

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«ҒҮЛЫМ ЖАҢЕ БІЛІМ - 2025»
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XX Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«ҒҮЛЫМ ЖАҢЕ БІЛІМ - 2025»**

**PROCEEDINGS
of the XX International Scientific Conference
for students and young scholars
«ҒҮЛЫМ ЖАҢЕ БІЛІМ - 2025»**

**2025
Астана**

УДК 001(06)
ББК 72я631
F96

**«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2025» студенттер мен жас ғалымдардың
XX Халықаралық ғылыми конференциясы = XX Международная
научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE
BILIM – 2025» = The XX International Scientific Conference for
students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2025». – Астана:
– 3813 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

ISBN 978-601-08-5373-7

**Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас
ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті
мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.**

**The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young
researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities. В сборник
вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по
актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.**

УДК 001(06)
ББК 72я431
F96

ISBN 978-601-08-5373-7

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2025

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР.....	1
ПОДСЕКЦИЯ 1. ЯДРОЛЫҚ ЖӘНЕ МЕДИЦИНАЛЫҚ ФИЗИКАНЫҢ НЕГІЗГІ АСПЕКТІЛЕРІ.....	1
ПОЗИТРОНДЫЭМИССИЯЛЫҚ ТОМОГРАФИЯ ӘДІСІМЕН ДИАГНОСТИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР ЖҮРГІЗУ КЕЗІНДЕ ПАЦИЕНТТЕРДІ РАДИАЦИЯЛЫҚ ҚОРҒАУДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....	1
USE OF LUTETIUM-177 AND ACTINIUM-225 IN THE TARGETED THERAPY OF TUMORS AND BONE METASTASES.....	4
ХИТОЗАН МЕН ГРАФЕН ОКСИДІ НЕГІЗІНДЕ ИКЕМДІ БИОҮЙЛЕСІМДІ ГЕЛЬ-ПОЛИМЕР ЭЛЕКТРОЛИТТЕРІН ЖАСАУ.....	8
$^{15}\text{N} + ^{16}\text{O}$ ЖҮЙЕСІН ТАЛДАУ НЕГІЗІНДЕ ПРОТОННЫҢ СПЕКТРОСКОПИЯЛЫҚ АМПЛИТУДАСЫН ЗЕРТТЕУ.....	12
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ПЭТ/КТ С 68GA-PSMA-11 ЗА СЧЁТ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ РЕКОНСТРУКЦИИ.....	14
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ДОЗИМЕТРИЧЕСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ЗУБНЫМИ ПРОТЕЗАМИ НА АППАРАТЕ ТОМОТЕРАПИИ.....	20
СРАВНЕНИЕ СИСТЕМ “DELTA4 PHANTOM+” И “GAFCHROMIC EBТ3” В ТОМОТЕРАПИИ.....	23
МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ЛУЧЕВОЙ НАГРУЗКИ ПРИ МУЛЬТИФАЗНОЙ КТ-АНГИОГРАФИИ.....	26
ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИКАЦИИ МЕТАЦИРКОНАТА ЛИТИЯ ПУТЕМ ДОПИРОВАНИЯ ОКСИДОМ МАГНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ.....	28
РАДИОНУКЛИДНАЯ ТЕРАПИЯ В ОНКОЛОГИИ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗОТОПОВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ РАКА.....	31
КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ: МЕТОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	34
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ВСПЫШКИ БАЛЛА X8.7 ПРОИЗОШЕДШЕЙ 14 МАЯ 2024 НА СЧЕТ НАЗЕМНЫХ НЕЙТРОННЫХ МОНИТОРОВ.....	39
ЯДРОЛЫҚ МЕДИЦИНАДА ГАММА-СӘУЛЕЛЕНУ КӨЗДЕРІНЕН ЖЕКЕ ҚОРҒАНЫС РЕТІНДЕ РЕНТГЕНДІК ҚОРҒАНЫС ҚҰРАЛДАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІ.....	42
СРАВНЕНИЕ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК ПАЦИЕНТОВ И СОТРУДНИКОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАДИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ.....	45
ПРОБЛЕМЫ РАДОНОБЕЗОПАСНОСТИ В СЕВЕРНЫХ РЕГИОНАХ КАЗАХСТАНА	
48	

ЯДРОЛЫҚ ТРЕК ДЕТЕКТОРЛАРЫН РАДОН ӨЛШЕУДЕ ҚОЛДАНУ.....	54
ОРТАЛЫҚ МЫҢҚҰДЫҚ КЕН ОРНЫНДА ЖЕРАСТЫ ҰҢҒЫМАЛЫҚ ШАЙМАЛАУ ӘДІСІ АРҚЫЛЫ УРАН ҚОРЛАРЫН ЕСЕПТЕУДІҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ШЕШУ ЖОЛДАРЫ.....	58
РАДИАЦИЯЛЫҚ ТЕРАПИЯНЫ ЖОСПАРЛАУ ҮШІН ПОЗИТРОНДЫ ЭМИССИЯЛЫҚ ТОМОГРАФИЯ ЖӘНЕ КОМПЬЮТЕРЛІК ТОМОГРАФИЯНЫҢ (ПЭТ/КТ) РӨЛІ: ӘДЕБИЕТТЕРГЕ ШОЛУ.....	61
ПОДСЕКЦИЯ 2. НАНОМАТЕРИАЛДАР МЕН НАНОТЕХНОЛОГИЯЛАРДАҒЫ ОЗЫҚ ЖАҒАЛЫҚТАР.....	64
ФОТОАКУСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОКОМПОЗИТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ	64
МЕХАНИЗМ СВЕЧЕНИЯ В СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ КРИСТАЛЛАХ Lu_2SiO_5 ЛЕГИРОВАННОГО ЦЕРИЕМ.....	68
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ.....	73
СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ИОНОВ МЕДИ(II) ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ САХАРОЗЫ.....	77
"ГАЛЛИЙ ОКСИДІНІҢ НАНОҚҰРЫЛЫМДАРЫ: БОЛАШАҚТЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНА АРНАЛҒАН ПЕРСПЕКТИВАЛЫҚ МАТЕРИАЛДАР".....	81
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКРАНИРУЮЩИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОНКИХ ПЛЕНОК ОКСИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛОКАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ.....	86
МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИСТАЛЛА CuGaS_2 ЛЕГИРОВАННОГО ПЕРЕХОДНЫМИ МЕТАЛЛАМИ: РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОКОНВЕРСИИ.....	92
КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ В КРИСТАЛЛЕ Na_2SO_4	96
СИНТЕЗ Cu@PS И Cu/CuO@PS КОМПОЗИТНЫХ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН ДЛЯ УДАЛЕНИЯ РОКСИТРОМИЦИНА.....	99
ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАДИОИЗОТОПА СВИНЦА В ВОЗДУХЕ В ГОРОДЕ СТЕПНОГОРСК.....	109
БИОЫДЫРАЙТЫН ПОЛИМЕРЛЕР ЖӘНЕ ПОЛИКАРБОНАТТЫ ҚАЛДЫҚТАР НЕГІЗІНДЕ КӨПФУНКЦИЯЛЫ НАНОКОМПОЗИТТІ МАТЕРИАЛДАРДЫ ӘЗІРЛЕУ	112
ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОМОРФОЛОГИИ ПЕРОВСКИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ.....	117

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ТРАНСФОРМАЦИЙ В ХМGO-(1-X)LI2ZRO3 КЕРАМИКАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ДОПАНТА И УСЛОВИЙ СИНТЕЗА.....	120
MN ₂ COX (X = AL, SB, SN) ГЕЙСЛЕР ҚОРЫТПАСЫНЫҢ ЭЛЕКТРОНДЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ.....	121
УРАН (VI) ИОНДАРЫНА ҚАТЫСТЫ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ СОРБЦИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	124
ПОДСЕКЦИЯ 3. ҒАРЫШТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН ИНЖЕНЕРИЯДАҒЫ ҚАЗІРГІ ҚИЫНДЫҚТАР.....	127
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА СТОЛКНОВЕНИЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НА ОРБИТЕ.....	127
КОХТЫҢ ШАҒЫН ӨЛШЕМДІ ДИПОЛЬДІ ФРАКТАЛДЫҚ АНТЕННАСЫНЫҢ БІРІНШІ ИТЕРАЦИЯСЫ ДИЗАЙНЫ.....	136
ОЦЕНКА РИСКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО СТОЛКНОВЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА KAZEOSAT-1 С КОСМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ ПРИ ПРОИЗВЕДЕНИЕ ЗАПЛАНИРОВАННОГО СПУСКА С РАБОЧЕЙ ОРБИТЫ В КОНЦЕ СРОКА СЛУЖБЫ.....	142
АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК НА КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ ПРИ ВХОДЕ В АТМОСФЕРУ ЗЕМЛИ.....	146
КҮН РАДИАЦИЯСЫНЫҢ ӨСЕРІНЕ ҰШЫРАҒАН ҚОЗҒАЛАТЫН ҒАРЫШ АППАРАТЫН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ТЕРМИЯЛЫҚ ТАЛДАУ.....	150
ТОПТЫҚ БАСҚАРУДА ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППАРАТТАРЫ АРҚЫЛЫ ЖЕРГІЛІКТІ РАДИОБАЙЛАНЫС АРНАСЫНЫҢ ҚОРҒАУ ӘДІСТЕРІ.....	160
АСТАНА ҚАЛАСЫНДАҒЫ ҚОҚЫС ПОЛИГОНЫНЫҢ АУМАҚТЫҚ ӨЗГЕРІСІН СПУТНИКТІК МОНИТОРИНГ АРҚЫЛЫ ЗЕРТТЕУ (2019-2024 ЖЖ.).....	166
ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППАРАТЫН БАСҚАРУДА ДЫБЫСТЫҚ КОМАНДАЛАРДЫ БЕРУДІ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЛІК ЖҮЙЕДЕ ІСКЕ АСЫРУ.....	169
ЖЕЛЕЗИНКА АУДАНЫНЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДАҒЫ ЖЕР СЕРІКТІК МОНИТОРИНГІ.....	175
АСТАНА ҚАЛАСЫНДАҒЫ КІШІ ТАЛДЫКӨЛ СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ЖОЙЫЛУ ҚАУПІН СПУТНИКТІК МОНИТОРИНГПЕН ЗЕРТТЕУ.....	179
АСПЕКТЫ МЕХАНИЗМА РАБОТЫ ПИД-РЕГУЛЯТОРА.....	183
АТЫРАУ ОБЛЫСЫНЫҢ ҚҰЛСАРЫ ҚАЛАСЫНДАҒЫ СУ ТАСҚЫНЫ: ҒАРЫШТЫҚ МОНИТОРИНГ, ТАЛДДАУ ЖӘНЕ САЛДАРЫ.....	187
СЕМЕЙ ЯДРОЛЫҚ ПОЛИГОНЫ ЖАРЫЛЫСТАРДЫҢ ӨСЕРІН ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНТТАУ АРҚЫЛЫ ЗЕРТТЕУ.....	189
ҒАРЫШТЫҚ СӘУЛЕЛЕРДІҢ ВАРИАЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ "КОВЕР/АСТАНА" ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ.....	193
КҮН ҒАРЫШТЫҚ СӘУЛЕЛЕРІНІҢ ЖЕРДІҢ МАГНИТТІК ӨРІСІНДЕГІ ҚОЗҒАЛЫСЫ.....	196

ПОВЕДЕНЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИТИЙ-ИОННЫХ ЯЧЕЕК ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК В ЭНЕРГЕТИКЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.....	199
ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ ОТКАЗОВ.....	204
ОБЗОР КОНСТРУКЦИИ И ПАТЕНТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИВЯЗНОГО АЭРОСТАТА	209
СЫРДАРΙΑ ӨЗЕНІНІҢ 2017–2024 ЖЫЛДАР АРАЛЫҒЫНДА ТАЯЗДАНУЫН SENTINEL-2 СПУТНИКТИК СУРЕТТЕРІ БОЙЫНША ТАЛДАУ.....	213
ӨЗАРА АЛМАСТЫРЫЛУ ТАЛАПТАРЫНА САЙ ҒАРЫШ АППАРАТЫНЫҢ МОДУЛЬДІК ПЛАТФОРМАСЫНЫҢ САД ҮЛГІСІН ЖОБАЛАУ.....	216
ПОДСЕКЦИЯ 4. ЖАЛПЫ ЖӘНЕ ТЕОРИЯЛЫҚ ФИЗИКАНЫҢ ІРГЕЛІ СҰРАҚТАРЫ.....	220
АНИЗОТРОПТЫ КОМПАКТТЫ ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ ТЕОРИЯСЫНДАҒЫ ҚАРАПАЙЫМ МОДЕЛІ.....	220
БЕЗДИСПЕРСИОННЫЙ ПРЕДЕЛ ИНТЕГРИРУЕМОГО.....	224
$F(Q, T)$ ГРАВИТАЦИЯСЫ НЕГІЗІНДЕ ҒАРЫШТЫҚ КЕҢЕЮДІ ЗЕРРТЕУ.....	226
МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ЗАМАНАУЫ КОСМОЛОГИЯДА ҚОЛДАНУ МЫСАЛДАРЫ.....	229
КОСМОЛОГИЯДАҒЫ ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ ТЕОРИЯНЫҢ КЕЙБІР МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	234
БАСТАПҚЫ ҚАРА ҚҰРДЫМДАРДЫҢ АСТРОФИЗИКАЛЫҚ КӨРІНІСТЕРІ.....	236
ТҰТҚЫР СҰЙЫҚТЫҚТАР ЖӘНЕ ГАУСС-БОННЕ МОДИФИКАЦИЯЛАҒАН ГРАВИТАЦИЯ.....	239
M87 АСА АУЫР ҚАРА ҚҰРДЫМЫНЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРІ	242
$F(T)$ ГРАВИТАЦИЯДА МАТЕРИЯ ТЫҒЫЗДЫҚ ҰЙЫТҚУЫНЫҢ ЭВОЛЮЦИЯСЫ	245
КВИНТЭССЕНЦИЯЛЫҚ ИНФЛЯЦИЯДАҒЫ КУРВАТОННЫҢ РӨЛІ.....	249
ГРАВИТАЦИЯСЫНДАҒЫ КОСМОЛОГИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРДІ ЗЕРТТЕУ.....	256
АВОГАДРО ТҰРАҚТЫСЫ: МИКРОДҰНИЕНІҢ НЕГІЗІ.....	258
РАДОННЫҢ ПЕРОРАЛЬДЫҚ ЖӘНЕ ИНГАЛЯЦИЯЛЫҚ ЖОЛДАРМЕН ТҮСУІ КЕЗІНДЕГІ БИОКИНЕТИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ЗЕРТТЕУ.....	263
КҮҢГІРТ ЭНЕРГИЯНЫҢ КАНОНДЫҚ ЕМЕС МОДЕЛЬДЕРІНДЕГІ КОСМОЛОГИЯЛЫҚ СИНГУЛЯРЛЫҚТАР.....	266
ВЕЙЛЬ ТИПТІ ГЕОМЕТРИЯДАҒЫ ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ ТЕОРИЯНЫҢ КОСМОЛОГИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРІ.....	269
ГРАВИТАЦИЯСЫ ШЕҢБЕРІНДЕ БІРТЕКТІ ЗАТТЫҢ КЕҢЕЮІ КЕЗІНДЕ АУЫТҚУЛАР.....	272
ДӘРЕЖЕЛІК КОСМОЛОГИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРДІ ЗЕРТТЕУ.....	276

ГАУССОВСКИЙ ПРОЦЕСС КАК ИНСТРУМЕНТ ВЫЯВЛЕНИЯ ОТКЛОНЕНИЙ ОТ МОДЕЛИ ХОЛОДНОЙ ТЁМНОЙ МАТЕРИИ.....	280
КВАДРАТТЫҚ ЭНЕРГИЯ-ИМПУЛЬС ГРАВИТАЦИЯ КОСМОЛОГИЯСЫ.....	284
ГРАВИТАЦИЯНЫҢ ЖАҢАРТЫЛҒАН ТЕОРИЯЛАРЫНДАҒЫ ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ ТҰРАҚСЫЗДЫҚ.....	287
АДАМ АҒЗАСЫНДА ЖӘНЕ АКТИВТИЛІГІН ТІКЕЛЕЙ АНЫҚТАУ.....	289
ҒАЛАМДАҒЫ МАТЕРИЯНЫҢ ТЫҒЫЗДЫҒЫ:.....	293
КОСМОЛОГИЯДАҒЫ САҚТАЛУ ЗАҢДАРЫ ЖӘНЕ ХОЖМАННЫҢ.....	297
K-ESSENCE МОДЕЛІНДЕГІ ҒАЛАМНЫҢ КЕҢЕЮ ДИНАМИКАСЫ.....	304
ГРАВИТАЦИЯНЫҢ ТЕОРИЯСЫНЫҢ КОСМОЛОГИЯЛЫҚ ҚОЛДАНУЛАРЫ...	308
ГРАВИТАЦИЯСЫНДАҒЫ КОСМОЛОГИЯЛЫҚ.....	312
COMPARATIVE ANALYSIS OF FIELD EQUATIONS IN MODIFIED.....	315
SOLVING THE SCHRÖDINGER EQUATION IN PHYSICS AND MODELLING MOLECULAR STRUCTURES USING MATLAB.....	319
COMPARATIVE ANALYSIS OF COSMOLOGICAL SIMULATIONS: MILLENNIUM-II, ILLUSTRIS, AND CLUSTER-EAGLE.....	323
ПОДСЕКЦИЯ 5. КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН ЭЛЕКТРОНИКАДАҒЫ ПЕРСПЕКТИВАЛЫҚ БАҒЫТТАР.....	326
ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН.....	326
"ТИІМДІ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ ҮШІН «ІШКІ ҚАСИЕТТЕР» ЖЕЛІСІН АНЫҚТАУДЫҢ ЖАЛПЫ МІНДЕТІ".....	328
ҚАШЫҚТЫҚТАН БАСҚАРУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ ҚАБІЛЕТІНЕ ИЕ LORA МОДУЛІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ІОТ ҚҰРЫЛҒЫСЫ ҮШІН РСВ ЖОБАЛАУ.....	332
ҰЯЛЫ БАЙЛАНЫС САПАСЫН ЖАҚСARTУ.....	337
ARDUINO ПЛАТФОРМАСЫНДА WEB-ҚОСЫМШАМЕН БІРІКТІРІЛГЕН, АҚЫЛДЫ ҮЙ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫН БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ.....	340
«LORAWAN: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ».....	345
ҚАБЫЛДАҒЫШ АНТЕННАЛАРДЫҢ ЖҰМЫС ПРИНЦИПТЕРІ МЕН ТЕХНИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫНА ШОЛУ.....	348
МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ІОТ.....	351
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ МОСТОВ В КАЗАХСТАНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ ІОТ.....	355
БАЙЛАНЫССЫЗ ЖЕЛІЛЕР ҮШІН РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ ҚҰРЫЛҒЫЛАРДЫ ЖОБАЛАУДАҒЫ ИННОВАЦИЯЛАР.....	359
МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (БПЛА).....	363

«LORAWAN: ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ (ИОТ)».....	366
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СЕТИ 4G РАЙОНА «КУЛЕНОВКА» В Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСК.....	371
СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ: ТЕПЛОВИЗОРЫ, ДРОНЫ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ.....	375
ТИІМДІ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ ҮШІН ТОРДЫҢ "ІШКІ ҚАСИЕТТЕРІН" АНЫҚТАУДЫҢ ЖАЛПЫ МІНДЕТІ.....	378
ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ НАПОЛНЕННОГО ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА.....	383
ИНТЕГРАЦИЯ СЕТЕЙ 5G В ЭКОСИСТЕМУ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ: ВОЗМОЖНОСТИ И ВЫЗОВЫ ДЛЯ КАЗАХСТАНА.....	388
ОСОБЕННОСТИ синхронного детектирования фотоакустических сигналов.....	394
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОДЪЕМА УГЛЯ В ШАХТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК....	397
ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ.....	401
ҚАЗАҚСТАНДА GPS КӨЛІК МОНИТОРИНГІ ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУ.....	403
ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ.....	406
БИОМЕТРИЯЛЫҚ САУСАҚ ІЗІ ӘДІСІН ҚОЛДАНА ОТЫРП, ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕ СӘЙКЕСТЕНДІРУ АЛГОРИТМІН ҚҰРУ.....	411
СЫМСЫЗ WI-FI ЖЕЛІЛЕРІН ҚАЗІРГІ ШИФРЛЕУ ӘДІСТЕРІ АРҚЫЛЫ СЫРТҚЫ ШАБУЫЛДАН ҚОРҒАУ БАҒЫТТАРЫ.....	413
РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ПО ИОТ НА БАЗЕ STM МИКРОКОНТРОЛЛЕРА С МОДУЛЕМ LORA.....	416
УМНЫЕ СВЕТОФОРЫ: ИНТЕГРАЦИЯ ИОТ И ИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТРАФИКОМ.....	420
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ СЕТЕВЫХ УСТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	426
РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ИОТ УСТРОЙСТВА С ФУНКЦИЕЙ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА.....	430
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SHINOVICSTV И TELEGRAM-ОПОВЕЩЕНИЙ.....	435
ГРАФЕНДІ ИНТЕГРАЛДЫ СХЕМАЛАРДА ҚОЛДАНУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ..	440
ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ СТАНДАРТА 4G В БАЙКОНЬРСКОМ РАЙОНЕ Г. АСТАНА.....	444
ТЕХНОЛОГИЯ GRON: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ.....	448

