



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ПРИЛАДОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**VII науково-практична конференція студентів та  
аспірантів**  
**«ПОГЛЯД У МАЙБУТНЄ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ»**

**23-24 квітня 2014 р.  
м. Київ, Україна**

**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**



Київ  
2014

**УДК 621:537**

Збірник тез доповідей VII науково-практичної конференції студентів та аспірантів “ПОГЛЯД У МАЙБУТНЄ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ”, 23-24 квітня 2014 р., м. Київ, ПБФ, НТУУ “КПІ”. – 2012. – 174 с.

Загальною метою конференції є спілкування студентів та аспірантів з питань перспективних розробок, нових рішень в приладобудуванні. Збірка містить 158 праць за результатами наукових та практичних досліджень з актуальних проблем приладобудування. Розраховано на аспірантів та студентів старших курсів з фаху приладобудування.

Адреса Оргкомітету конференції: 03056, Київ-56, пр. Перемоги, 37, корп. 1, Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, Приладобудівний факультет, 1720.

Рекомендовано до публікації на засіданні Організаційного комітету конференції та вченої ради ПБФ НТУУ “КПІ” (протокол №03/12 від 31.03.2014 р.).

Відповідальний редактор – В.В. Трасковський – к.т.н., доц.  
ВПК "Політехніка"

Видано на замовлення приладобудівного факультету Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”.

## Зміст

### **СЕКЦІЯ 1 ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА НАВІГАЦІЙНИХ ПРИЛАДІВ І СИСТЕМ**

1. Шекольян А.А., БЛОК ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ПАРУСНОЙ ЯХТЫ.....	14
2. Ковальчук Ю. В., ВЛИЯНИЕ ПЕРЕКРЕСТНЫХ СВЯЗЕЙ НА ТОЧНОСТЬ ММГ РОТОРНОГО ТИПА.....	15
3. Борейко А.В., ВПЛИВ НЕОДНАКОВОСТІ ПАРАМЕТРІВ ЧУТЛИВИХ ЕЛЕМЕНТІВ МІКРОМЕХАНІЧНОГО ГРОСКОПА НА ТОЧНІСТЬ ВИМІРЮВАНЬ.....	16
4. Крук Д.С., ГИРОКОМПАС С МНОГОФУНКЦІОНАЛЬНИМ ІНТЕГРАТОРОМ.....	17
5. Сидоров Д.Г., ГОЛОСОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ.....	18
6. НЕЛЕПОВ В.А., ДОСЛДЖЕННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ МАГНІТНИХ ДЕВІАЦІЙ.....	19
7. Бабич О.О., ЕЛЕКТРОННО-ІОННИЙ АКСЕЛЕРОМЕТР .....	20
8. Попов О.С., Колесников Д.М., МОЛЕКУЛЯРНО-ЕЛЕКТРОННИЙ ВИМІРЮВАЧ КУТОВИХ ПРИСКОРЕНЬ.....	21
9. Терещенко О. В НЕДОЛІКИ СУЧASNІХ ПРОЕКЦІЙНИХ ПЕРИМЕТРІВ ТА ШЛЯХИ ЇХ УСУНЕННЯ.....	22
10. Шекольян А.А. ОБЪЕМНАЯ ПЕЧАТЬ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ....	23
11. Рупіч С. С., РОЗРОБКА ДІАГНОСТИЧНОГО СЕРВЕРУ ДЛЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ .....	24
12. Косяк М.Р., СКАЛЯРНА КАЛІБРОВКА БІНС.....	25

### **СЕКЦІЯ 2 ОПТИЧНІ ТА ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ**

13. Буйлов И.С., Сокуренко В. М., АБЕРРАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИНЗ ФРЕНЕЛЯ.....	26
14. Балтабаев М.М., Микитенко В.І., АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОКАНАЛЬНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТUAЦІЙ.....	27
15. Зарічний О.О., ВПЛИВ ДЕЦЕНТРАЦІЇ ІОЛ НА ЗСУВ ВІЗУАЛЬНОЇ ОСІ ОКА.....	28
16. Пугіна М. О., ВТОРИННИЙ ЕТАЛОН ЯСКРАВОСТІ НА БАЗІ ІНТЕГРУЮЧОЇ СФЕРИ.....	29
17. Ковтун Ю. Ю., ГОНІОФОМЕТРИЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ СВІТЛОВОГО ПОТОКУ ДЛЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ З РІЗНИМ ТИПОМ СВІТЛОРОЗПОДІЛУ.....	30

