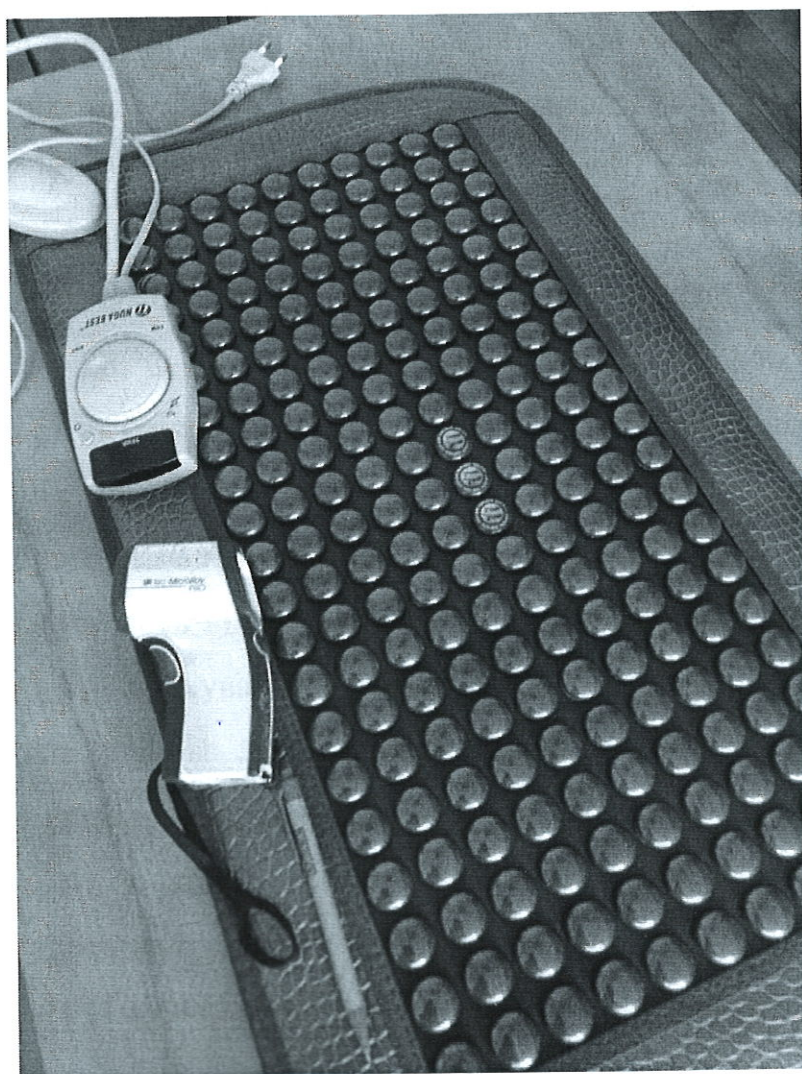


Рисунок 66 - Оптичний пірометр IRtec MicroRay PRO

Дослідження були проведені в декілька етапів: на першому - проводили визначення фонові енергетичної освітленості над турманієвими тепловими стимуляторами виробництва Nuga Best і початкову температуру поверхні (стимулятори вимкнені); на другому - проводили вимірювання енергетичної

освітленості на відстанях 0,05 м над турманієвими тепловими стимуляторами виробництва Nuga Best і температуру поверхонь у п'яти точках (1 – 4 – точки, які розташовані по кутах стимуляторів і точка 5 розташована по центру стимуляторів) при роботі турманієвих теплових стимуляторів виробництва Nuga Best в максимальному (70 °C) режимі нагрівання.

Для дослідження резонансного ІЧ-випромінювання, заявленого виробником (Людина випромінює інфрачервоні хвилі у діапазоні від 2,5 до 25 мкм з піком випромінювання на довжині хвилі 9,3-10 мкм. При такому співпадінні частот можна отримати явище "резонансного поглинання", при якому зовнішня енергія буде активно поглинатися тілом [33]), використовували Радіометр енергетичної освітленості РАТ-2П-Кварц-41 з ІК фільтром, який дозволяє вимірювати інтенсивність ІК-випромінювання в діапазоні довжин хвиль 1,0 – 15 мкм.

Умови дослідження були наступні: приміщення площею 32 м² (об'єм 96,0 м³), температура 26 – 28 °C, відносна вологість повітря 76 – 87 %, атмосферний тиск 750 – 760 мм.рт.ст (мікрокліматичні показники наближені до нормальних, не змінювались під час проведення вимірювань). Дослідження та аналіз отриманих даних були проведені з припущенням, що вплив вказаних параметрів на енергетичну освітленість від стимуляторів і температуру поверхонь при їх роботі мінімальний, і до врахування не брався.