ЭВОЛЮЦИЯ ПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ: ОТ КООКСИАЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ ДО ОПТОВОЛОКОННЫХ СЕТЕЙ.....	452
АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНА АРНАЛҒАН ESP32 НЕГІЗІНДЕГІ АҚЫЛДЫ МЕТЕОСТАНЦИЯ.....	455
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ БЛОК ПИТАНИЯ С УСИЛЕННОЙ ЗАЩИТОЙ ОТ ПОМЕХ.	460
СИНТЕЗ МЕМРИСТОРНЫХ ЯЧЕЕК НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ..	464
ЭВОЛЮЦИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ: ОТ ДРЕВНИХ МЕТОДОВ К СОВРЕМЕННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ.....	469
РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТТАРДЫ СЫРТҚЫ ӘСЕРЛЕР МЕН КЕДЕРГІЛЕРДЕН ҚОРҒАУ ӘДІСТЕРІ.....	472
BLE ЖӘНЕ LORAWAN ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ШАХТАЛАРДА ҚОЛДАНУ: ҚАУІПСІЗДІК ПЕН ӨНІМДІЛІКТІ ЖАҚСARTУ.....	477
ОБЩАЯ ЗАДАЧА ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ "ВНУТРЕННИХ СВОЙСТВ" СЕТКИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ.....	482
РАЗРАБОТКА АНТЕННЫ С КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ ДЛЯ RFID – СИСТЕМЫ	487
ПЕРЕДАЧА МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ДАННЫХ ПО СЕТИ 5G.....	492
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧИТЫВАНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ НИКОЛСОНА-РОССА-УОТЕРА.....	495
МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОДЪЕМНИКОВ.....	500
ZAVVIХ ПЛАТФОРМАСЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН ЖЕЛІНІ БАҚЫЛАУ ӘДІСТЕМЕСІ: ІСТЕН ШЫҒУ УАҚЫТЫН АЗАЙТУ.....	502
ПОДСЕКЦИЯ 6. ТЕХНИКАЛЫҚ ФИЗИКА.....	507
СОЗДАНИЕ НАНОСТРУКТУР ОКСИДА МЕДИ НА ПОДЛОЖКЕ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ.....	507
ӘРТҮРЛІ ТЕМПЕРАТУРАДА ӨСІРІЛГЕН CDSE НАНОПЛАСТИНКАЛАРЫНЫҢ ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	510
КРЕМНИЙ ДИОКСИДІНДЕГІ МЫС СЕЛЕНИДІ НАНОМАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯСЫ.....	513
CDTE НАНОПЛАСТИНАЛАРЫНЫҢ ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ПРЕКУРСОР КОНЦЕНТРАЦИЯСЫНЫҢ ӘСЕРІ.....	517
КОРРОЗИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ: ИННОВАЦИОННЫЕ СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ПРОБЛЕМОЙ.....	522
ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ НАНОКРИСТАЛЛОВ СУЛЬФИДА ЦИНКА В ТРЕКОВОМ ШАБЛОНЕ SiO ₂ /Si.....	527
КЕУЕКТІ КРЕМНИЙ БЕТІНДЕ ZNO ЖҰҚА ҚАБЫҚШАСЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ	530
КЕРІ ЖӘНЕ ТОЛЫҚ ГЕЙСЛЕР ҚОРЫТПАЛАРЫНЫҢ ЭЛЕКТРОНДЫҚ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....	532

CDTE НАНОПЛАСТИНАЛАРЫНЫҢ ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ КВАНТТЫҚ-ӨЛШЕМДІ ЭФФЕКТІНІҢ ӘСЕРІ.....	535
IN-SITU СПЕКТРОСКОПИЯ ӘДІСІМЕН CDTE НАНОПЛАСТИНДЕРІН СИНТЕЗДЕУ БАРЫСЫНДА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯНЫҢ ҰЗАҚ МОНИТОРИНГІ. .	538
ЖАРЫҚДИОДТЫ ЖАРЫҚТАНДЫРУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН $(\text{SRCA})_2\text{SiN}_8:\text{Eu}$ ЖӘНЕ $\text{YAG}:\text{Ce}$ НЕГІЗІНДЕГІ ЛЮМИНОФОРЛАРДЫҢ СПЕКТРЛІК СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ.....	543
ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТҰРАҚТЫ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ БОЛАШАҒЫ: БАЛАМАЛЫ ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІ.....	548
СИНТЕЗ И СЭРС-ИССЛЕДОВАНИЕ МЕДНЫХ МИКРОТРУБОК ДЛЯ ДЕТЕКЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ.....	551
ФУКО ТОГЫ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ МЕН ЕСЕПТЕУЛЕРІ.....	555
МЫРЫШ ТЕЛЛУРИДІ НАНОКРИСТАЛДАРЫНЫҢ ТЕМПЛЭЙТТІ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМЫ.....	558
КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ НОВЫХ ГОМО- И ГЕТЕРОЛЕПТИЧЕСКИХ ШЕСТИКООРДИНАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ КРЕМНИЯ.....	561
ПОДСЕКЦИЯ 7. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУДАҒЫ ТӘСІЛДЕР МЕН ЖАҢАЛЫҚТАР..	568
ЖАЛПЫ БІЛІМ БЕРЕТІН МЕКТЕПТЕРДЕ ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУДА ИНТЕРАКТИВТІ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ.....	568
МОДУЛЬДІК ОҚЫТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ НЕГІЗІНДЕ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ПРАКТИКАЛЫҚ ДАҒДЫЛАРЫН ДАМЫТУ.....	572
ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫН ИНТЕГРАЦИЯЛАУ АЯСЫНДА ФИЗИКА МЕН БИОЛОГИЯ ПӘНДЕРІНІҢ ӨЗАРА БАЙЛАНЫСЫ.....	576
ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ИНКЛЮЗИВТІ ФИЗИКА САБАҚТАРЫН ҰЙЫМДАСТЫРУ.....	581
ФИЗИКА САБАҒЫНДА МАТЕМАТИКАЛЫҚ БІЛІМДІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ПӘНАРАЛЫҚ БАЙЛАНЫСТЫ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ ЖОЛДАРЫ.....	586
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН ДЛЯ СЕРТИФИКАЦИИ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ	589
ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ЖӘНЕ БІЛІМ БЕРУ: ОҚЫТУДЫҢ БОЛАШАҒЫ.....	594
ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ ФИЗИКОВ.....	597
ТАБИҒАТТАҒЫ ФИЗИКАЛЫҚ ПРОЦЕССТЕРДІ ФИЗИКА САБАҒЫНДА ИНТЕГРАЦИЯЛАУ.....	602
ИНКЛЮЗИВТІ БІЛІМ БЕРУДЕ ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУДЫҢ ИНТЕРАКТИВТІ ӘДІСТЕРІ.....	606
ОБНОВЛЕНИЕ АСТРОНОМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СВЕТЕ НОВЫХ ОТКРЫТИЙ.....	610

«ТЕРМОДИНАМИКА НЕГІЗДЕРІ» ТАРАУЫ БОЙЫНША ОҚУ НӘТИЖЕЛЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУШЫ БАҒАЛАУДЫҢ ЖӘНЕ ТАПСЫРМАЛАР ЖҮЙЕСІН ҚҰРАСТЫРУДЫҢ ӘДІСТЕРІ.....	615
РУТНОН КОДТАУЫ НЕГІЗІНДЕ ФИЗИКАЛЫҚ ПРЕФИКСТЕРДІ, ТРИГОНОМЕТРИЯЛЫҚ ФУНКЦИЯЛАРДЫ ЖӘНЕ ТҮБІРЛЕРДІ ЕСЕПТЕУГЕ АРНАЛҒАН КӨПФУНКЦИОНАЛДЫ КАЛЬКУЛЯТОРДЫ ӘЗІРЛЕУ	619
ФИЗИКА САБАҚТАРЫНДА ДЕМОНСТРАЦИЯЛЫҚ ЭКСПЕРИМЕНТТЕР АРҚЫЛЫ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ШЫҒАРМАШЫЛЫҚ ҚАБІЛЕТТЕРІН ДАМЫТУ....	624
ОҚУШЫЛАРДЫҢ ЗЕРТТЕУШІЛІК ҚАБІЛЕТТЕРІН ҮЙДЕГІ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ТАПСЫРМАЛАР НЕГІЗІНДЕ ДАМЫТУ.....	628
8-СЫНЫП ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ «ЖАРЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАРЫ» ТАРАУЫН ОҚУ БАРЫСЫНДА ФУНКЦИОНАЛДЫҚ САУАТТЫЛЫҒЫН ДАМЫТУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗІ.....	633
ФИЗИКА ЖӘНЕ ХИМИЯ ПӘНДЕРІН ИНТЕГРАЦИЯЛАП ОҚЫТУДЫҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ: ЗАМАНАУИ МЕКТЕП БАҒДАРЛАМАСЫНДАҒЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ.....	638
НЕГІЗГІ МЕКТЕП ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ ФИЗИКА ПӘНІ БОЙЫНША БІЛІМІНДЕГІ ОЛҚЫЛЫҚТАРДЫ ДИАГНОСТИКАЛАУДА ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІ ҚОЛДАНУ.....	643
ФИЗИКАЛЫҚ ҰҒЫМДАРДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИЯЛАУДАҒЫ STEAM-БІЛІМ БЕРУДІҢ РӨЛІ.....	647
ФИЗИКА ПӘНІ МҰҒАЛІМІНІҢ 7-СЫНЫП ОҚУШЫЛАРЫНА САБАҚ БЕРУ БАРЫСЫНДА ЭМОЦИОНАЛДЫҚ ИНТЕЛЛЕКТІНІ ТИІМДІ ПАЙДАЛАНУ.....	651
КВАНТТЫҚ КӨРІНІСТЕРДІ ҚАЛЫПТАСТЫРУДАҒЫ ҚИЫНДЫҚТАРДЫ ЖЕҢУ: СЫРТҚЫ ФОТОЭФФЕКТІНІ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ.....	655
ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУДА ИННОВАЦИЯЛЫҚ СТРАТЕГИЯ РЕТІНДЕ.....	661
РАЗВИТИЕ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ И БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ-ФИЗИКИ ЧЕРЕЗ ПОДХОД «ОБРАЗОВАНИЕ ЧЕРЕЗ НАУКУ».....	665
ОРТА МЕКТЕПТЕ ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ҮРДІСІНДЕ ДАРЫНДЫ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ЗЕРТТЕУШІЛІК ҚАБІЛЕТТЕРІН ДАМЫТУ.....	668
ОРТА БУЫН СЫНЫПТАРЫНДА ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУДА ИНТЕРАКТИВТІ ӘДІСТЕРДІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ТАНЫМДЫҚ ҚЫЗЫҒУШЫЛЫҒЫН АРТТЫРУ.....	673
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ.....	676
ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУДА ОЙЫН ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНУ.....	681
ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУДА ИНТЕРАКТИВТІ ӘДІСТЕРДІ ҚОЛДАНУ.....	685
ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ КЕЗІНДЕ ОРТА БУЫН ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ МОТИВАЦИЯСЫНА ГЕЙМИФИКАЦИЯНЫҢ ӘСЕРІН ТАЛДАУ.....	687

ОҚУШЫЛАРДЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ САУАТТЫЛЫҒЫН ДАМУ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ 9-СЫНЫПТА МЕХАНИКАДАН КОНТЕКСТІК ТАПСЫРМАЛАР.....	690
КОНТЕКСТНОЕ ОБУЧЕНИЕ В РЕШЕНИИ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ УЧЕНИКОВ.....	694
НЕГІЗГІ МЕКТЕПТЕ ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУДА ГЕЙМИФИКАЦИЯ.....	699
МЕКТЕП ФИЗИКА КУРСЫНДА ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ ҒЫЛЫМИ ТАНЫМЫН ЭССЕ АРҚЫЛЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУ.....	702
STEM-ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКИ.....	706
ЗАМАНАУИ БІЛІМ БЕРУДЕ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ САУАТТЫЛЫҒЫН ДАМУДЫҢ МАҢЫЗЫ.....	711
ФИЗИКА ПӘНІН ОҚЫТУДА STEM ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ ӘДІСТЕМЕСІ	716
ФИЗИКА САБАҒЫНДА ИНТЕРАКТИВТІ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАСАҚТАМА МЕН СЕНСОРЛАРДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ПРАКТИКАЛЫҚ ДАҒДЫЛАРДЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУ.....	722
ФИЗИКА ПӘНІ БОЙЫНША БАЗАЛЫҚ БІЛІМДЕГІ ОЛҚЫЛЫҚТАРДЫ ЖОЮ ЖОЛДАРЫ: 10 СЫНЫП ОҚУШЫЛАРЫМЕН ЖЕКЕ ЖҰМЫС ТӘЖІРИБЕСІ.....	726
ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ НЕУСПЕВАЮЩИХ УЧЕНИКОВ.....	731
METHODOLOGY OF METACOGNITIVE SKILLS DEVELOPMENT IN THE TEACHING PROCESS OF BASIC SCHOOL PHYSICS.....	734
ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМДІ ГЕЙМИФИКАЦИЯ АРҚЫЛЫ ТҮСІНДІРУ: ОҚУ ПРОЦЕСІН ОЙЫН ФОРМАСЫНА КӨШІРУ.....	738
ФИЗИКА ПӘНІН ОҚЫТУДА ИНКЛЮЗИВТІ БІЛІМ БЕРУ ӘДІСІ.....	741
7 – СЫНЫП БОЙЫНША «ГИДРАВЛИКАЛЫҚ МАШИНА» ТАҚЫРЫБЫНА.....	745
SINQASE ОҚЫТУ ӘДІСІ АРҚЫЛЫ ОҚУШЫЛАРДЫҢ СЫНИ ОЙЛАУЫ МЕН ЗЕРТТЕУ ДАҒДЫЛАРЫН ДАМУ.....	749
ФИЗИКА ПӘНІН ОҚЫТУДА ПРОБЛЕМАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСІН ҚОЛДАНУ.....	752
КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ АРҚЫЛЫ 9 СЫНЫП ОҚУШЫЛАРЫНА ФИЗИКАНЫ ТИІМДІ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ.....	756
ОҚУ МОТИВАЦИЯСЫН АРТТЫРУ НЕГІЗІНДЕ ЭКСПЕРИМЕНТТЕРДІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ «ТЕРБЕЛІСТЕР МЕН ТОЛҚЫНДАР» ТАРАУЫН ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ	760
9-СЫНЫП ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ КИНЕМАТИКА БОЙЫНША ОҚУ ЖЕТІСТІКТЕРІН БАҒАЛАУҒА АРНАЛҒАН ТАПСЫРМАЛАР ЖҮЙЕСІ: ӘДІСТЕМЕЛІК ТӘСІЛДЕР МЕН ҚҰРАЛДАР.....	763
ФИЗИКА САБАҒЫНДА ЖАСАҢДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ҚҰРАЛДАРЫН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ЗЕРТТЕУШІЛІК ДАҒДЫЛАРЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ	768

ТОЛЫҚТЫРЫЛҒАН ШЫНДЫҚ (AR) ТЕХНОЛОГИЯСЫН ФИЗИКАНЫ ОҚУДА ПАЙДАЛАНУ.....	772
ФИЗИКАНЫ ОҚУ ПРОЦЕСІНДЕ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ТАНЫМДЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІН ДАМУҒА ЭКСПЕРИМЕНТТІК ТАПСЫРМАЛАРДЫҢ ӘСЕРІ.....	776
ФИЗИКА ЕСЕПТЕРІНІҢ БІЛІМ БЕРУДЕГІ МАҢЫЗЫ.....	780
ФИЗИКА САБАҚТАРЫНДА ДАРЫНДЫ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ЗЕРТТЕУШІЛІК ҚАБІЛЕТТЕРІН ДАМУҒА ӘДІСТЕРІ.....	785
ФИЗИКА БОЙЫНША ҰЛТТЫҚ БІРЫҢҒАЙ ТЕСТІЛЕУГЕ АРНАЛҒАН ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ КӨМЕКШІСІ.....	787
ОРТА БІЛІМ БЕРУДЕ ФИЗИКА ПӘНІ БОЙЫНША ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ.....	790
STEM АРҚЫЛЫ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ЗЕРТТЕУШІЛІК ДАҒДЫЛАРЫН ДАМУҒА БОЛАШАҚ ФИЗИКА МҰҒАЛІМДЕРІН ДАЙЫНДАУ.....	795
ARDUINO ҚҰРЫЛҒЫСЫ АРҚЫЛЫ ФИЗИКА ПӘНІН ҚАТЫСТЫРЫП ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫС ЖАСАУ.....	800
ВИРТУАЛДЫ ЗЕРТХАНАНЫ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ФИЗИКА САБАҚТАРЫНДА ОҚУШЫЛАРДЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ САУАТТЫЛЫҒЫН АРТТЫРУ.....	804
ОРТА МЕКТЕПТЕ НАНОТЕХНОЛОГИЯ ҰҒЫМЫН ОҚЫТУДЫҢ ТИІМДІ ӘДІСТЕРІ.....	807

¶ ¶

КҮН РАДИАЦИЯСЫНЫҢ ӘСЕРІНЕ ҰШЫРАҒАН ҚОЗҒАЛАТЫН ҒАРЫШ АППАРАТЫН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ТЕРМИЯЛЫҚ ТАЛДАУ

Ағабеков Досхан Оразалыұлы, Калманова Динара Мирзабековна
doskhan.agabekov.02@mail.ru

Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ «Ғарыштық техника және технологиялар»
кафедрасының 2 курс магистранты, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі - Калманова Д.М.

Ғарыш аппаратының ұшу уақыты мен миссиясы кезіндегі ғарыштық орта көптеген ғарыштық миссиялардағы ауытқулардың негізгі себебі болып табылады. Мұндай ауытқулардың ең көп тараған факторлары - беттік зарядтау және разрядтау, күн радиациясының жылыту жүктемелері және бірнеше жарияланған зерттеулер көрсеткендей ғарышта орбиталық қоқыстардың болуы. Сонымен қатар, ғарыш аппараттарын жобалау кезеңінде күн жүктемесі, қорғаныс материалы, борттық жабдықтың орналасуы, жылуды басқару және ауаны баптау жүйелері ескерілуі керек. Жылулық бақылау және көлік динамикасы ғарыш аппаратын жобалау кезеңінде шешуші рөл атқарады. Бұл негізінен ғарыш аппаратының және борттық жабдықтың күн сәулесінің жоғары жүктемелерінің әсеріне және ғарыш аппаратының корпусының температуралық градиентіне және оның салқындату жүктемесіне әсер ететін жылудың ғарыш аппаратының құрылымына енуіне байланысты. Кез келген ғарыштық аппараттарды жобалау процесі, мысалы, жер серіктері, аппарат құрылымында, сондай-ақ пайдалы жүктемеде жоғары температура ауытқуларына байланысты термиялық кернеулердің болмауына кепілдік беру үшін аппарат қозғалысының динамикалық талдауына қосымша егжей-тегжейлі жылу сипаттамаларын жобалауды қажет етеді.

Борттағы электронды жабдықты зақымдауы мүмкін ауыр термиялық кернеулерді болдырмау үшін бүкіл ғарыш аппарат жүйелерінің атқарушы бөліктерінің температуралық ауытқуы бүкіл миссия кезінде тиісті диапазонда сақталуы керек. Материалдың созылу беріктігі температураның жоғарылауымен төмендейтіндіктен, айналу мен күн радиациясының ғарыш аппаратының айналасында және ішіндегі температураның таралуына әсерін зерттеу маңызды. Осылайша, ғарыш аппараттары мен байланыс спутниктерін жылумен басқару ғарыштық миссияны сәтті орындау және қауіпсіз оралу үшін өте маңызды. Негізінен, ғарыш кемесі ғарышта әртүрлі биіктікте жүргенде күннен жылуды алып, қоршаған атмосфераға жылуды таратады. Екінші жағынан, терең ғарыш кеңістігінде күн радиациясынан алынған жылу радиация арқылы жартылай терең ғарыш кеңістігіне таралуы керек. Осылайша, ғарыш аппаратының құрылымы ғарыш аппаратының сыртқы және ішкі беттеріндегі температураның өзгеруіне байланысты оның ғарыштық ортасымен термиялық тұрақсыздыққа жетеді. Жалпы алғанда, күн радиациясы бекітілген бағыттан түседі, ғарыш аппаратының корпусының бір жағы сәулеленген, екінші жағы қараңғы болып қалады, нәтижесінде температура ауытқулары туындайды. Жарық жақтан қараңғы жаққа жылу беру кезінде пайда болатын температура градиенттері кез келген айналу динамикасы болмаған кезде ғарыш кемесінің денесінде температураның өзгеруіне әкеледі. Демек, ғарыштық астронавтар, борттық электронды жабдықтар және криогенді отын цистерналары жарық жағында қатты қызады, ал қараңғы жақтан жылуды жоғалтады.