18. <i>Нгусн К. А.</i> , ГРАНИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОГЕРЕНТНОГО ОПТИЧНОГО СПЕКТРОАНАЛІЗATORA.....	31
19. <i>Анікієнко Н. В.</i> , ДИФУЗНИЙ ВИПРОМІНЮВАЧ ЗМІННОЇ ЯСКРАВОСТІ З МАТРИЧНИМ ДЖЕРЕЛОМ ВИПРОМІНЮВАННЯ..	32
20. <i>Пономаренко О.А.</i> , ЗАЛЕЖНІСТЬ ВИЯВЛЯЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ВІД НАПРУГИ ПРИ РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУРАХ ФОТОЧУТЛИВОГО ШАРУ СТРУКТУР З КВАНТОВИМИ ЯМАМИ, ВИРОЩЕНІ МЕТОДОМ МОС-ГІДРИДНОЇ ЕПІТАКСІЇ.....	33
21. <i>Костирко І.М.</i> , ЗМЕНШЕННЯ ШУМІВ ЗОБРАЖЕНЬ У ТЕПЛОВІЗОРАХ З МІРОБОЛОМЕТРИЧНОЮ МАТРИЦЕЮ.....	34
22. <i>Харченко М.В.</i> , Сокуренко В. М., КИНОФОРМНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ.....	35
23. <i>Ковтун Ю. Ю.</i> , <i>Кедись А.О.</i> , МЕТОД ФОТОДИНАМІЧНОЇ ТЕРАПІЇ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМ ЛІКУВАННЯ ОНКОЛОГІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ.....	36
24. <i>Бойко И.Ю.</i> , МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ДВИЖУЮЩЕЙСЯ ПЛАТФОРМЫ В ПРОСТРАНСТВЕ.....	37
25. <i>Кедись А.О.</i> , <i>Підтабачний А.І.</i> , МЕТОД ФОТОДИНАМІЧНОЇ ТЕРАПІЇ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМ ЛІКУВАННЯ ОНКОЛОГІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ.....	38
26. <i>Черевко А.В.</i> , МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ.....	39
МОДЕЛИ NV-IPM.....	
27. <i>Черевко А.В.</i> , МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ С МАТРИЧНЫМИ ПРИЕМНИКАМИ ИЗЛУЧЕНИЯ.....	40
28. <i>Жиглов О.В.</i> , ОБГРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ВИМІРЮВАЛЬНОЇ АПАРАТУРИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ПАРАМЕТРІВ ФПЗЗ МАТРИЦЬ.....	41
29. <i>Бахаревич А.О.</i> , ПАССИВНЫЕ И АКТИВНЫЕ УСТРОЙСТВА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ.....	42
30. <i>Кедись А.О.</i> , ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ АПАРАТІВ ПРОФІЛАКТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ СИНДРОМІВ ЗОРОВОГО СТОМЛЕННЯ.....	43
31. <i>Луцюк М.М.</i> , PIN-HOLE ОБ'ЄКТИВ ДЛЯ ТЕПЛОВІЗІЙНОЇ КАМЕРИ.....	44
32. <i>Бойко И.Ю.</i> , ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ГЛУБИНЫ ПРОСТРАНСТВА ПО ВИЗУАЛЬНОМУ ИЗОБРАЖЕНИЮ	45
33. <i>Голюк І. В.</i> ПРОЕКТУВАННЯ АСФЕРИЧНОГО ДЗЕРКАЛА СФЕРИЧНОЇ ФОРМИ	46
34. <i>Парпієв Т. А.</i> , <i>Сокуренко В. М.</i> , ПРОЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТИВА ЗІ ЗМІННОЮ ФОКУСНОЮ ВІДСТАННЮ, ЩО МІСТИТЬ РІДКІ ЛІНЗИ.....	47

35. Буйлов И. С., Сокуренко В. М., ПЯТИЛИНОВЫЙ ОБЪЕКТИВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....	48
36. Зазимко В.В., РІДКОКРИСТАЛІЧНІ ВАРІОЛІНЗИ ТА ДВОЛІНЗОВІ СИСТЕМИ У ЯКОСТІ АКОМОДАЦІЙНИХ ШТУЧНИХ КРИШТАЛИКІВ.....	49
37. Макаренко Я. I., Сокуренко В. М., РОЗРАХУНОК СВІТЛОСИЛЬНОГО ОБ'ЄКТИВА ЗАСОБАМИ ГЛОБАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ.....	50
38. Луцюк М.М., СВІТЛОСИЛЬНИЙ ОБ'ЄКТИВ ДЛЯ ТЕПЛОВІЗОРА.....	51
39. Рудометов Р.В СПОСОБИ КЕРУВАННЯ РІДКИМИ ЛІНЗАМИ.....	52
40. Кучугура Е.О., СТЕНД ДЛЯ ДОСЛДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДИФРАКЦІЙНИХ ЛІНЗ.....	53
41. Зіневич К.О., СТЕНД ДЛЯ ІМІТАЦІЇ ФОНО-ЦІЛЬОВОЇ ОБСТАНОВКИ.....	54

### **СЕКЦІЯ 3 ПРОЦЕСИ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРИЛАДІВ, МЕТОДИ І ЗАСОБИ ЇХ КОНТРОЛЮ**

42. Філіппов О.В., Демченко М.О., АКТУАЛЬНІСТЬ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ПРИЛАДОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	55
43. Андреєв О.О., БАГАТОПАРАМЕТРИЧНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИЛАДІВ.....	56
44. Топал А. В., ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА.....	57
45. Соколенко М. В., ДІАГНОСТИКА СТАНУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ НА ОСНОВІ ВІБРОАКУСТИЧНОГО СИГНАЛУ.....	58
46. Демченко М.О., ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	59
47. Литвинов С.И., ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ МЕХАНООБРАБОТКЕ.....	60
48. Тишковець Ю.О., ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ У ПРИЛАДОБУДУВАННІ НА ОСНОВІ МОНІТОРИНГУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	61
49. Сергієнко О.А., ЗАДАЧІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА, ЩО БАЗУЮТЬСЯ НА РОЗПІЗНАВАННІ ОБРАЗІВ.....	62
50. Томашук А.С., КОНТРОЛЬ ПРУЖИН НА ОСНОВЕ МЕХАНОАКУСТИЧЕСКОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ.....	63