Визначено, що фонові енергетична освітленість над турманієвими тепловими стимуляторами виробництва Nuga Best (стимулятори вимкнені) становила до 1 Вт/м², початкову температуру поверхонь коливалася від 26 до 28°C. Результати вимірювання енергетичної освітленості над турманієвими тепловими стимуляторами виробництва Nuga Best наведені в таблиця 13

Таблиця 13 - Результати вимірювання енергетичної освітленості над турманієвими тепловими стимуляторами виробництва Nuga Best

Модель теплових стимуляторів	Енергетична освітленість, Вт/м ² в діапазоні довжин хвиль 1,0 – 15 мкм в досліджуваних точках 1- 5 на відстані 0,05 м над тепловими стимуляторами				
	Т. 1	Т. 2	Т. 3	Т. 4	Т. 5
NM-80	27	25	28	27	33
NM-2500	28	27	25	28	32

Модель теплових стимуляторів	Енергетична освітленість, Вт/м ² в діапазоні довжин хвиль 1,0 – 15 мкм в досліджуємих точках 1- 5 на відстані 0,05 м над тепловими стимуляторами				
	Т. 1	Т. 2	Т. 3	Т. 4	Т. 5
T5	22	23	25	25	28
T20	28	28	27	27	33
MHP-100	23	25	27	25	32
N – 4	28	26	26	26	30
N – 5	27	26	25	27	27
NM-5000P	26	21	28	26	33

Результати вимірювання температури поверхонь від турманієвих теплових стимуляторів виробництва Nuga Best наведені в таблиця 14.

Представлені в Таблиця 14 дані показують, що при роботі турманієвих теплових стимуляторів виробництва Nuga Best в максимальному (70 °C) режимі нагрівання рівні енергетичної освітленості (інтенсивність ІЧ – випромінювання) не виходять за межі гранично допустимого рівня інтенсивності зазначеного фактору (35 Вт/м²) згідно з вимогами ДСН 3.3.6.042-99 [87].

Таблиця 14 - Результати вимірювання температури поверхонь при роботі турманієвих теплових стимуляторів виробництва Nuga Best

Модель теплових стимуляторів	Температура поверхонь, °C				
	Т. 1	Т. 2	Т. 3	Т. 4	Т. 5
NM-80	47,8	49,8	40,8	35,2	58,5
NM-2500	48,2	49,9	41,2	36,1	58,7
T5	46,5	47,4	40,5	35,6	58,3
T20	48,1	49,2	41,1	36,2	58,7
MHP-100	47,6	49,7	40,6	35,4	58,4
N – 4	45,9	49,3	40,8	35,3	58,6
N – 5	47,1	50,6	41,2	35,7	58,4
NM-5000P	48,4	50,7	40,8	35,2	57,7

Представлені в таблиця 14 дані показують, що при роботі турманієвих теплових стимуляторів виробництва Nuga Best в максимальному (70 °C) режимі нагрівання температури поверхонь не перевищують 60°C що узгоджується з вимогами ДБН В.2.5. - 67:2013 (п. 6.6.17) [86].

Висновки.

Використання теплових стимуляторів виробництва Nuga Best в зв'язку з їх незначною потужністю (100 – 220 Вт) не буде негативно впливати на мікроклімат приміщення в теплий період року при його об'ємі від 30 м³ і нормативному повітрообміні (0,8 об'ємів за годину). В холодний період року їх використання буде сприяти досягненню оптимальних параметрів мікроклімату.

При роботі теплових стимуляторів виробництва Nuga Best рівні енергетичної освітленості (інтенсивність ІЧ – випромінювання) та температура поверхонь не перевищує гігієнічні нормативи.

8 САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВИХ СТИМУЛЯТОРІВ ВИРОБНИЦТВА NUGA BEST

8.1 Доказова медицина

У сучасній медицині вибір фізичного методу лікування все частіше ґрунтується на науковому підході і фактах, що не викликають сумніву. Концепція доказової медицини має на увазі добросовісне, точне і осмислене використання кращих результатів клінічних досліджень для вибору методів лікування конкретного пацієнта.

Доказовий підхід дозволяє зменшити рівень лікарських помилок, полегшити процес ухвалення рішення для лікарів, адміністрації лікувальних установ і юристів, а також зменшити витрати на охорону здоров'я за рахунок використання ефективних медичних технологій. Дані про ефективні технології збирають в мережі установ Кокрановської співпраці [92]. В практиці профілактичної медицини необхідно визначити, які і коли слід виконувати процедури і які лікувальні ефекти будуть досягнуті. Це основне завдання доказової профілактичної медицини.

