

«Әбілқас Сағынов
атындағы
Қарағанды техникалық
университеті» КЕАҚ



НАО «Карагандинский
технический университет
имени Абылқаса
Сагинова»

ТРУДЫ
Международной научно-практической конференции
«XVI Сагиновские чтения.
Интеграция образования, науки и производства»
Часть 2

«XVI Сағынов оқулары.
Білім, ғылым және өндіріс интеграциясы»
атты Халықаралық ғылыми-практикалық
конференциясының
ЕҢБЕКТЕРІ
2 - бөлім

PROCEEDINGS
International scientific and practical conference
«XVI Saginov readings.
Integration of education, science and production»
Part 2



Қарағанды 2024

Смолин А.Ю. Еремина Г.М. Мартышина И.П. Моделирование напряжённого состояния фрагмента челюсти с имплантом в условиях ударно-волновой терапии.....	313
Смотрова А.А. Жакулина А.А. Кику А.И. Внедрение BIM-технологий в строительство: перспективы и вызовы для Казахстана.....	316
Сүлеймен А.Е., Искаков М.Б. Модель базы данных содержания проекта в сфере IT.....	319
Тайманова Г.К. Бағдаулетова А.С. Абдуразакова Д.Т. Анехойлық камералардағы электромагниттік өрістің жұтылу модельдеуін құру.....	322
Тен Т.Л. Когай Г.Д. Подходы для системы интеллектуальной поддержки принятия решений в чрезвычайных информационных условиях..	325
Тен Т.Л. Когай Г.Д. Калинин А.А. Исследование проекта распознавания образов по видеоизображениям с использованием глубоких нейронных сетей на предприятиях.....	327
Томилов А.Н. Абилядаева Г.Б. Перспективы использования технологии блокчейн в производстве.....	330
Томилов А.Н. Абилядаева Г.Б. Томилова Н.И. Виртуальная реальность вместе с Oculus Quest 2.....	333
Томилов А. Н. Калинин А.А. Томилова Н. И. Компьютерные вирусы и их создатели.....	336
Томилов А.Н. Калинин А.А. Абилядаева Г.Б. Искусственный интеллект в сфере здравоохранения.....	339
Томилов А. Н. Абилядаева Г.Б. Томилова Н. И. Сложности внедрения искусственного интеллекта.....	342
Томилова Н. И. Томилов А.Н. Абилядаева Г.Б. Нейросети – первый шаг к высокотехнологичному будущему.....	345
Томилова Н. И. Томилов А.Н. Абилядаева Г.Б. Польза искусственного интеллекта в химической промышленности.....	348
Томилова Н.И. Абилядаева Г.Б. Томилов А.Н. Как чат-боты помогают людям экономить время.....	351
Триков В.В. Балабас Л.Х. Балабас А.Ю. Экспериментальный лабораторный стенд как средство изучения сетевых и облачных технологий на основе программного обеспечения категории Open Source software Linux.....	353
Триков В.В. Балабас Л.Х. Балабас А.Ю. Технология определения наличия дефектов в исследуемом объекте с использованием искусственной нейронной сети.....	356
Түлеутаева Ж.М. Ахметов К.М. Нанотехнология мен математикалық моделдеудің байланысы.....	358
Узбаев Р.С. Мухаметжанова Б.О. Ақпараттық қауіпсіздікке төнетін қатерлердің алдын алу әдістемесі.....	360
Уразшаев А.Г. Мутовина Н.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности как новый метод иммерсивного обучения в медицине	363

АНЕХОЙЛЫҚ КАМЕРАЛАРДАҒЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ӨРІСТІҢ ЖҰТЫЛУ МОДЕЛЬДЕН ҚҰРУ

Эхосыз камера (анехойлық камера) - дыбыстық немесе электромагниттік толқындарды сіңіруге арналған шуды болдырмайтын бөлмелер. Алғаш рет екінші дүниежүзілік соғыс кезінде радиолокациялық сигналдарды сіңіретін немесе тарататын ұшақтарды сынау әдісі ретінде әзірленген РФ анехойлық камералары бүгінгі күнге дейін әртүрлі мақсаттарда қолданылады. Әдетте шу деңгейі шамамен 10-20 дБА болатын акустикалық эхосыз камераларды дауыс зорайтқыштарды және шу сәулесінің бағытын, белгілі бір өнімдердің дыбыс сапасын сынау және белгілі бір өнімдер шығаратын шу деңгейін төмендету үшін пайдалануға болады (кір жуғыш машиналар, компьютерлік желдеткіштер және т.б.).

Камераның ішіндегі электромагниттік толқындарды сіңіру және сыртқы кіріс сигналдарын блоктау арқылы камера виртуалды шексіз кеңістікті жасайды, ол іс жүзінде ішкі шағылысуы жоқ және кез келген қажетсіз сыртқы радиожиілік кедергілерінен зардап шекпейді. Бұл үлгілерді әртүрлі модель ретінде ұсынуға болады, солардың бірі COMSOL Multiphysics бағдарласындағы пирамидалық моделі.

COMSOL Multiphysics - бұл ғылым мен инженерияның әртүрлі салаларындағы физикалық процестерді модельдеуге және модельдеуге арналған бағдарламалық жасақтама. Бұл жасақтама анехойлық камералардағы электромагниттік өрістің жұтылуын да модельдеуге мүмкіндік береді.