51. Барандич К.С., МЕТОДИКА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗНАЧЕНЬ ГРАНИЦІ ВИТРИАЛОСТІ ДЕТАЛЕЙ ПРИЛАДІВ.....	64
52. С.В. Савченко, МОНІТОРИНГ ПРИЧИН ВІДМОВИ РЕДУКТОРІВ НА ОСНОВІ ДІАГРАМИ ІСІКАВИ.....	65
53. Подолянець П.Б. НАНОКОМПОЗИЦІЙНЕ PVD-ПОКРИТТЯ «ХАМЛЕОН».....	66
54. Єськін М.Ю. ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОБРОБЛЮВАНИХ ДЕТАЛЕЙ НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ УПРАВЛІННЯМ.....	67
55. Литвинов С.И., ПРИМЕНЕНИЕ АВТОКОРЕЛЯЦИОННЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ МЕХАНООБРАБОТКИ.....	68
56. Бабченко О.В., ПРИНЦИПОВА СХЕМА АКУСТИЧНО-МЕХАНІЧНОГО МЕТОДУ КОНТРОЛЮ ПРУЖИН.....	69
57. Бондар М.Ю., ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ.....	70
58. Шарабура С.М., Шевченко В.В., СИСТЕМА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ.....	71
59. Скороход О.А., Шевченко В.В., СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ В УМОВАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	72
60. Савченко С.В., СТАТИСТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ СКЛАДАННЯ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ.....	73
61. Гавриш М.О., УПРАВЛІННЯ ВЕРСТАТАМИ З ЧПУ, НА ОСНОВІ ОТРИМАНИХ ДАНИХ ДІАГНОСТИКИ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ.....	74

**СЕКЦІЯ 4**  
**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ТЕОРІЯ І ПРОКТУВАННЯ  
СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЕЛИЧИН, МІКРО І  
НАНОПРИСТРОЇВ**

62. Куц О.Л., Дубінець В.І., АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ІНТЕГРАЛЬНИХ АКСЕЛЕРОМЕТРІВ.....	75
63. Булік І.І. АНАЛІЗ ЧИННИКІВ ВПЛИВУ НА ТОЧНІСТЬ ВИМІРЮВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ВИТРАТОМІРІВ.....	76
64. Поліщук С.О., БІОЛОГІЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ.....	77
65. Ткачук А.Г., ВПЛИВ МЕХАНІЧНОГО КРІПЛЕННЯ ДО ОСНОВИ АВІАЦІЙНОГО ГРАВІМЕТРА НА ЙОГО ТОЧНІСТЬ.....	78
66. Цимбал Н.В., ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРИ НА ПОВЕРХНЕВИХ АКУСТИЧНИХ ХВИЛЯХ.....	79
67. Хильченко Т.В., Храмцов Д.І., ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗПОДІЛУ ШВИДКОСТІ ПОТОКУ В МАГІСТРАЛЯХ З ПОПЕРЕЧНИМ ПЕРЕРІЗОМ РІЗНОЇ ПРОСТОРОВОЇ КОНФІГУРАЦІЇ.....	80

68. Храмцов Д.І., Хильченко Т.В., ДОСЛІДЖЕННЯ ЧУТЛИВИХ ЕЛЕМЕНТІВ МІКРОЕЛЕКТРОМЕХАНИЧНИХ АКСЕЛЕРОМЕТРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ПАКЕТУ ANSYS.....	81
69. Ховрічев І.В., ЄМНІСНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ.....	82
70. Ховрічев І.В., ЗАГАЛЬНИЙ ОГЛЯД ЄМНІСНОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА.....	83
71. Фурт О.С., ЗАСТОСУВАННЯ ТЕНЗОКАЛІБРАТОРІВ В МЕТРОЛОГІЧНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ВИМІРЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙ.....	84
72. Горбачов А. А., ЗВАРЮВАННЯ НАНОПРОВОДІВ СВІТЛОМ.....	85
73. Гераїмчук М.Д., Кравченко С.С., Шувалов Р.В., ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ВІТРЯНИХ УСТАНОВОК ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ ВІТРУ В ЕЛЕКТРИКУ НА ЗОВНІШНЕ СЕРЕДОВИЩЕ.....	86
74. Мищеряков В. Ю., МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТУРБИННОГО РАСХОДОМЕРА.....	87
75. Гераїмчук М.Д., Шевченко Д.В., МЕМС ПЕРЕТВОРЮВАЧІ МЕХАНІЧНИХ КОЛІВАНЬ І ВІБРАЦІЙ В ЕЛЕКТРИЧНУ ЕНЕРГІЮ.....	88
76. Журба В.Л., Коваленко В.А МІНІМІЗАЦІЯ ВПЛИВУ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ВИТРАТИ.....	89
77. Коротченко Н.П., ОПИС ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ .....	90
78. Горбачов А. А., ОПИС УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ГРАДУЮВАННЯ ЄМНІСНОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА.....	91
79. Петров Р.П., ОСНОВНЫЕ РАЗНОВИДНОСТИ МАТЕРИАЛОВ НАНОСЕНСОРОВ.....	92
80. Петров Р.П., ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ НАНОСЕНСОРА..	93
81. Шевчук П.Т., ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ЧЕ МІКРОМЕХАНИЧНИХ АКСЕЛЕРОМЕТР.....	94
82. Горовенко А.О, ОТРИМАННЯ НАНОТРУБОК.....	95
83. Пономаренко В.В., ПЕРЕТВОРЕННЯ СИГНАЛІВ ПРИ ВИМІРЮВАННІ ВИТРАТИ БІОПАЛИВА ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧНИМ ВИТРАТОМІРОМ.....	96
84. Єжов Д. Ю., ПЕРСПЕКТИВИ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УКРАЇНИ.....	97
85. Пономаренко В.В., ПЕРСПЕКТИВНІ НАНОТЕХНОЛОГІЙ.....	98
86. Єжов Д. Ю., ПОРТАТИВНА ЕЛЕКТРИЧНА СТАНЦІЯ ДЛЯ ЕКСТРЕМАЛЬНОГО СПОРТУ.....	99
87. Цимбал Н.В., ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПЬЕЗОРЕЗОНАНСНЫХ ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ.....	100
88. Дяченко В.П., РОБОТИЗОВАНА СИСТЕМА МАНІПУЛЮВАННЯ ДЕТАЛЯМИ.....	101
89. Писанецький М.О СТЕНД ДЛЯ ГРАДУЮВАННЯ СИЛОВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА.....	102