Ғарыштық ортаға деген үлкен қызығушылықтың нәтижесінде ғарыш аппараттарының ғарышта ұшу кезінде және терең ғарыштық кеңістікте ұшу миссиясы кезіндегі жылулық әрекетіне қатысты зерттеулер нақты уақыттағы спутниктік симуляторларға өте маңызды болды. Жылу сипаттамаларын бақылау ғарыш аппаратының

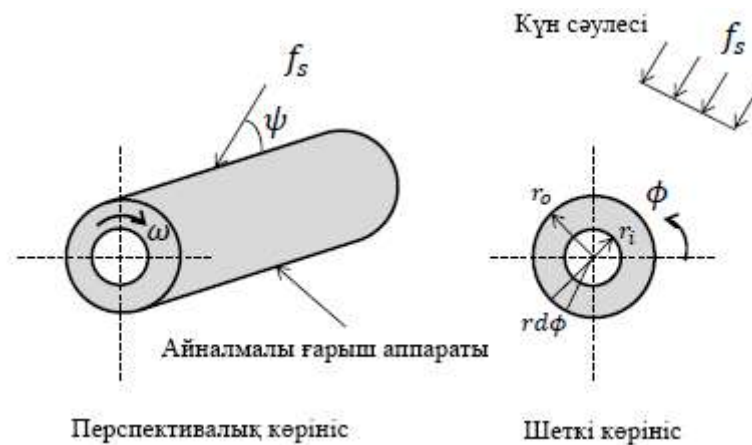
қауіпсіз жұмыс істеуі үшін міндетті болып табылады. Тұтастай алғанда, күндізгі ауысу кезінде күн радиациясының күшті әсерінен спутниктің айналу бұрышы маневрін жасау маңызды деп саналады. Жылулық динамиканы модельдеу жылу сәулелену әсерлерімен байланысты және термиялық индукция нәтижесіндегі вибрацияларға байланысты жоғары температура градиенттерінде болуы мүмкін. Сондықтан күн термиялық жүктемесі мен маневр динамикасын талдау кезінде биіктік маневріне арналған қосылыс-термиялық құрылымдық талдау өте маңызды. Бұл жылулық динамиканың негізгі аспектілерінің бірі айналу жылдамдығы, ғарыштық күн жылытуы және ғарыш кемесі қабырғасы арқылы өтетін жылу арасындағы байланыстың арқасында ғарыш кемесі қол жеткізетін температураның өзгеруін қамтиды. Температура деңгейі ғана емес, сонымен қатар ғарыш аппараты тасымалдайтын барлық борттық жабдықтың жылу сезімталдығына байланысты ғарыш аппаратының құрылымындағы бір нүктеден екінші нүктеге температураның өзгеруі де үлкен мәнге ие болады. Бұл вариация өткізгіштіктің, сәулеленудің және ғарыш аппаратының айналу жылдамдығының бірлескен әсерімен байланысты. Кез келген ғарыштық миссияны жобалау кезеңінде ғарыш аппаратының кез келген ықтимал зақымдануын және ғарыштық миссияда орын алуы мүмкін сәтсіздіктерді болдырмау үшін барлық қауіптер егжей-тегжейлі және дұрыс қарастырылуы және зерттелуі керек^[4].

Бұл жұмыста әртүрлі жұмыс жағдайларында күн радиациясының әсеріне ұшыраған айналмалы ғарыш аппараты бойынша температураның таралуын алу үшін есептеу моделі әзірленді. Ғарыш кемесі әртүрлі геометриялық қалың қабырғалы нысан ретінде қарастырылды және ол Жердің төмен орбиталық ортасында қозғалады деп болжанды. Мақсаты – ғарыш аппараттарының жылуды басқару жүйелерін жобалау бойынша нұсқаулық беру. Жұмыстың қалған бөлігі келесідей ұйымдастырылған. 2-бөлімде айналмалы ғарыш аппаратының жылу алмасуын реттейтін математикалық модельді ұсынылды. 3-бөлім торсыз әдіс негізіндегі сандық процедураның сипаттамасы дайындалды. 4-бөлімде сандық зерттеу нәтижелері ұсынылды және талқыланды. 5-бөлімде зерттеудің негізгі нәтижелері қорытындыланды.

Күн радиациясының астында айналатын ғарыш аппаратының жылу тасымалдану моделін дайындау.

Ғарыш кемесі миссиясының өнімділігіне қойылатын талаптарды жобалаудың ең ерте кезеңдерінде математикалық модельдерді әзірлеу және есептеу құралдарын қолдану арқылы бағалауға болады. Компьютерлік аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз етудегі соңғы жетістіктер жоғарыда аталған жүйелердің жылу алмасуын реттейтін жоғары дәлдіктегі теңдеулердің сандық интеграциясымен байланысты есептеу жүктемесін азайтуға мүмкіндік берді^{[2][9]}. Бағдарламалық құралдарды жобалау процесіне көмектесу және ғарыш аппараттарының кеңейтілген жұмыс қабілеттілігін қамтамасыз ету үшін нұсқауларды қамтамасыз ету үшін қолдануға болады.

Атмосфералық қабаттар бойымен қозғалу кезінде әртүрлі жылу көздерінің әсеріне ұшыраған ғарыш аппаратының жылулық динамикасын жақсы түсінуге бағытталған алғашқы қадам ретінде бұл жүйені ω тұрақты бұрыштық жылдамдықпен айналатын шексіз ұзын және қуыс цилиндрлік пішін ретінде қарастыруға болады. Ғарыштық аппарат Жердің төменгі орбитасында жұмыс істейді деп болжанады. Цилиндрлік дененің ішкі шекарасы толығымен оқшауланған деп есептеледі және сыртқы беті күн радиациясына және қоршаған ортаға радиациялық жылудың таралуына ұшырайды. Ғарыш аппараттың осі 1-суретте көрсетілгендей f_s қарқындылықтағы күн сәулеленудің параллель сәулелерінің бағытына ψ бұрышында орналастырылған. мақсат - айналу жылдамдығы мен биіктікті қоса алғанда, әртүрлі жұмыс жағдайларында ғарыш аппаратындағы температура ауытқуларын зерттеу.



Сурет 1 - Түскен күн сәулелері мен ғарыш аппаратының айналымы координаталар жүйесін көрсететін схема: тұрақты ω бұрыштық жылдамдықпен айналатын шексіз ұзын цилиндрлік пішін.

Температуралық өрістің басқарушы теңдеуі келесі түрде беріледі:

$$\frac{1}{k} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \theta^2} \quad (1)$$

мұндағы k – жылулық диффузия, T – температура, r – радиус координатасы, t – уақыт, θ – ғарыш аппаратында бекітілген бұрыштық координат. Енді φ бұрыштық координатасын енгіземіз

$$\varphi = \theta - \omega t \quad (2)$$

Нәтижесінде жоғарыдағы басты теңдеуді келесідей жазуға болады:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{\omega}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\omega}{k} \frac{\partial T}{\partial \varphi} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \varphi^2} = 0 \quad (3)$$

Күн сәулесінің түсуі мен радиациялық жылуды бөлу әсерін, аппараттың сыртқы бетіндегі шекаралық жағдайды есепке алсақ ($r = r_o$) онда теңдеуді келесідей жазуға болады

$$K \frac{\partial T}{\partial r}(r_o, \varphi) = \alpha f_s \sin(\psi) g_s - \sigma \varepsilon T^4(r_o, \varphi) \quad (4)$$

мұндағы K - жылу өткізгіштік, α - сәулеленуге ұшыраған беттің жұту қабілеті, f_s - күн радиациясының қарқындылығы, ψ - аппарат осі мен радиация осі арасындағы бұрыш, σ - Стефан-Больцман тұрақтысы, ε - көлік бетінің шашырату деңгейі және g_s келесідей анықталады

$$g_s = \begin{cases} \cos(\varphi), & -\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2} \\ 0, & \frac{\pi}{2} < \varphi < \frac{3\pi}{2} \end{cases} \quad (5)$$

Аппараттың ішкі беті ($r = r_i$) оқшауланған және сәйкес шекаралық шарт келесідей өрнектеледі

$$K \frac{\partial T}{\partial r}(r_i, \varphi) = 0 \quad (6)$$

Төмендегі өлшемсіз параметрлерді енгізе отырып, T_0 сипаттамалық температураға қатысты шамалы температура ауытқуын болжаған кезде сыртқы шекаралық шарттың сызықтық емес мүшесін кеңейтуін ала аламыз [9]

$$\hat{T} = \frac{T}{T_0} - \frac{3}{4}, \xi = \frac{r}{r_0}, \beta = \sqrt{\frac{\omega}{k}} r_0 \quad (7)$$

Енгізу нәтижесінде басты теңдеу мен шектік жағдайлар келесідей өзгереді

$$\frac{\partial^2 \hat{T}}{\partial \xi^2} + \frac{1}{\xi} \frac{\partial \hat{T}}{\partial \xi} + \beta^2 \frac{\partial \hat{T}}{\partial \varphi} + \frac{1}{\xi^2} \frac{\partial^2 \hat{T}}{\partial \varphi^2} = 0 \quad (8)$$

$$\frac{\partial \hat{T}}{\partial \xi}(1, \varphi) = \frac{\alpha f_s \sin(\psi)}{K T_0} g_s - \frac{4 r_0 \sigma \varepsilon}{K} T_0^3 \hat{T}(1, \varphi) \quad (9)$$

$$\frac{\partial \hat{T}}{\partial \xi}(\xi_i, \varphi) = 0, \xi_i = \frac{r_i}{r_0} \quad (10)$$

Бұл жағдайда сипаттамалық температура T_0 келесі өрнекпен берілгенін ескереміз [7]

$$T = \left(\frac{\alpha f_s \sin(\psi)}{\sigma \varepsilon \pi} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (11)$$

Жоғарыда келтірілген математикалық модель күн радиациясының әсерінен әртүрлі бұрыштық жылдамдықпен айналатын қалың қабырғалы цилиндрлік ғарыштық аппараттағы температураның таралуын зерттеу үшін пайдаланылады.