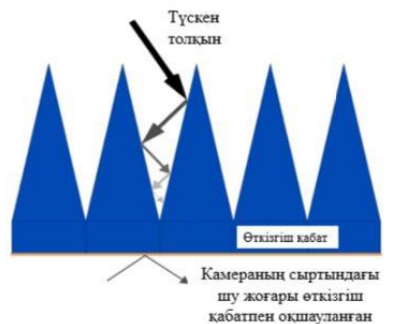
Камераның ішіндегі электромагниттік толқындарды сіңіріп, сырттан келетін сигналдарды бөгеу арқылы ол ішкі шағылысуы нөлге жуық және қажетсіз сыртқы шудан зардап шекпейтін іс жүзінде шексіз кеңістік жасайды, сондықтан камерада сынақтан өтіп жатқан құрылғыны ешқандай кедергісіз дәл өлшеуге болады. Бұл модель шағын анехойлық камераның ортасында орналасқан электромагниттік кедергі және электромагниттік үйлесімділік сынақтарында кеңінен қолданылатын биконикалық антеннаны имитациялайды. Өріске арналған компьютерлік сәулелену үлгісі және s-параметрі (S11) микротолқынды сіңіргіштердің антеннаның жұмысын бұрмаламай, қабырғалардан шағылысуды айтарлықтай төмендететінін көрсетеді.

Өткізгіш материал мен ауаның түйіскен жерінде түскен өріс ішінара шағылысады және ішінара пирамидаға беріледі. Берілген өріс төменгі материалдағы өткізгіш жабынның мерзімді жағдайларымен қоршалған, өте жақсы сәйкес келетін қабат портының өткізгіш пирамидалық пішінді

бірлік ұяшығының ішінде әлсірейді (1-сурет). Қалыпты түсудің белгілі бір диапазонындағы бұрыштар үшін шағылысқан өрістің таралу бағыты қайтадан көзге емес, оның орнына өткізгіш материалдың басқа бетіне бағытталған. Жартылай шағылысу және кейіннен әлсіреуімен ішінара берілу процесі өріс пирамиданың табанына жеткенше қайталаыады. Пирамиданың табанындағы өрістің амплитудасы төмендейді, сондықтан абсорберден шағылысу осы сәтте шекті болады.



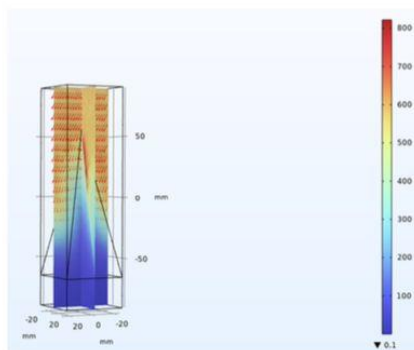
1-сурет. Пирамидалық құрылымдардың шексіз екі өлшемді массивінің моделі



2-сурет – Түскен толқын шағылысуы

Абсорберлердің пішіні пирамидалық нысандар массивімен реттелген, олар абсорберлердегі түскен өрістің таралу бағытын сәулелену көзіне емес, іргелес абсорберлердің бетіне қарай бағыттайды. Пирамидалық пішінді сіңіргіштегі өткізгіш көміртекті пена ($\sigma = 0,5 \text{ C/м}$) болып табылатын материал көмегімен модельденеді. Абсорберде жарықтандырылған электромагниттік толқындарда толқын пирамиданың түбіне жеткенше қайталанатын әлсіреуімен ішінара шағылысу және ішінара берілу процесі жүреді. Пирамида түбіндегі өрістің амплитудасы күрт төмендейді. (2-сурет) Осылайша, осы кезде абсорберлерден шағылысу шекті болады.

Түскен толқынның шағылысуы және оның S-параметрі (шыққан және түскен толқындар шамасының айырымы) түсу бұрышының өзгеруі бойынша сипатталды (3-сурет). COMSOL Multiphysics бағдарламасында алтыбұрышты жақтаулардан тұратын екі құрылымның ортасында орналасқан саңылауға $50 \text{ } \Omega$ анықтамалық кедергісі бар кесек порт тағайындалды. Абсорберлерден басқа барлық домендер ауамен толтырылған. Модельдеу жиілігі 240 МГц - ке орнатылған.



3-сурет.Қуат ағыны және электр өрісінің нормасының әдепкі көпбұрышты сызбасы

Қортындылай келе, COMSOL Multiphysics бағдарламасында модельденген және сыналған анехойлық камерадағы электромагниттік толқынның қарқындылығы абсорбердің ұшына жақын жерде күшті және пирамиданың түбіне қарай азаятынын көрсетті. Сонымен қатар, толқынның шағылысуына қатысты анықталған S-параметрі түсу бұрышы 0,7 рад (40°C) төмен болған жағдайда сынақтың жоғарғы дәлдікпен және кедергісіз өтетін көрсетті.

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі:

1. Smith, J., Johnson, A. "Modeling Electromagnetic Field Absorption in Anechoic Chambers". *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, 2020, vol. 62, no. 3, pp. 789-802.
2. Иванов, П., Петров, В. "Анализ методов моделирования поглощения электромагнитного поля в безэховых камерах". *Journal of Electromagnetic Waves and Applications*, 2019, Том 35, выпуск 2, с. 245-259.
3. Козлов, С., Смирнова, Е. "Разработка эффективной модели поглощения электромагнитного поля в безэховых камерах с использованием метода конечных элементов". *Progress In Electromagnetics Research (PIER)*, 2021, Том 178, с. 45-58.
4. Васильев, А., Новиков, Д. "Исследование влияния формы и материала поглотителя на эффективность поглощения электромагнитного поля в безэховых камерах". *Microwave and Optical Technology Letters*, 2018, Том 60, выпуск 9, с. 2100-2110.
5. Ковальчук, О., Давыдов, И. "Оптимизация конструкции поглотителя для повышения эффективности поглощения электромагнитного поля в безэховых камерах". *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 2018, Том 70, выпуск 3, с. 789-802.