90. Коротченко Н.П., РОЗРАХУНОК КУТА ВІДХИЛЕННЯ ІНЕРЦІЙНОЇ МАСИ ОПТИЧНОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА.....	103
91. Горовенко А.О, СТРУННИЙ ГРАВІМЕТР.....	104

## **СЕКЦІЯ 5 АНАЛІТИЧНЕ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ**

92. Урсурова В. І., Медяний Л. П., АПРОКСИМАЦІЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЗОВОГО СЕНСОРА.....	105
93. Білик М.А., ЕКОМОНІТОРИНГОВИЙ РЕІНЖІНІРІНГ ОФІСНИХ ПРИМІЩЕНЬ.....	106
94. Муненко В.Л. ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ГЕНЕРАТОРІВ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ П'ЄЗОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ.....	107
95. Женілова А. Д., КОМПЕНСАЦІЯ ПОЛЯРИЗАЦІЇ РОБОЧОГО ЕЛЕКТРОДА.....	108
96. Єлісєєв А. М, МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛЬНОЇ СИГНАЛЬНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЗЗ-МАТРИЦІ ТЕЛЕВІЗІЙНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ.....	109
97. Зайченко С.В., МЕТОДИКА ВИМІРЮВАННЯ СИЛ ТЕРТЯ В ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ НАПРАВЛЯЮЧИХ.....	110
98. Онопрієнко Ю.В. НЕДОКУМЕНТОВАНІ ПАРАМЕТРИ МІКРОСХЕМ КМОН-ЛОГІКИ.....	111
99. Конончук Н. І., ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ І ШВИДКОСТІ ВИМІРУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ ТА ВУГЛЕВОДНІВ У ВИКИДАХ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ.....	113
100. Сумленный А. В., РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ТЕЛЕЖКИ СЪЕМНЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДВУХНИТОЧНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ДЕФЕКТОСКОПОВ.....	114
101. Гальчинський С.В., СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН НА ТЕЦ.....	115
102. Гальчинський С.В., ХЕМІЛЮМІНЕСЦЕНТНИЙ МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ОКСИДІВ АЗОТУ .....	116
103. Конончук Н. І., ЧАСОВІ ЗАТРИМКИ ЛОГІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ I-НІ СЕРІЇ 4000 ТА K561(4011 ТА K561ЛА7) .....	117

## **СЕКЦІЯ 6 БІОМЕДИЧНЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ**

104. Кос О.С., АВТОМАТИЗОВАНИЙ ТЕРАПЕВТИЧНИЙ АПАРАТ З АДАПТИВНИМ КОНТРОЛЕМ.....	118
105. Скрупский Ф.В., АКСЕЛЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ НЕЙРОМЫШЕЧНОЙ БЛОКАДЫ.....	119

106. Іваницька А.Л., АПАРАТНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ РУХУ НИЖНІХ КІНЦІВОК ЛЮДИНИ.....	120
107. Печена М.Р., БІОІМІДЖИНГ ЛАЗЕРНОЇ ТА МАГНІТНОЇ ТЕРАПІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФРАЧЕРВОНОГО ТЕПЛОБАЧЕННЯ.....	121
108. Захаров В.Ю., БІОЛОГІЧНІЙ МІКРОСКОП.....	122
109. Чмир Ю.В., ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОСЛІДЖУВАНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ДОПОМОГОЮ ПОТОКОВИХ МОДЕЛЕЙ.....	123
110. Кужелев С.Л., ВИКОРИСТАННЯ П'ЄЗОРЕЗОНАНСНИХ МЕХАНОТРОНІВ У ВИМІРАХ ПАРАМЕТРІВ СТАНУ ЛЮДИНИ.....	124
111. Захарчук Н. В., ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ЛОКАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ ЗАТРИМКИ В СЕГМЕНТАХ ЛІВОГО ШЛУНОЧКА.....	125
112. Стецька А. В. , ДО ПИТАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПУЛЬСОКСИМЕТРА.....	126
113. Лиса Я.П., ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ЛІОФІЛІЗАЦІЇ МІКРООРГАНІЗМІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ДАТЧІКІВ ТЕМПЕРАТУРИ.....	127
114. Олійник Є.В., ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ УЗД.....	128
115. Маслюк К.А., ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ МЕТОДОМ ГАЗОРОЗРЯДНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ.....	129
116. Залєвський Т.О., ЗАСТОСУВАННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ 3D ПРИНТЕРІВ В МЕДИЦИНІ.....	130
117.Божеску А.О., ЕКСТРАКОРПОРАЛЬНА ДИСТАНЦІЙНА УДАРНО-ХВІЛЬОВА ЛІТОТРИПСІЯ.....	131
118. Махіня Н. В., КОНТРОЛЬ ДІЇ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА БІОЛОГІЧНУ ТКАНИНУ .....	132
119. Афонічев Т.Е., КОНФОКАЛЬНА МІКРОСКОПІЯ - ПРИНЦИПИ ДІЇ І ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ.....	133
120. Афонічев Т.Е., КОНФОКАЛЬНА МІКРОСКОПІЯ - ПРИНЦИПИ ДІЇ І ПРИКЛАДИ ВИКОРИСТАННЯ.....	134
121. Рубан М.Л., КОПЛЕКС ДЛЯ КОМБІНОВАНОЇ АУДІО – ТА ФОТОТЕРАПІЇ.....	135
122. Тимчик Р.Г., ЛАЗЕРНА ДИФРАКТОМЕТРІЯ ПОРИСТОСТІ МАТЕРІАЛІВ.....	136
123. Залєвський Т.О., МАГНІТОТЕРАПЕВТИЧНІ АПАРАТИ ЗІ ЗВОРОТНИМ ЗВ'ЯЗКОМ.....	137
124. Тишковець Ю.О., МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ НАВАНТАЖЕННЯ НА КОЛІННИЙ СУГЛОБ.....	138