Доказова профілактична медицина - розділ профілактичної медицини, пов'язаний із застосуванням тільки тих фізичних методів, ефективність яких доведена в доброякісних дослідженнях. Доказова профілактична медицина вирішує проблему достовірності - міри, з якою ці дослідження відбивають

істинний зв'язок між лікувальним фізичним чинником і досліджуваними лікувальними ефектами у пацієнтів.

На жаль, посилань на доброякісні дослідження терапевтичної дії теплових стимуляторів виробництва Nuga Best в базі даних та бібліотеці мережі установ Кокрановської співпраці нами не знайдено. Але не підлягає сумніву, що теплові стимулятори виробництва Nuga Best мають значний потенціал в плані застосування при проведенні оздоровчих, фізіотерапевтичних, реабілітаційних та лікувальних процедур.

8.2 Визначення терапевтичної дії теплових стимуляторів за результатами досліджень, проведених науковими та медичними закладами різних країн світу.

За результатами досліджень, проведених в ДУ «Інститут педіатрії, акушерства гінекології Національної академії медичних наук України» встановлено достатню ефективність застосування турманієвої кераміки (турманієвого теплового стимулятора NM 80) виробництва компанії Nuga Best (Корея) в якості додаткової теплової дії при реабілітації дітей після запальних захворювань дихальних шляхів в домашніх умовах, про що свідчить швидка позитивна клінічна динаміка основних симптомів захворювання. Побічних реакцій при застосуванні турманієвого теплового стимулятора не відмічено.

Результати цих досліджень дозволяють рекомендувати використання турманієвого теплового стимулятора NM 80 виробництв компанії Nuga Best(Корея) в комплексі реабілітаційних заходів запальних захворювань дихальних шляхів у дітей в якості додаткової теплової дії в домашніх умовах [5].

Клінічні дослідження персонального низькочастотного комбінованого теплового стимулятора Nuga Best NM-5000 в умовах Республіканської клінічної лікарні відновлювального лікування хворих із захворюваннями хребта, показали, що персональний низькочастотний комбінований тепловий стимулятор Nuga Best NM 5000 є ефективним додатковим засобом до лікування хворих з вертеброгенним хронічним болем [93].

Комплексний вплив на організм людини, що одержує міорелаксуючу процедуру з тепловим ефектом за рахунок інфрачервоного випромінювання, вивчався на пацієнтах неврологічного, ендокринологічного, пульмонологічного відділення Ленінградської обласної клінічної лікарні [94]. В результаті курсового лікування було відзначено:

- зменшення м'язового дисбалансу у 94%,
- збільшення рухливості в усіх відділах хребта в 36%.

Клінічно це проявлялося поліпшенням загального самопочуття, усуненням больового синдрому і страху фізичних навантажень, підвищенням стійкості до динамічних і тривалим статичним навантаженням на опорно-руховий апарат.

Досвід клінічного застосування персонального термотерапевтичного масажера-стимулятора в Поліклініці Санкт-Петербурзького Державного

Університету ім. академіка Павлова показав його великі функціональні можливості при лікуванні багатьох захворювань [95].

На основі досліджень ФДУ Російського наукового центру відновлювальної медицини і курортології розроблено посібник для лікарів щодо застосування низькочастотного теплового ліжка масажера-стимулятора в медичній реабілітації пацієнтів з болями в спині [96].

Теплові стимулятори Nuga Best можна використовувати в якості профілактики багатьох захворювань, а також для стимуляції механізмів імунітету при найменших симптомах вірусного захворювання або інфекційного захворювання. Якщо регулярно проводити терапію інфрачервоними променями, згодом можна набагато легше переносити вірусні та інфекційні захворювання. Теплові стимулятори Nuga Best дають певний ефект, що гартує організм людини [4].

8.3 Поєднана дія турманієвих теплових стимуляторів та галотерапії.

Значна кількість захворювань серед населення України створює необхідність пошуку ефективних реабілітаційних засобів. Нерідко виникають

тяжкі захворювання, що призводять до тривалої, а іноді і стійкої втрати працездатності.

На теперішній час до нових фізіотерапевтичних засобів висувається ряд вимог: вони повинні відповідати патогенезу конкретної фази захворювального процесу, забезпечувати багатоцільову дію, не проявляти побічних ефектів, бути економічно вигідними.

Із врахуванням цих вимог у комплексній терапії доцільно використовувати пристрої, засоби та препарати, створені з використанням природної сировини.

На нашу думку, доцільним буде поєднання терапевтичної дії сольових печер (спелеокамери, соляні кімнати, галогенератори та інш.) та дії турманієвих теплових стимуляторів. Поєднана дія теплових стимуляторів Nuga Best та галотерапії підсилює терапевтичний ефект глибокого прогрівання тіла довгохвильовими інфрачервоними променями, іонізації повітря і магнітотерапії. Зміцнює імунну систему, покращує кровообіг, нормалізує обмін речовин і знімає запальні процеси, сприяючи прискоренню реабілітаційного періоду. Масаж за допомогою турманієвих протекторів в області шийного, грудного і поперекового відділів хребта, розкриває можливості більш глибокого проникнення в бронхи соляних часток і тим самим покращує лікувально-профілактичний ефект.