Сандық процедура: Торсыз әдіс

Қазіргі таңда физика мен техникада туындайтын мәселелерді шешу үшін торсыз әдістер (MMs) кеңінен қолданысын табуда. Торсыз әдістердің пайда болуының себебі тордың генерациясының күрделігін жеңілдетуде жатыр. Барлық дәстүрлі торға негізделген сандық әдістер қолайлы торды алуда қиындықтар тудырады. Шындығында, соңғы жылдары торларды қалыптастыру мәселесі өзекті мәселелердің бірі болып келеді. Есептеу әдістерін нақты мәселелерге қолдану торды генерациялау арқылы жүруді қажет ететінге ұқсайды, бұл тығырықты жеңілдету проблемалардың үлкен өрісіне әсер етуі мүмкін.

Торсыз әдістер кеңістіктік доменге «шашыратылған» түйіндер жиынтығын және жинақы негізі бар функцияларды пайдалану арқылы белгісіз өріс функцияларын және олардың туындыларын жуықтауға негізделген. Ақырлы элементтер әдістері (FEM), ақырлы айырмашылық әдістері (FDM) және ақырлы көлем әдістері (FVM) сияқты есептеу механикасының негізгі салалары басқарушы дербес дифференциалдық теңдеулерді дискретизациялау үшін (PDE) негізгі құрылымдар ретінде элементтерді, тоғысқан торларды немесе соңғы көлемдерді пайдалануға сүйенеді. Бұл әдіске қарағанда, торсыз схемалар тек олардың байланысы жайлы алдын ала белгісіз нүктелердің жиынтықтарын талап етеді. Бұл түйіндер жиынында кеңістіктік домен ұсынылған және PDE дискреттелген болып келеді. Домендегі әрбір нүкте үшін жергілікті жиындар жалпы нүктелер жиынының нақты жауапқа жақындыққа негізделген ішкі жиындары болып табылады. Нүктелердің жергілікті жиындары FEM, FDM және FVM-де кездесетін дәстүрлі байланыс түрлерін алмастырады. Тегістелген

бөлшектердің гидродинамикасы (SPH), диффузиялық жуықтау әдісі (DAM) және элементсіз Галеркин әдісі (EFG) сияқты торсыз әдістің бірнеше тұжырымдары қолданыста бар. Дегенмен, бұл зерттеуде дискретизацияланған түзетілген бөлшектердің беріктігінің алмасуы (DC PSE) қолданылады. DC PSE бөлшектердің беріктік алмасуы (PSE) әдісінің кеңейтімі ретінде тұжырымдалған. Соңғысы шашыраңқы коллокация нүктелері бойынша дискреттелген үздіксіз функцияның кеңістіктік туындыларын бағалау үшін қолданылады. PSE операторларының құрастыру процедурасының кемшілігі - қабаттасу шартын енгізу нәтижесіндегі кіші негіздегі өлшемдері үшін бөлшектердің көп мөлшерін беруі. DC PSE әдісі үшін қабаттасу жағдайын коллокация нүктелері бойынша дискретті момент шарттарын тікелей қанағаттандыру арқылы жеңілдетуге болады. DC PSE операторлары коллокация нүктелеріндегі дискретизация қатесі, жуықтау дәлдігінің жалпы нәтижесіне басымдық бермейтініне сенімдік бере алады.

$x_i = (x_i, y_i)$ нүктесіндегі үздіксіз өріс функциясы $f(x) = f(x, y)$ үшін дифференциалдық операторды қарастырайық

$$D^{(m,n)} f(x_i) = \frac{\partial^{m+n}}{\partial x^m \partial y^n} f(x, y) \Big|_{x_i, y_i} \quad (12)$$

мұндағы m және n – дифференциалдық оператордың ретін анықтайтын бүтін сандар. Кеңістіктік туынды $D^{(m,n)} f(x_i)$ үшін DC PSE операторын келесідей анықтаймыз

$$Q^{(m,n)} f(x_i) = \frac{1}{\varepsilon(x_i)^{m+n}} \sum_{x_j \in N(x_i)} (f(x_j) \pm f(x_i)) \frac{1}{\varepsilon(x_i)^2} \eta\left(\frac{x_i - x_j}{\varepsilon(x_i)}\right) \quad (13)$$

мұндағы $\varepsilon(x)$ – жергілікті масштабтау параметрі, $\eta(x, \varepsilon(x)) = \frac{1}{\varepsilon(x)^2}$ факторымен нормализацияланған негіз функциясы, ал $N(x)$ – ядро функциясын қолдауындағы коллокация торындағы нүктелер жиыны. Бұл процесстің мақсаты DC PSE операторларын көршілер арасындағы орташа қашықтық x_p нүктесінің төңірегінде азаятындай етіп, яғни $h(x_p)$ нөлге ұмтылатындай етіп құру. Содан кейін оператор $D^{(m,n)} f(x_i)$ төменде көрсетілген r асимптотикалық жылдамдығымен кеңістіктік туындысына жинақталады.

$$Q^{(m,n)} f(x_i) = D^{(m,n)} f(x_i) + P(h(x_i)) \quad (14)$$

мұндағы орташа көрші нүкте аралығы h келесідей анықталады

$$h(x_i) = \frac{1}{N} \sum_{x_j \in N(x_i)} |x - x_i| + |y - y_i| \quad (15)$$

мұндағы N – x_i қолдау доменіндегі нүктелер саны. Сонымен қатар, (14) теңдеуді қанағаттандыратын $\eta(x)$ негіз функциясын және $\varepsilon(x_p)$ масштабтау қатынасын анықтаймыз. Бұған қол жеткізу үшін (13) теңдеудегі $f(x_i)$ мүшелерін x_i нүктесінің айналасындағы Тейлор қатарының кеңейтулерімен ауыстырудан бастаймыз. Нәтижесі келесідей болады

$$Q^{(m,n)} f(x_i) = \left(\sum_j \sum_k \frac{\varepsilon(x_i)^{j+k-m-n} (-1)^{j+k}}{j!k!} D^{(j,k)} f(x_i) Z^{j,k}(x_i) \right) \pm Z^{0,0}(x_i) \varepsilon(x_i)^{-m-n} f(x_i) \quad (16)$$

мұндағы,

$$Z^{j,k}(x_i) = \sum_{x_j \in N(x_q)} \frac{(x_i - x_q)^j (y_i - y_q)^k (-1)^{j+k}}{\varepsilon(x_i)^2} \eta\left(\frac{x_i - x_j}{\varepsilon(x_i)}\right) \quad (17)$$

- дискретті момент болып табылады. (16) теңдеуінің жинақтылық деңгейі $\varepsilon(x_i)^{j+k-m-n} D^{(j,k)}$ мүшелерінің коэффициенттерімен анықталады. $D^{(m,n)}$ мүшесінің m және n коэффициенттерін бірге, ал қалған барлық коэффициенттерді нөлге тең етіп орнату арқылы (16) теңдеуді қанағаттандыру үшін DC PSE операторын мәжбүрлейміз. Соңында, негіз функциясын пайдаланып, біз келесіні аламыз

$$Q^{(m,n)} f(x_i) = \frac{1}{\varepsilon(x_i)^{m+n}} \sum_{j \in N(j)} (f(x_j) \pm f(x_i)) p\left(\frac{x_i - x_j}{\varepsilon(x_i)}\right) \alpha^T(x_i) e^{-\frac{(x_i - x_j)^2 - (y_i - y_j)^2}{\varepsilon(x_i)}} \quad (18)$$

$p(x)$ жол векторында мономиалдар бар, ал α^T векторы белгісіз коэффициенттердің баған векторы болып табылады. Мысалы, егер $r = 2$ мәнін орнатсақ және бірінші кеңістіктік туындыны x бағытында жуықтап алсақ ($D^{1,0}$), бізде $l = 6$ және мономдық базис $p(x) = [1, x, y, x^2, xy, y^2]$. Дискретті момент шарттарын былай көрсетуге болады

$$A(x) \alpha^T(x) = b^T \quad (19)$$

$$A(x) = B^T(x) B(x) \quad (20)$$

$$B(x) = E(x) V(x) \quad (21)$$

$$b = (-1)^{m+n} D^{(m,n)} p(x) \dot{c}_{x=0} \quad (22)$$

мұндағы k – оператордың тірек облысындағы нүктелер саны, l – орындалатын момент шарттарының саны және $\mathbf{V}(x)$ – мономиалдар жиыны арқылы есептелетін Вандермонд матрицасы. $\mathbf{E}(x)$ матрицасы негіздің терезе функциясымен анықталатын диагональды матрица болып табылады

$$V(x) = \begin{pmatrix} p_1(x_1/\varepsilon) & p_2(x_1/\varepsilon) & \dots & p_m(x_1/\varepsilon) \\ p_1(x_2/\varepsilon) & p_2(x_2/\varepsilon) & \dots & p_m(x_2/\varepsilon) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_1(x_k/\varepsilon) & p_2(x_k/\varepsilon) & \dots & p_m(x_k/\varepsilon) \end{pmatrix} \quad (23)$$

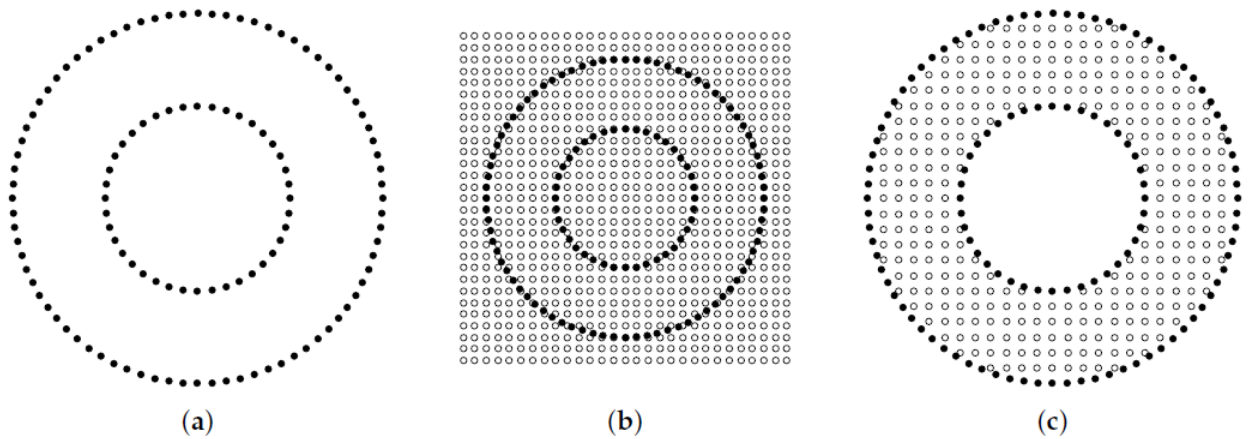
$$E(x) = \text{diag}\left(\left\{e^{-\frac{|x_i|^2}{2\varepsilon^2}}\right\}_{i=1}^k\right) \quad (24)$$

Көбінесе момент матрицасы деп аталатын \mathbf{A} матрицасы x орталық нүктесінің айналасындағы x_i түйіндерінің кеңістікте таралуы туралы ақпаратты береді. Екінші жағынан, \mathbf{b} негіздердің жуықтау қасиеттерін анықтайды. Математикалық тұрғыдан алғанда, \mathbf{A} матрицасының инверсиялығы толығымен \mathbf{V} матрицасының Вандермондына байланысты.