125. Томашук А.С., МЕХАНОАКУСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ.....	139
126. Венциурик А.В., ОСОБЛИВОСТІ ІНФУЗІЙНО-ТЕРАПЕВТИЧНИХ ЗАСОБІВ.....	140
127. Кравченко А. Ю., ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ АВТОМАТИЗОВАНИХ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ТЕРАПЕВТИЧНИХ СИСТЕМ.....	141
128. Волосажир Т.В. РОЗРОБКА МЕТОДІВ І АЛГОРИТМІВ ОБРОБКИ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ.....	142
129. Волосажир Т.В.. РОЗРОБКА МЕТОДІВ І АЛГОРИТМІВ ОБРОБКИ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ.....	143
130. Рубан М.Л. СІЛІКОНОВІ ПРИСОСКИ ЯК ДАТЧИК ПУЛЬСОМЕТРА.....	144
131. Чупика Б.С., Ляшенко О.Г., ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРОИСХОДЯЩИЕ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЯХ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ НА КОЖУ ЧЕЛОВЕКА.....	145
132. Кузіч О.М., ЦЕНТРИФУГИ .....	146

**СЕКЦІЯ 7  
НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ, ТЕХНІЧНА ТА МЕДИЧНА  
ДІАГНОСТИКА**

133. Ястrebов А.О., АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПАТЕНТНОЇ АКТИВНОСТІ В ОБЛАСТІ АКУСТИКО-ЕМІСІЙНОГО КОНТРОЛЮ ЦИСТЕРН.....	147
134. Ковтун Г.М., Топиха Д.М.,БЕСПРОВОДНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОП НА БАЗЕ LINUX.....	148
135. Бутко А.С. БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ДЕФЕКТОСКОПИИ.....	149
136. Корогод А.С., ВИКОРИСТАННЯ ФОТОМЕТРИЧНОЇ СТЕРЕО-ЕНДОСКОПІЇ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ЗАХВОРЮВАНЬ НА ПОЧАТКОВИХ СТАДІЯХ.....	150
137. Козловський А.Г., ДОСЛІДЖЕННЯ ЕМА ПЕРЕТВОРЮВАЧА СТОСОВНО КОНТРОЛЮ ЗАЛІЗНИЦІ.....	151
138. Тесленко В.Ю., ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ МАГНІТНОГО ПОЛЯ – ЕЛЕКТРОМАГНІТНО АКУСТИЧНИМ ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ.....	152
139. Животовська А.В., ЕКСПРЕСНИЙ КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ НАФТОПРОДУКТІВ.....	153
140. Роенко К.С., ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРИСТАЛЬТИЧЕСКИХ НАСОСОВ НА ОСНОВЕ	

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МИКРОДОЗИРОВАНИЯ.....	ДВИГАТЕЛЕЙ	ДЛЯ
		154
141. Роенко К.С., ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВКЛЮЧЕНИЯ ПЕРВИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ В СОСТАВ РЕЗОНАНСНОГО КОНТУРА ПРИ ВИХРЕТОКОВОМ КОНТРОЛЕ.....		155
142. Торопов А.С., КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ СВАРНОГО ШВА.....		156
143. Ливцов Ю.В. МАГНИТНЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ОСЕЙ ПОДВИЖНОГО РЕЛЬСОВОГО СОСТАВА.....		157
144. Животовська А.В., МІКРОМАНІПУЛЯТОРИ З ВИКОРИСТАННЯМ БІМОРФНИХ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ.....	3	158
145. Ходневич С. В., МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНО- АКУСТИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ В ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ ELCUT.....		159
146. Черновский Т.А., Лашко Е.В., ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ.....		160
147. Жарынин Д.В., ПРИБОР КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗООТДЕЛИТЕЛЯ.....		161
148. Павлий А. И., ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В ПРИБОРАХ НИЗКОЧАСТОТНОГО АКУСТИЧЕСКОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ.....		162
149. Глущенко А.В., ПРО ОСОБЛИВОСТІ УЗНК НА БАЗІ ФАР.....		163
150. Ивановский П.Ч., Синан Саад Талиб, Бондарь А.И, РАСЧЕТ МАГНИТНОГО ПОТОКА В СЕРДЕЧНИКАХ ФЕРРОЗОНДА ИНДУЦИРОВАННОГО ДЕФЕКТОМ ТИПА «ТРЕЩИНА».....		164
151. Безкоровайный В.С., Точиленко Н.В., Холдобин С.С., РАСЧЕТ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ДЕФЕКТОВ С ВЫНЕСЕНИЕМ ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПОЛЯ НА ПОВЕРХНОСТЬ ФЕРРОМАГНЕТИКА.....		165
152. Лашта Р.В., РОЗРАХУНОК АКУСТИЧНОГО ТРАКТУ ПРИЛАДУ ДЛЯ АКУСТИКО-ЕМІСІЙНОГО КОНТРОЛЮ КОНТАКТНОГО ТОЧКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ.....		166
153. Євстратенко І. Г., РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПРЕЦІЗІЙНОГО ВИМІРЮВАННЯ ФАЗОВОЇ ШВИДКОСТІ УЛЬТРАЗВУКУ.....		167
154. Плаксива І.І., РОЗРОБКА ПРОМЕНЕВОЇ КАРТИНИ АКУСТИЧНОГО ТРАКТУ ПРИ КОНТРОЛІ МЕТОДОМ TOFD.....		168
155. Кушнір Н.В, Кривошеев Е.И., Кристиан Анаефуле., СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА И ПРИБОРОВ КОНТРОЛЯ НАМАГНИЧЕННОСТИ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ.....		169