При проведенні галотерапії ми рекомендуємо використовувати сіль Солотвинського родовища Закарпатської області України, сіль Bokek® - Dead Sea Salt, Гімалайська сіль, або морську сіль Чорного моря.

Але для впровадження цього методу необхідно провести медико – клінічні дослідження щодо перевірки ефективності його дії.

8.4 Рекомендації застосування турманієвих теплових стимуляторів в клінічній практиці та побуті.

Основні показання для використання теплових стимуляторів виробництва Nuga Best:

- для зігрівання хворого;
- трахеобронхіти, залишкові явища пневмонії;

- наслідки травм м'яких тканин в області спини, куприка, нижніх кінцівок;
- стани після тривалої іммобілізації;
- обмороження;
- спастичні стани;
- в стадії реабілітації хворих з ушкодженнями судин і нервів нижніх кінцівок.

Основні протипоказання до призначення теплових стимуляторів виробництва Nuga Best:

- гострі гарячкові стани, наявність високої температури тіла;
- гострий запальний процес будь-якої локалізації;
- недостатність кровообігу третього ступеня;
- гострий інфаркт міокарда;
- кровотеча і схильність до них, стан після крововтрати;
- аневризми судин аорти, серця;
- захворювання вегетативної нервової системи в період загострення;
- активна фаза туберкульозу;
- вагітність на пізніх термінах або загроза викидня;
- ураження хребців і міжхребцевих дисків (терміном менше одного року).

9 ВИСНОВКИ

Доведено безпечність використання теплових стимуляторів виробництва Nuga Best в плані електромагнітних випромінювань, іонізованості повітря та інфрачервоного випромінювання.

За результатами досліджень встановлено, що при роботі теплових стимуляторів виробництва Nuga Best рівні електромагнітних випромінювань в зоні знаходження людини не перевищують гігієнічні нормативи і не можуть спричинити шкоди для її здоров'я. Магнітні поля малої інтенсивності, що виникають при роботі теплових стимуляторів Nuga Best, впливають на ферментативні процеси, змінюють електричні і магнітні властивості елементів крові, які беруть участь в гемокоагуляції. Внаслідок активації протизгортаючої системи та зменшення внутрішньосудинного пристінкового тромбоутворення і зниження в'язкості крові при дії магнітних полів виникає гіпокоагуляційний ефект.

Вплив магнітного поля значно впливає на обмін речовин в організмі. При дії на окремі системи органів в сироватці крові збільшується кількість загального білка і глобулінів.

Магнітні поля невеликої індукції стимулюють процеси тканинного дихання, підвищуючи інтенсивність окисного фосфорилування в дихальному ланцюзі. Посилюються обмін нуклеїнових кислот і синтез білків, що впливає на пластичні процеси.

Характерним проявом дії магнітного поля на організм вважають активацію метаболізму вуглеводів і ліпідів. Про інтенсифікацію ліпідного обміну свідчить зменшення концентрації холестерину крові.

Вплив магнітним полем, як правило, не викликає утворення ендогенного тепла, підвищення температури тіла і роздратування шкіри. Відзначається добра переносимість у ослаблених і літніх хворих, які страждають супутніми захворюваннями серцево-судинної системи, що дозволяє застосовувати теплові

стимулятори виробництва Nuga Best в багатьох випадках, коли вплив деякими іншими фізичними факторами не показано.

При роботі теплових стимуляторів виробництва Nuga Best рівні іонізованості повітря в зоні дихання людини не перевищують гігієнічні нормативи і знаходяться на оптимальному рівні.

При роботі теплових стимуляторів виробництва Nuga Best рівні інфрачервоного випромінювання та температура поверхонь не перевищує гігієнічні нормативи.

Теплові стимулятори Nuga Best можна використовувати в якості профілактики багатьох захворювань, а також для стимуляції механізмів імунітету при найменших симптомах вірусного захворювання або інфекційного захворювання. Якщо регулярно проводити терапію інфрачервоними променями, що випромінюють стимулятори Nuga Best, згодом можна набагато легше переносити вірусні та інфекційні захворювання. Теплові стимулятори Nuga Best дають певний ефект, що гартує організм людини.