Торсыз әдістер контекстінде геометрияны көрсететін нүктелік жиындарды құру және кеңістіктік туындыларды есептеу қарапайым процедура болып табылады. Түйіндер ішкі аймақта кездейсоқ немесе біркелкі болуы мүмкін және геометрия шекарасында олардың қосылуы туралы алдын ала белгісіз таңдалуы мүмкін. Бірінші әдіс бойынша салу оңай, ал екінші әдіс бойынша үшбұрышты тор генераторларын пайдалануды талап етеді.

Бұл зерттеуде күрделі геометрияны (екі цилиндрді) көрсету үшін енгізілген декарттық

тор әдісін қолданамыз. Декарттық тор үшін орташа аралықты h_c есептейтін шекаралық түйіндерді орнату арқылы процедураны бастаймыз (сурет 2, б). Декарттық тордың қадам өлшемі h_c , $h_{opt} = \frac{h_{iш} + h_{сырт}}{2}$ арқылы берілген ішкі және сыртқы шекаралық түйіндер аралығының орташа мәні ретінде анықталады. Декарттық тордан біз тек доменнің ішкі бөлігінде орналасқан түйіндерді пайдаланамыз, ал шекаралық түйіндерге жақын орналасқан түйіндерге ерекше назар аударылады. Көбінесе дегенерацияланған түйіндер деп аталатын бұл түйіндер (сурет 2, с) қашықтығы $0,2h_c$ -дан аз тор түйіндері болып табылады. Кірістірілген MATLAB функциясы «inpolygon» кеңістіктік домен ішінде орналасқан декарттық тор түйіндерін анықтау үшін пайдаланылды. Нәтижесінде дегенерацияланған түйіндер жойылады және нүктелік жиынға қосылмайды. Жиынға қосылмаудың басты себебі олар қате шартты Вандермод матрицаларын тудырады.



Сурет 2 - Модельдік домен бойынша түйіндердің таралуы: (a) шекаралық түйіндер, (b) түйіндердің толық жиынтығы, (c) ішкі және шекаралық түйіндер.

Ғарыш аппаратының температуралық өзгерістерін модельдейтін диффузиялық-конвекциялық есеп (1) – (10) теңдеулерімен сипатталған. Торсыз нүктелерді коллокациялау әдісін жүзеге асыру үшін кеңістіктік доменді ішкі доменге және шекараға бөлінген түйіндер жиынтығымен көрсету қажет. Тәуелді айнымалының кеңістіктік туындылары (біздің жағдайда температура) DC PSE әдісімен есептеледі. Жоғарыда сипатталғандай, DC PSE әдісі көрші түйіндерді қолдану арқылы жергілікті мағынада температура өрісінің туындыларын есептейді. Эйлердің айқын уақыт интегралдау әдісін қолданып, басқарушы теңдеулерді декарттық формада келесідей қайта жазуға болады:

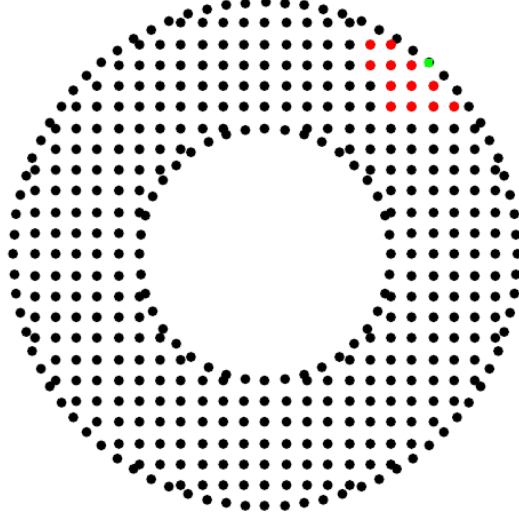
$$\frac{T^{(n+1)} - T^{(n)}}{\delta t} = -u \frac{\partial T^{(n)}}{\partial x} - v \frac{\partial T^{(n)}}{\partial y} + k \left(\frac{\partial^2 T^{(n)}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T^{(n)}}{\partial y^2} \right) \quad (25)$$

мұндағы $T^{(n+1)}$ және $T^{(n)}$ сәйкесінше ағымдағы және алдыңғы уақыт қадамдарындағы температура мәндері, ал $u = r\omega \cos(\varphi)$ және $v = r\omega \sin(\varphi)$ - жылдамдық құраушылары. Тұрақты және дәл сандық шешімдерге кепілдік беру үшін айқын шешушінің δt уақыт қадамын мұқият таңдау керек екенін ескереміз. Осы есепте цилиндрдің ішкі және сыртқы беттеріне Нейманның шекаралық шарттары берілген,

$$-K \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r=r_i} = -K (\nabla T \cdot n) = -K \left(\frac{\partial T}{\partial x} n^x + \frac{\partial T}{\partial y} n^y \right) = 0 \quad (26)$$

$$-K \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r=r_0} = -K (\nabla T \cdot \mathbf{n}) = -K \left(\frac{\partial T}{\partial x} n^x + \frac{\partial T}{\partial y} n^y \right) = -\alpha f_s \sin(\psi) g_s + \sigma \varepsilon T^4 \quad (27)$$

мұндағы $\mathbf{n} = (n^x, n^y)$ - сыртқа бағытталған қалыпты вектор бірлігі. Сурет 3-те көрсетілгендей тірек доменіне жататын ішкі түйіндердің мәндері негізінде Нейман шекаралық шарттары бар шекаралық түйіндердегі мәндерді есептейміз.



Сурет 3 - Ағынсыз шекаралық шарттарды орындауға арналған шекаралық трафарет. Трафарет шекарада орналасқан бір орталыққа негізделген. Негізгі орталық шаршымен (жасыл) және тірек орталықтары шеңбермен (қызыл) белгіленген.

Цилиндрдің ішкі және сыртқы беттеріндегі температура Нейман шекаралық шарттары арқылы келесідей есептеледі. Біріншіден, тірек түйіндеріне сүйене отырып, тиісінше x - және y -ға қатысты бірінші кеңістіктік туынды үшін w^x және w^y салмақтарын есептейміз. Тірек түйіндері (трафарет) сурет 3-те көрсетілген трафарет және геометрияның ішкі бөлігінде орналасқан түйіндер сияқты бір шекаралық нүктені (орталық нөмірі i) қамтиды. Температураның шекаралық мәндері келесідей есептеледі

$$T_i^{iw} = \frac{1}{(n_i^x w_i^x + n_i^y w_i^y)} \left(-n_i^x (w_2^x T_2 + \dots + w_n^x T_n) - n_i^y (w_2^y T_2 + \dots + w_n^y T_n) \right) \quad (28)$$

$$T_i^{с\text{ь}p\text{т}} = \frac{1}{\left(n_i^x w_i^x + n_i^y w_i^y + \frac{4 r_0 \sigma \varepsilon T_0^3}{K} + h \right)} \left(-n_i^x (w_2^x T_2 + \dots + w_n^x T_n) - n_i^y (w_2^y T_2 + \dots + w_n^y T_n) + \frac{r_0 \alpha f_s \sin(\psi) g_s}{K T_0} \right) \quad (29)$$

Жоғарыда сипатталған есептеу моделі Matlab жүйесінде жүзеге асырылады. Тордың тәуелсіз шешімін қамтамасыз ету үшін 34,580, 7, 24145, нәтижесінде $h = 2,5 \cdot 10^{-3}$, $1,25 \cdot 10^{-3}$ және $6,25 \cdot 10^{-4}$ м аралықтары бар дәйекті біркелкі декарттық ендірілген торларды пайдаланып кеңістіктік доменді дискреттейміз. Ең жақсы екі тордағы нәтижелер айтарлықтай айырмашылық беріп тұрған жоқ, бұл тордың тәуелсіздігін көрсетеді. Сондықтан, модельдеуімізде $h = 1,25 \cdot 10^{-3}$ м аралығы бар торды қолданамыз. Модельдеулерде пайдаланылған уақыт қадамы барлық қарастырылған бұрыштық жылдамдық мәндері үшін $dt = 10^{-3}$ с деп орнатылған, ал ішкі нүктелердегі барлық ағын айнымалылары үшін бастапқы мәндер нөлге орнатылған.