156. Канівець Д.В., СПОСІБ КОНТРОЛЮ ЗАЛІЗНИЧНИХ РЕЙОК НА РЕЙСОВИХ ШВИДКОСТЯХ.....	170
157. Овчинников В.В., Кичина Э.А., СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНДУКТИВНОГО И МАГНИТНОГО КОНТРОЛЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В ЖИДКИХ СРЕДАХ.....	171
158. Гудзь С.В УЛЬТРАЗВУКОВА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЕФЕКТОСКОПА.....	172

---

---

УДК 681.586

Шекольян А.А. , студент

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

### **Блок чувствительных элементов для парусной яхты**

Парусную яхту нельзя обобщать с остальными видами морских судов, так как она имеет малый вес, небольшие габариты, иные углы крена и дифферента, чем у больших судов, систему рулевого управления, а также немагнитный корпус (у большинства яхт). Это означает, что проектирование блока чувствительных элементов (ЧЭ) для яхт должно учитывать как точность ЧЭ, так и материалы, из которых могут быть изготовлены приборы.

Блок чувствительных элементов обычно состоит из компаса, эхолота, лага, ветроуказателя, креномера, энкодеров, GPS – приемника. Совокупность данных устройств позволяет определять ориентацию яхты в пространстве.

Наличие такого ЧЭ, как компас, обычно индукционный, позволяет установить на судне авторулевое устройство, а в совокупности с GPS – приемником – полноценную позиционную систему с возможностью создания навигационной системы. Навигационные системы должны поддерживать стандарт NMEA: координаты, истинный курс и др.

Так как приборы работают в среде повышенной влажности, резкой смены температур, проектирование устройств должно это учитывать. Эти системы имеют высокие характеристики износостойкости и водонепроницаемости, индикаторы отклонения от курса, мощный процессор, а также мониторы большой величины.

Морские навигационные системы для парусных яхт успешно совмещают в себе достижения всех современных технологий. Так, например, для прокладки маршрута используются сенсорные мониторы, а в качестве данных используются базовые и обновленные через интернет карты.

В работе рассмотрены основные типы чувствительных элементов парусных яхт, принципы их работы, особенности выбора и проектирования позиционных систем для судов малого водоизмещения, примеры расчета параметров прибора.

*Научный руководитель : Мелешко В.В. , кандидат технических наук, доцент*

УДК 535.317

Студент гр. ПГ-32м Ковальчук ІО. В.  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

## Влияние перекрестных связей на точность ММГ роторного типа

При проектировании подвесов микромеханических гироскопов (ММГ) роторного типа основное внимание уделяют

обеспечению линейности их упругих характеристик [1]. При этом поперечная жесткость вызывает появление вторичных колебаний вокруг оси  $x_c$ . Целью работы является исследование влияния возникающей при этом перекрестной связи между каналами на точность измерения угловой скорости.

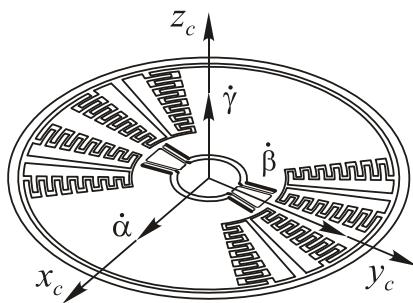


Рис. 1. Схема ММГ  
роторного типа

В предположении малости амплитуд  $\gamma$  первичных,  $\alpha$  и  $\beta$  вторичных колебаний для произвольно вращающегося основания ( $\vec{U} = \{U_{xc}, U_{yc}, U_{zc}\}$ ) получена следующая

математическая модель ММГ:

$$\begin{aligned}\ddot{\alpha} + 2h_1\dot{\alpha} + [k_\alpha^2 + d_1(U_{yc}^2 - U_{zc}^2)]\alpha - c_1U_{zc}\dot{\beta} &= g_1U_{yc}\dot{\gamma} + g_1U_{zc}\dot{\gamma}\alpha + n_1U_{yc}U_{zc}; \\ \ddot{\beta} + 2h_2\dot{\beta} + [k_\beta^2 + d_2(U_{xc}^2 - U_{zc}^2)]\beta + c_2U_{zc}\dot{\alpha} &= g_2U_{xc}\dot{\gamma} - g_2U_{zc}\dot{\gamma}\beta + n_2U_{xc}U_{zc}; \\ \ddot{\gamma} + 2h_3\dot{\gamma} + [k_\gamma^2 + d_3(U_{xc}^2 - U_{yc}^2)]\gamma - g_3U_{yc}\dot{\alpha} - g_3U_{xc}\dot{\beta} &= q_0 \sin \lambda t + n_3U_{yc}U_{xc},\end{aligned}$$

где  $g_i, d_i, c_i, n_i$  - коэффициенты, зависящие от соотношения моментов инерции чувствительного элемента ММГ;  $h_i$  - коэффициенты затухания;  $k_{\alpha, \beta, \gamma}$  - соответствующие парциальные частоты.

Для исследования влияния коэффициентов перекрестной связи на величину погрешности произведено моделирование уравнений в среде Matlab. Сформулированы требования к соотношению парциальных частот  $k_\alpha$  и  $k_\beta$ , минимизирующих влияние этих связей.

### Литература

В.Г. Пешехонов и др. Результаты разработки микромеханического гироскопа. В кн.: XII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам 23-25 мая 2005 г., с.268-274.

Ключевые слова: микромеханический гироскоп, перекрестная связь, парциальная частота, упругий подвес.

Бондарь П.М., к.т.н., доц., доцент кафедры ПСОН

УДК 531.383

Борейко А.В., студент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

**Вплив неоднаковості параметрів чутливих елементів  
мікромеханічного гіроскопа на точність вимірювань**

Для виключення впливу лінійного прискорення на вихідний сигнал мікромеханічних гіроскопів застосовується диференціальна схема побудови датчика, в якій вихідний сигнал формується як різницевий сигнал двох однакових чутливих елементів, первинні коливання яких здійснюються в проти-фазі.