10 СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСНіП 239-96. Державні санітарні норми и правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань : ДСНіП ІТ 239-96. Київ: МОЗ України, 1996. 28 pp.
2. Г.Л. А. Здоров'я, яке ми вибираємо. Київ: Здоров'я, 1989. 38 pp.
3. Л.О.Вакуленко, В.В.Клапчук, Г.В.Прилуцька, С.В.Кутаков, Д.В.Вакуленко. Основи фізичної реабілітації: Навчальний посібник. Тернопіль: ТНПУ, 2010. 234 pp.
4. Cheon Gwang-rye, Park Se-yeong, Han Gwangi-il, Choi Jae-yong, Choi En-mi. Исцеление природными методами в эпоху 5-й революции в области здравоохранения: комплиментарная терапия, очищение организма, водная терапия, терапия солнечным светом и лесная терапия. Сеул: Maekyung Publishing, 2017. 304 pp.
5. Дюкарева С.В.; Шадрин О.Г.. Экспертная оценка эффективности применения турманиевой керамики (турманиевого коврика NM 80) производства компании Nuga Best (Корея) в восстановительном периоде воспалительных заболеваний дыхательных путей у детей., Киев, 2015.
6. Ким Хан Сонг, Ли Чи Хван, Ким Тэк Жунг. Минерал, полезный для человеческого организма. Турманий. Сеул: Издательство университета Енсе, 2017. 115 pp.
7. ТітЛ.К. Про природу речей. Київ: Дніпро, 1988. 192 pp.
8. Carl Wilhelm Scheele, Torbern Bergman. Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer. Upsala und Leipzig: Verlegt von Magn. Swederus, Buchhändler; zu finden bey S. L. Crusius, 1777.
9. Lambert J.H. Pyrometrie oder vom Maaße des Feuers und der Wärme. Berlin. 1779.
10. V P. Essai sur le feu. Genève. 1790.
11. PrevostP. Mémoire sur l'Equilibre du feu // J. de physicue, No. XXXVIII, 1791.
12. Electromagnetic Radiation 2018. URL: <https://crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/em.htm> (дата обращения: 2.8.2018).
13. редкол.: О. К. Антонов та ін. Інфрачервоне проміння. 2nd ed. // In: Українська радянська енциклопедія. Київ: Головна редакція УРЕ, 1974-1985.
14. Главн. ред. А. М. Прохоров. Инфракрасное излучение // В кн.: Большая советская энциклопедия. Москва: «Советская энциклопедия», 1969–1978.
15. Henderson R. "Wavelength considerations", Instituts für Umform- und Hochleistungs, 2008.
16. ISO 20473:2007 Optics and photonics -- Spectral bands. 2007.
17. // NASA: [сайт]. [2018]. URL: <https://science.nasa.gov/astrophysics/astrophysics-data-centers/nasa-ipac-infrared-science-archive> (дата обращения: 2.8.2018).
18. Miller J.L. Principles of Infrared Technology (a practical guide to the state of the art). Chapman and Hall, 1994. 578 pp.
19. Г.Ф. П. Три уровня механизмов биологического действия низкочастотных электромагнитных полей // In: Биологические механизмы и феномены действия низкочастотных и статистических электромагнитных полей на живые системы. Томск. 1984. pp. 3-6.
20. Л.П. Агулова, В.С. Кироянов, А.М. Опалинская. Механизмы биологического действия электромагнитных излучений // Возможный механизм влияния слабых магнитных полей на автоколебательную химическую реакцию Белоусова–Жаботинского. Пущино. 1987. pp. 31-32.
21. Баджинян С.А. Электромагнитные поля и здоровье человека // Влияние низкоинтенсивного когерентного и некогерентного ЭМИ мм диапазона на мембранно-клеточные механизмы. Москва. 1999. Р. 18.