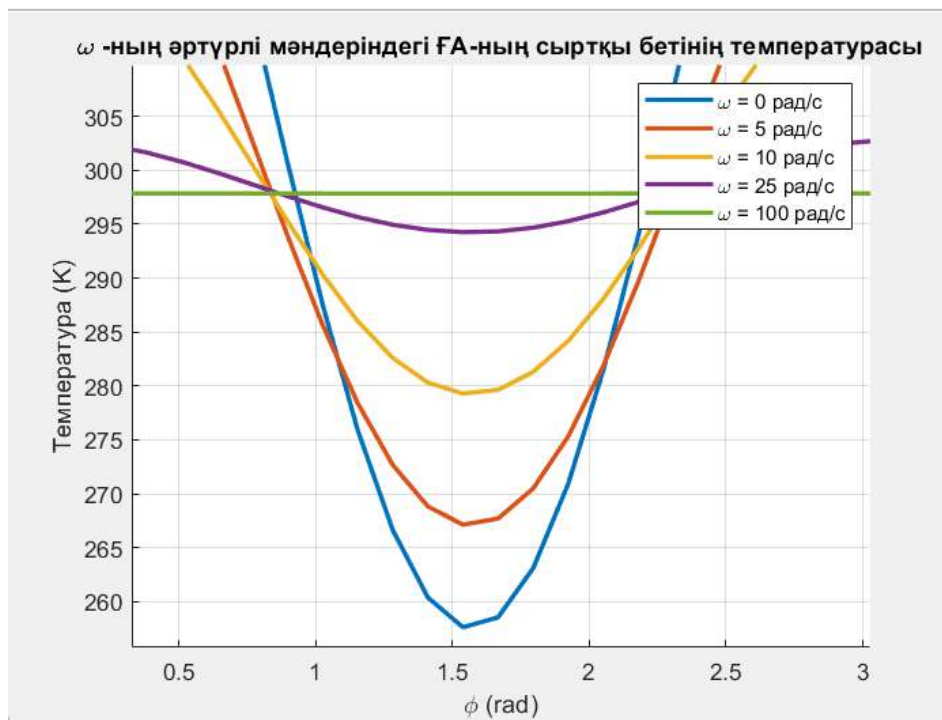
Нәтижелер және талқылау

(8)–(10) теңдеулерімен берілген әзірленген модель ғарыш аппаратының арасындағы жылу өткізгіштік, күн радиациясынан қызу, қоршаған ортаға радиациялық жылуды тарату арасындағы энергияның сақталуы арқылы алынған. Бұл модель әртүрлі жұмыс жағдайларында температураның таралуын бағалау үшін торсыз коллокация нүктесі әдісі (MCP) арқылы сандық түрде шешіледі. Модельдеу нәтижелері ғарыштық аппараттар үшін жылуды басқару жүйелерін жобалау үшін базалық нұсқаулық береді деп күтілуде.

Торсыз коллокация нүктесі әдісінің сандық болжамдарын тексеру үшін біз берілген күн радиациясының әсеріне ұшыраған айналмалы цилиндрдің модельденген жағдайын қарастырамыз. Геометрияның және жылу параметрлерінің сандық мәндері 1-кестеде берілген. Аппарат ретінде төмен өткізгіштігі бар табиғи резеңкеден жасалған қара корпус болып саналады. Айналдыру жылдамдығын ω 0-ден 100 рад/сағ дейін өзгерте отырып, ғарыштық аппараттың жылу реакциясын модельдейміз. Ағымдағы модельдеу нәтижелері Gadalla және Wehba соңғы айырмашылықтар әдісінен (FDM) алынған нәтижелермен салыстырылады. Сурет 4-те екі сандық тәсілден алынған әртүрлі айналдыру жылдамдықтары үшін сыртқы беттегі тұрақты күй температурасының вариациясын сызамыз: MCP (ағымдағы зерттеу) және FDM. Екі деректер жинағы жақсы келісімді көрсетеді. Бұл MCP әдісінің жылу көздеріне және диссипацияға ұшыраған қозғалатын ғарыштық аппараттарға термиялық талдау жасау мүмкіндігін көрсетеді. Қозғалмайтын ғарыштық аппарат үшін ($\omega = 0$ рад/сағ) біз радиациялық жылу көзінің орналасуына қатысты температураның симметриялы таралуын байқаймыз. Айналмалы қозғалыс басталғаннан кейін бұл симметрия бұзылады. Айналдыру жылдамдығы артқан сайын максималды және ең төменгі температуралар сәйкесінше төменгі және жоғары мәндерге ауысады. Ғарыштық аппараттың жоғары бұрыштық жылдамдықтағы айналу қозғалысы температура градиенттерін одан әрі азайтуға мүмкіндік беретіні анық. $\omega = 100$ рад/сағ кезінде сыртқы беттегі температураның таралуы ϕ айналма позициясына дерлік сезімтал емес.

Кесте 1 - Айналмалы ҒА үшін қолданылатын параметрлердің сандық мәндері.

Параметр атауы	Белгіленуі	Сандық мәні
Сыртқы радиус	r_0	0,4052 м
Ішкі радиус	r_i	0,1524 м
Аппараттың көлбеулік бұрышы	ψ	$\pi/2$
Күн радиациясының қарқындылығы	f_s	1,4 кВт/м ²
Жылу өткізгіштік	K	0,173 Вт/м*К
Жұту коэффициенті	α	1
Сәулелену коэффициенті	ε	1
Сипаттама температурасы	T_0	297,46 К
Өлшемсіз радиус	ξ	0,8 және 1
Айналу жиілігі	ω	0-100 рад/сағ.



Сурет 4 - Айналысу жылдамдығының өзгеруі кезіндегі аппараттың сыртқы бетінің температуралық өзгерістері: ағымдағы модельдеу мен FDM нәтижелерін салыстыру.

Айналысу қозғалысы симметрияны бұзады және температура диапазонының төмендеуін тудырады. 10 рад/сағ жоғары ω үшін температура сыртқы бетке жақын жұқа қабатта ғана өзгередіні байқалады, әйтпесе ішкі аймақта тұрақты. Бұл нәтижелер басқа дереккөдерінен алынған нәтижелерге сәйкес келетінін ескереміз. Модельдеу нәтижелері бүкіл құрылым бойынша біркелкі үлестірілетін төмен температураға қол жеткізу үшін ғарыш аппаратының айналысу қозғалысын қосудың маңыздылығын көрсетеді. Бұл ғарыш аппаратының қауіпсіз жұмыс істеуіне мүмкіндік береді. Жер атмосферасы төрт негізгі қабаттан тұрады. Жер деңгейінен жоғары қарай жылжи отырып, бұл қабаттар тропосфера, стратосфера, мезосфера және термосфера деп аталады, олардың әрқайсысының өзіндік ерекшеліктері бар. Бұл қабаттардағы әртүрлі жылу және қысым жүктемелерінің әсері көптеген ғарыштық миссиялардағы ауытқулардың негізгі себебі болып табылады. Қазіргі сандық талдау ғарыш аппараттарының конструкциясын айналысу қозғалысты қосу арқылы жылу көздерінің әсеріне жылу кедергісі тұрғысынан айтарлықтай жақсартуға болатындығын көрсетеді.

Қорытынды.

Бұл зерттеуде біз күн радиациясының әсеріне ұшыраған айналысу ғарыш аппаратының температуралық таралуын модельдеу үшін торсыз коллокация нүктесі әдісін қолданып есептеу моделін жасадық. Ғарыш кемесі әртүрлі геометриялы қалың қабырғалы нысан ретінде үлгіленген. Біздің сандық нәтижелеріміз бар әдебиеттермен жақсы сәйкестігін көрсетті. Модельдеу ғарыш кемесі Жердің атмосфералық қабаттары арқылы немесе Жердің төмен орбитасында қозғалған кезде айтарлықтай температура градиенттері пайда болуы мүмкін екенін көрсетті. Біз ғарыш кемесін айналысу үлкен температура ауытқуларын азайтуға көмектесетінін көрсеттік, бұл әйтпесе оның өнімділігін нашарлатуы мүмкін. Ғарыш аппаратын 10 рад/сағ немесе одан жоғары бұрыштық жылдамдықпен айналысу оның ішкі құрылымында температураның біркелкі таралуына әкеледі. Бұл сандық зерттеу ғарыш аппараттарының жылулық бақылауының негізін қамтамасыз етуге бағытталған.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Schonberg, W.P. Studies of hypervelocity impact phenomena as applied to the protection of spacecraft operating in the MMOD environment. *Procedia Eng.* 2017, 204, 4–42.
2. Deim, M.; Suderland, M.; Reiss, P.; Czupalla, M. Development and evaluation of thermal model reduction algorithms for spacecraft. *Acta Astronaut.* 2015, 110, 168–179.
3. Сидоров, П. А. (2019). "Математическое моделирование теплообмена в космических аппаратах." *Вестник Алмаз-Антей*, №1, 22–30.
4. Краев, М. В., и др. (2004). "Нестационарные тепловые режимы космических аппаратов спутниковых систем." *Сибирский государственный аэрокосмический университет, Красноярск.*
5. Fernandez-Rico, G.; Perez-Grande, I.; Sanz-Andres, A.; Torralbo, I.; Woch, J. Quasi-autonomous thermal model reduction for steady-state problems in space systems. *Appl. Therm. Eng.* 2016, 105, 456–466.
6. Николаев, Ю. Г. (2017). "Обеспечение теплового режима конструкций космического аппарата при наземных испытаниях." *Инженерно-физический журнал*, Т. 90, №2, 321–328.
7. Gadalla, M.A. Prediction of temperature variation in a rotating spacecraft in space environment. *Appl. Therm. Eng.* 2005, 25, 2379–2397.
8. Gadalla, M.A. Modeling of Thermal Analysis of Rotating Space Vehicles Subjected to Solar Radiation. In *Proceedings of the 28th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference (IECEC93)*, ACS, Atlanta, GA, USA, 8–13 August 1993.
9. Gadalla, M.A.; Wahba, E. Computational modeling and analysis of thermal characteristics of a rotating spacecraft subjected to solar radiation. *Heat Transf.-Asian Res.* 2011, 40, 655–674.
10. Козлов, П. А., & Морозов, Е. В. (2020). "Способы обеспечения тепловых режимов космических аппаратов и их составных частей." *Сборник статей АО «АГАТ»*, Вып. 26, 112–119.
11. Corpino, S.; Caldera, M.; Nichele, F.; Masoero, M.; Viola, N. Thermal Design and analysis of a nanosatellite in low earth orbit. *Acta Astronaut.* 2015, 115, 247–261.
12. MATLAB Documentation (2024). "Antenna Toolbox." MathWorks, Inc. <https://www.mathworks.com>
13. Ross, R.G. Estimation of thermal conduction loads for structural supports of cryogenic spacecraft assemblies. *Cryogenics* 2004, 44, 421–424.

ӘОЖ 621.396:004.056

ТОПТЫҚ БАСҚАРУДА ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППАРАТТАРЫ АРҚЫЛЫ ЖЕРГІЛІКТІ РАДИОБАЙЛАНЫС АРНАСЫНЫҢ ҚОРҒАУ ӘДІСТЕРІ

Алтынбек Жандаулет, Марат Ертіс
zandauletaltynbek@gmail.com, yertism@gmail.com

Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ «Ғарыштық техника және технологиялар»
кафедрасының 2 курс магистранты, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – Х. Молдамурат