Розглянутий вплив неоднаковості парціальних частот вторинних коливань  $k_2^{(1)}$ ,  $k_2^{(2)}$  та коефіцієнтів демпфірування  $h_2^{(1)}$  і  $h_2^{(2)}$  окремих чутливих елементів на похибки вимірювань кутової швидкості.

Згідно схеми побудови датчика (рис.1) вихідний сигнал можна записати в вигляді

$$z - z' = 2q_0\Omega\lambda(\cos(\lambda t + \phi_1)/\Delta_1 + \cos(\lambda t + \phi_2)/\Delta_2),$$

де  $z$  і  $z'$  - відповідно вихідні сигнали першого і другого чутливих елементів;  $\Omega$  - вимірювана кутова швидкість;  $\lambda$  - частота збудження первинних коливань.

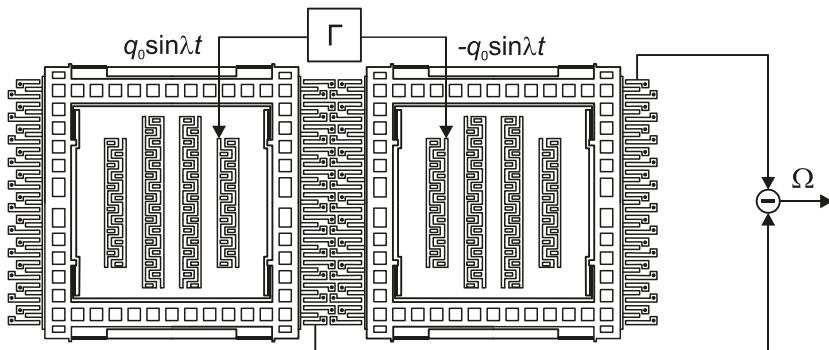


Рис. 1. Диференціальна схема мікромеханічного гіроскопа

За умови рівності парціальної частоти первинних коливань  $k_1^2$  частоті збудження  $\lambda^2$  ( $k_1^2 = \lambda^2$ ) визначники  $\Delta_1$  та  $\Delta_2$  дорівнюють

$$\Delta_i^2 = \left[ -\Omega^2(k_2^{(i)2} - \Omega^2 - \lambda^2) - 4\lambda^2(h_1 h_2^{(i)} + \Omega^2) \right]^2 + 4\lambda^2 \left[ h_1(k_2^{(i)2} - \Omega^2 - \lambda^2) - h_2^{(i)}\Omega^2 \right]^2$$

Отримана формула відносної похибки, викликаної неоднаковістю параметрів вимірювачів на похибки вимірювання кутової швидкості.

Проведене візуальне моделювання в середовищі MatLAB Simulink підтвердило результати теоретичних досліджень.

Науковий керівник: Бондар П.М., к.т.н., доцент.

УДК 629.1.05

*Крук Д.С.*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут» г. Київ, Україна*

### **Гирокомпас с многофункциональным интегратором**

Гироскоп направления (ГН) - один из важнейших приборов для измерения курса объекта как для авиации, так и для наземного транспорта. Большинство ГН используют пропорциональную (позиционную) горизонтальную коррекцию и аналитически полученный сигнал для азимутальной коррекции. Недостатком такого ГН является повышенный уход на качке, выраже, при ускорениях объекта из-за возмущения маятника системы коррекции ускорениями движения, а также азимутальный уход из-за неточности определения сигнала азимутальной коррекции.

Рассматривается применение интегратора для точного определения сигнала азимутальной коррекции при запуске прибора, а затем его включение в контур горизонтальной коррекции. Горизонтальная коррекция с интегратором может быть настроена на период колебания маятника Шулера. Такая настройка дает известный положительный эффект невозмущаемости относительными ускорениями движения объекта, используемый в инерциальных системах. Кроме того, такая система горизонтальной коррекции, как и в инерциальных системах, дает возможность получить информацию о составляющей скорости движения объекта в направлении оси кинетического момента. Если вектор кинетического момента выставлен на север, то это будет северная составляющая скорости.

В режиме подготовки на первом этапе интегратор включен в контур азимутальной коррекции. При азимутальной выставке по корпусу объекта запоминается сигнал азимутальной коррекции на выходе интегратора и далее используется в азимутальной коррекции. После этого интегратор переключается в цепь горизонтальной коррекции. Целесообразно использовать интегрально-позиционную коррекцию, которая обеспечивает более высокую точность горизонтирования по сравнению с применяемой пропорциональной коррекцией.

*Ключевые слова:* гироскоп направления, многофункциональный интегратор, интегрально-позиционная коррекция

*Научный руководитель: Мелешико В.В., к. т. н., доцент*

---

---

УДК 62-531.4

Сидоров Д.Г., студент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

### Голосове управление

В зависимости от области применения приборов, задача управления может реализовываться различными способами. Одной из новинок применения есть система голосового управления, которая позволяет заменить устройство передачи информации человеческой речью.

В режиме диалога голосовая команда обрабатывается системой распознавания речи. После выполненных операций осуществляется обратная связь с пользователем через синтезатор речи. Технологии распознавания речи базируются на выделении из речи лексических элементов, фонем и аллофон. Существует два основных метода выделения лексических элементов. Первая методика предполагает использование дискретного преобразования Фурье, где входной сигнал раскладывается на периодические функции, в результате получаем амплитудный спектр и информацию о фазе сигнала. Вторая методика основана на применении вейвлет-преобразований. Этот метод исключает потерю информации, но является более сложным при технической реализации. В обеих технологиях выполняют предварительную обработку звукового сигнала. В ходе обработки удаляются шумы и посторонние сигналы, частотный спектр которых находится вне спектра человеческой речи. Это достигается при помощи аналоговых и цифровых полосовых фильтров. Помимо спектральных характеристик учитывают и динамические параметры речи. Для этого используют дельта-параметры, представляющие собой производные по времени от основных параметров, это позволяет отслеживать не только речевые характеристики, но и скорость их изменения.