22. R.J. Croft, D.L. Hamblin, J. Spong et al. The effect of mobile phone electromagnetic fields on the alpha rhythm of human electroencephalogram // *Bioelectromagnetics*. 2008. No. 29 (1). pp. 1-10.
23. Холодов Ю.А. Судорожная электрическая активность головного мозга при воздействии различных электромагнитных полей // *Гиг. насел. мест : сб. науч. тр.* 1999. No. 34. pp. 137-139.
24. И.С. Б. Системный подход и биолого-гигиеническая оценка электромагнитных полей декаметровых волн // *Гиг. насел. мест : сб. науч. тр.* 1999. No. 37. pp. 236-240.
25. Бездольная И.С. Электрофизиологические критерии функционального состояния мозга при действии и гигиенической регламентации антропогенных электромагнитных излучений // *Гиг. насел. мест : сб. науч. тр.* 2000. Vol. 2. No. 38. pp. 71-75.
26. М.А. Навакатилян, В.Н. Солдатченков, С.В. Биткин, С.В. Зотов. Состояние высшей нервной деятельности животных при микроволновом облучении в режимах иммитации временной прерывистости работы радиолокаторов // *Гиг. и сан.* 1991. No. 7. pp. 57-61.
27. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Радиочастоты и микроволны. Женева: ВОЗ, 1984. 145 pp.
28. L.G. Andrienko, J.D. Dymansky. Intern. Symp. Electromagnetic Aspects of Selforganisation in Biology // *Intenena of impulse electromagnetic energy to sexual function of males white rats*. Prague. 2000.
29. Adey W.R. Adey W.R. Introduction: Effects of electromagnetic radiation on the nervous system // *Ann. N.-Y. Acad. Sci.*, Vol. 247, 1975. pp. 15-20.
30. Б.М. Савин, Н.Б. Рубцова. Влияние радиоволновых излучений на центральную нервную систему // *Физиология человека и животных*, Vol. 22, 1978. pp. 68-111.
31. А.М. Сердюк, Ю.Д. Думанский. Методические подходы к гигиеническому нормированию излучений электромагнитных полей. Киев: Здоров'я, 1997. 3-8 pp.
32. Kuster N., Balzano Q.. Energy absorption mechanisms by biological bodies in the near-field of dipole antennas // 1992. Vol. 42. P. 17-23 // *IEEE Transactions on Vehicular Technology*. 1992. Vol. 42. pp. 17-23.
33. Tofani S., d'Amore G., Fiandino G. et al. Induced foot-currents in humans exposed to VHF radio-frequency EM fields // *In: IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*. 1995. pp. 37-96.
34. UNEP ; WHO ; IRPA. Environmental Health Criteria 137. Electromagnetic fields (300 Hz to 300 GHz). Geneva: WHO, 1993.
35. Думанский Ю.Д. Умеренно повышенная концентрация легких аэроионов и их гигиеническое значение : автореф. дис. на соиск. Ученой степени канд. мед. наук : спец. 14.00.07 – «Коммунальная гигиена». Киев. 1963. 23 с.
36. Минх А.А. Современное состояние вопроса о биологическом действии и гигиеническом значении ионизации атмосферы // *Атмосферное электричество*. Москва. 1976. 285-289 с.
37. О. В. Коваленко, В. Я. Акіменко. Гігієнічні критерії оптимізації іонізованості повітря приміщень багатофункціональних житлових комплексів // *Гігієна населених місць*. 2007. No. 49. pp. 198-211.
38. Чижевский А.Л. Аэрионификация в народном хозяйстве. 2-е изд. Москва: Стройиздат, 1989. 488 с.
39. Шилкин А.А., Губернский Ю.Д., Миронов А.М. Аэроионный режим в гражданских зданиях. Москва. 1988. 168 с.
40. Губернский Ю.Д., Корневская Е.И. Гигиенические основы кондиционирования микроклимата жилых и общественных зданий. Москва: Медицина, 1978. 192 с.
41. Минх А.А. Ионизация воздуха и ее гигиеническое значение. 2-е изд. Москва: Медгиз, 1963. 352 с.

42. Акименко В.Я., Ярыгин А.В., Янко Н.М. Гигиенические аспекты оптимизации воздушной среды жилых и общественных зданий //: -2001. -№7. -С. // Оконные технологии. 2001. № 7. С. 45-49, 79-81.
43. Портнов Ф.Г., Ландере А.П. Ионизация воздуха Рижского взморья и влияние воздушных ванн на уровень давления и сосудистый тонус больных гипертонической болезнью и гипотонией // Вопросы курортологии: сб.тр. 1959. С. 79-85.
44. Чернявский Е.А. Униполярно отрицательная ионизация в условиях естественного и искусственного распыления воды // Труды Уз. ин-та курортологии и физиотерапии. 1949. Т. 11. С. 14-21.
45. Иванов Г.Г. Измерения окислительно-восстановительных процессов при воздействии униполярной аэроионизации // . - М.: , - 1939. - С. // В кн.: Физиологическое действие легких аэроионов. Москва: Медгиз, 1939. С. 45-52.
46. Койранский Б.Б., Уквольберг Л.Я., Дмитриев М.В.. О влиянии ионизации воздуха на физическую и умственную работоспособность // Гигиена и санитария, Т. 7, 1961. С. 33-39.
47. Ландсман И.Е. Аэроионизация как нейрогуморальный фактор // - 1938. - N2. - С. // Советская медицина, Т. 2, 1938. С. 25-28.
48. Сийрде Э.К. О некоторых физиологических показателях воздействия отрицательных и положительных аэроионов и гидроионов // Вопросы курортологии: Сб. тр., № 5, 1959. С. 215-220, 87-90.
49. Вайль Ю.С., Иванов В.В. О влиянии униполярно и биполярно ионизированного воздуха на здоровье людей // Вопр. Курортологии: Сб. тр. физиотерапии и лечебной физкультуры, № 3, 1960. С. 230-235.
50. Скоробогатова А.М. Экспериментальное обоснование и производственная проверка оптимальных уровней аэроионизации // В кн.: Медико-биологические проблемы условий труда и здоровья работающих в помещениях по изготовлению микросхем. Ленинград. 1980. С. 65-87.
51. Г.М.Тарасова, Т.В.Каплина, А.П.Чеснакова и др. Состояние некоторых показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем у лиц, работающих в помещениях электронно-вакуумной технологии // В кн.: Медико-биологические проблемы условий труда и здоровья работающих в помещениях по изготовлению микросхем. Ленинград. 1980. С. 57-60.
52. Анисимов Б.В. Аэроонный режим герметических камер и влияние ионизованного воздуха на организм человека при длительном пребывании в герметичной камере; Автореф. дисс. к.б.н. 22 с. Москва. 1978. 22 с.
53. СССР М.з. Санитарно-гигиенические нормы ионизации производственных и общественных помещений: СНиП 2152-80 /: Введ. 12.02.1980. 1980. 7 с.
54. Шандала М.Г. Аэроионизация как неблагоприятный фактор внешней среды.. Киев: Здоровье, 1974. 164 с.
55. Чижевский А.Л. Руководство по применению ионизованного воздуха в промышленности, сельском хозяйстве и в медицине // В кн.: Методические указания при пользовании аэроионификационными установками "Союз сантехники". Москва: Госпланиздат, 1959. С. 56.
56. Міністерство о.з.У. Влаштування і обладнання комп'ютерної техніки в навчальних закладах та режим праці учнів на персональних комп'ютерах: ДСанПін 5.5.6.009-98 /: Введ. 30.02.98р. Київ. 1998. 89 pp.
57. ДСанПін 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин: Введ. 10.12.98. Київ. 1998. 25 pp.

58. С.В.С. Багатофакторна математична модель комфортного повітряного середовища навчальних приміщень // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2014. No. 5/2014 (88). pp. 112-117.
59. Т. Ф. Козловська, С. В. Сукач, О. М. Кравець. Оцінка та шляхи мінімізації ймовірного шкідливого впливу комплексів «аерофони – хімічні речовини» повітря замкнутих виробничих приміщень // Електромеханічні і енергозберігаючі системи : щоквартальний науково-виробничий журнал. 2016. No. 3/2016 (35). pp. 82–88.
60. С. И. Бурцев, А. А. Варгузин, А. А. Дударев, Г. А. Спичкин. Современные подходы к ионизации и озонированию воздуха вентилируемых помещений // Инженерные системы, Т. 4, 2006. С. 46 – 49.
61. О. І. Запорожець, В. А. Глива, О. В. Сидоров. Принципи моделювання динаміки аеропонного складу повітря в приміщеннях // Охорона навколишнього середовища, Vol. 2, 2011. pp. 120 - 124.
62. МЗР. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений: СанПиН 2.2.4.1294-03. Москва. 2003. 28 с.
63. МЗ РБ. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений : СанПиН 104-2010. - , 2010. – 28. Минск. 2010. 28 с.
64. Криксунов Л.З. 1978. 7-9 pp.
65. J. L. // Nickolson's Journal, No. 4, 1801.
66. J. E. of the Royal Institution. 1802.
67. C.E. W. Magazin der Gesellschaft Nat. Fr. Z. Berlin. 1807.
68. T. B.J. Mémoire sur les propriétés des différentes espèces de rayons // Mémoires de la Société d'Arcueil, Vol. 3, 1817. pp. 1-47.
69. B. P. Annals of Philosophy, New Series, No. 5, 1823.
70. Галанин Н.Ф. "Лучистая энергия и её гигиеническое значение". - Л.-д.- 1969 - 180 с. Ленинград: "Медицина", 1969. 180 с.
71. Б.С. Пристер, Н.А. Лошилов, О.Ф. Немец, В.А. Поярков. Основы сельскохозяйственной радиологии. Киев: Урожай, 1991.
72. Гвозденко Л.А. "О гигиенической классификации производственных источников оптического излучения" // Гигиена и санитария, No. 7, 1984. pp. 9-12.
73. Threshold Limit Values for Physical Agents Adopted by ACGIH for 1986 // J. Occup. Med., Vol. 16, No. 1, 1988. pp. 49-58.
74. Thulin L. et. al. Effect of infrared irradiation on the recoverable levels of free arachidonic acid and prostaglandins in human forearm skin // J. Invest. Dermatol., Vol. 81, No. 4, 1983. pp. 297-300.
75. Л.А. Гвозденко, О.Ю. Беседа, Г.В. Мостовой, А.К. Гребе, Н.С. Тихонова. Санітарно-гігієнічні вимоги щодо використання систем променевого опалення в виробничих приміщеннях // In: МР 3.36-163-2009. Київ: ДМП «Полімед», 2009. Р. 32.
76. Гвозденко Л.А. и др.. О критериях оценки повреждающих эффектов инфракрасного излучения // Гигиена и санитария, No. 11, 1987. pp. 24-28.
77. А.М. Шевченко, О.П. Яворовський, Г.О. Гончарук та ін.. Гігієна праці. Київ: Інфотекс, 2000.
78. Ткачук В.Г., Хапко В.Е.. Медико-социальные основы здоровья. Киев: МАУП, 1999.
79. Л.А. Гвозденко, В.І. Назаренко, І.М. Чередніченко, В.Н. Бабіченко, Д.П. Тимошина, В.Г. Іванькіна. Методичні рекомендації «Профілактика перегрівань при організації робіт на відкритих майданчиках в літню пору року в Україні». Київ. 2003.

80. Величковский Б.Т., Кирпичев В.И., Суравегина И.Т.. Здоровье человека и окружающая среда. Москва: Новая школа, 1997.
81. За ред. Є.Г. Гончарука. Загальна гігієна. Пропедевтика гігієни. Київ: Вища школа, 1995. 193 –197, 207-239 pp.
82. СмитР.Л. Наш дом — планета Земля. Москва: Мысль, 1982.
83. Большаков А.М., И.М. Новикова. Общая гигиена. Москва: Медицина, 1985.
84. А.М. Рябчиков, И.И. Альтшулер, С.П. Горшков и др. Окружающая среда (споры о будущем). Москва: Мысль, 1983.
85. ДСНіП 248-14. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ України від 08.04.2014. 6201447225249th ed. Київ: МОЗ України, 2014.
86. ДБН В.2.5. - 67:2013. Державні будівельні норми. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5. - 67:2013. – [Чинний від 2013-09-01]. 25672013th ed. Київ: М-во регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 167 pp.
87. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Київ: МОЗ України, 1999. 41 pp.
88. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Москва: Госстандарт, 1988. 47 с.
89. Гвозденко Л.А. «О характеристике защитных свойств тканей спецодежды от оптического излучения производственных источников» // Гигиена и санитария, № 2, Feb 1984. С. 35-37.
90. Влияние морской соли на организм человека // Салина. URL: http://grosseri.ru/vliyanie_morskoj_soli_na_zdorove_cheloveka (дата обращения: 8.8.2018).
91. Отличие галотерапии в условиях галокамеры и спелеотерапии [Электронный ресурс] // Живой воздух: [сайт]. URL: <http://solroom.ru/equipment/> (дата обращения: 8.8.2018).
92. С. Г. Абрамович, Адилов В.В., Антипенко П.В. и др. Физиотерапия: национальное руководство. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 864 с.
93. о клиническом исследовании персонального низкочастотного комбинированного теплового стимулятора Nuga Best NM-5000 в условиях РКБ ВЛyu больных с заболеваниями позвоночника // NEUVITA-NUGABEST LEIPZIG. 2006. URL: <http://nugabest-neu.ucoz.ru/index/0-73> (дата обращения: 10.8.2018).
94. Кровать-массажер NM-5000 прошла клиническую апробацию в условиях физиотерапевтического отделения ЛОКБ в феврале 2004г // NEUVITA-NUGABEST LEIPZIG. 2006. URL: <http://nugabest-neu.ucoz.ru/index/0-26> (дата обращения: 10.8.2018).
95. Массажер-стимулятор персональный NUGA BEST NM–5000 проходил медицинские испытания с целью изучения влияния исследуемых физических факторов на здоровых и больных разного профиля // NEUVITA-NUGABEST LEIPZIG. 2006. URL: <http://nugabest-neu.ucoz.ru/index/0-25> (дата обращения: 10.8.2018).
96. ИССЛЕДОВАНИЯ НУГА БЕСТ // ГИРУДИН. 2016. URL: <https://www.girudin.com/hirudocenter/services/investigation-huga-best.html> (дата обращения: 10.8.2018).
97. Repacholi M.H., Stolwijk J.A.J. Criteria for evaluating scientific literature and developing exposure limits // Rad. Protect. Australia, No. N 9, 1991. pp. 79–84.
98. Repacholi M.H., Cardis E. Criteria for EMF health risk assessment // Rad. Protect. Dosim, No. 72, 1997. pp. 305-312.
99. Биохимические исследования в клинике. Москва: Элиста "Джангар", 2001. 211 pp.

100. А. А. Шилкин, Ю. Д. Губернский, А. М. Миронов. Аэроионный режим в гражданских зданиях. Москва: Стройиздат, 1988. 168 с.
101. I. S. "Biological activities caused by far-infrared radiation" // International Journal of Biometeorology, Vol. 33, 1989. pp. 145-150.