Технология голосового управления, относительно новое направление и представляет большой интерес для приборостроения. На сегодняшний день технология находится в стадии совершенствования и доработок.

Научный руководитель: Павловский А.М., ассистент

УДК 535.1

Нелепов В.А., студент

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

## Дослідження методики визначення магнітних девіацій

Магнітне поле (МП) в будь-якій точці об'єкту є сумою магнітного поля Землі (МПЗ) та магнітного поля об'єкту і описується рівняннями Пуассона:

$$\begin{aligned} X' &= X + aX + bY + cZ + P; \\ Y' &= Y + dX + eY + fZ + Q; \\ Z' &= Z + gX + hY + kZ + R; \end{aligned} \quad (1)$$

де  $X', Y', Z'$  - проекції вектору напруженості сумарного магнітного поля на осі, пов'язані з об'єктом;  $X, Y, Z$  – складові вектору напруженості МПЗ;  $a, b, c, \dots, k$  – параметри Пуассона;  $P, Q, R$  – проекції напруженості магнітотвердого заліза.

Виходячи з цього, на реальному об'єкті можливо виміряти виключно сумарне магнітне поле.

Для коректного використання магнітного компасу здійснюють девіаційні роботи, що знижують девіацію до прийнятних значень. Залишкову девіацію компенсиують спеціальними девіаційними приладами або враховують за відомими формулами.

Існують методики, які не передбачають застосування компенсаційних елементів. Натомість використовується спеціальна методика для автоматичного визначення та врахування залишкової девіації, у принцип якої покладено калібрування по еліпсу. Недоліком цієї методики є обмеженість її використання при відхиленні вимірювальних осей від площини горизонту. Дано методика визначення та урахування девіацій шляхом калібрування по еліпсоїду дозволяє вирішити цю проблему.

Згідно з методикою, вираз суми складових моделі (1) геометрично інтерпретується як рівняння еліпсоїда. Калібрування полягає у перетворені рівняння еліпсоїда у рівняння сфери, яке характеризує відкалибровані сигнали магнітометрів без збурюючих факторів.

Для реалізації методики необхідно провести ряд вимірів проекцій напруженості МП на осі магнітометра при різних положеннях об'єкту та провести відповідні обчислення.

Результати проведеного моделювання описаної методики показали певні її характерні особливості.

*Ключові слова:* магнітне поле Землі, параметри Пуассона, девіація

Наук. керівник: Мелешко В.В., доцент, к.т.н..

УДК

Бабич О.О. , студент

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

### Електронно-іонний акселерометр

З розвитком молекулярної електроніки відкрилися нові можливості у створенні мініатюрних вимірювачів інерційного руху. Подібні прилади будуються на основі молекулярно-електронного перетворювача [1] , який в свою чергу складається з електронної комірки , яка розміщена в концентраторі електроліту . Між анодом і катодом комірки прикладається різниця потенціалів (до 9В). Під дією зовнішніх факторів (zmіни швидкості, прискорення) відбувається зміщення носіїв струму гідродинамічним потоком рідини , що приведе до зміни струму в системі і зовнішньому електричному ланцюзі .

Перевага таких приладів полягає в тому , що можна шляхом зміни параметрів електронного ланцюга досягнути того , щоб вихідний сигнал у широкому діапазоні частот був пропорційний кутовій швидкості або кутовому прискоренню. Цей прилади також спроможні виміряти постійне лінійне прискорення . Його шумові та динамічні характеристики не поступаються аналогам : чутливість складає  $1 \frac{B}{g}$  , коефіцієнт нелінійних спотворень - 0.5% , а величина нестабільності нульового зміщення -  $2.5 \mu g$ .

Електронно-іонний акселерометр в смузі 0-50 Гц за своїми шумовими характеристиками в даний час набагато випереджає кращі з мікромеханічних акселерометрів і при таких же малих габаритах дозволяє більш точно вимірювати кутове прискорення. Цей прилад може бути задіяний як вимірювач динамічних характеристик у високоточній зброй так і при керуванні безпілотних літальних апаратів.

В роботі розглянуті основні схеми побудови , принцип дії , конструктивні особливості та основні похибки , проведено порівняння технічних характеристик даного приладу з характеристиками мікромеханічних акселерометрів.

*Ключові слова :* електронно-іонний акселерометр, молекулярно-електронний перетворювач , електронна комірка .

Література : 1. Егоров Е.В. «Перенос заряда в электрохимическом акселерометре при изменении концентрации активного компонента на электродах» [2013]

*Науковий керівник : Мироненко П.С. , кандидат технічних наук, доцент*

УДК 531.383

*Попов О.С., Колесников Д.М., студенти  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»*

## **Молекулярно-електронний вимірювач кутових прискорень**

Інерційні датчики параметрів руху знайшли широке застосування у ряді технічних областей, таких як сейсмологія, сейсморозвідка, системи моніторингу висотних будівель, гребель, інших споруд, охоронні системи, системи автомобільної безпеки та ін.. Серед сучасних тенденцій слід виділити все більш широкий розвиток сенсорних мереж. Новим кроком у розвитку мініатюрних приладів вимірювання параметрів руху об'єктів є використання досягнень молекулярної електроніки (MET – molecular-electron transfer).

В основі дії сучасних високоточних кутових мікроакселерометрів, що базуються на молекулярно-електронному переносі, закладено принцип дифузійного переносу заряду в умовах вимушеної конвекції, що виникає під дією зовнішнього прискорення. Найважливішою перевагою перетворювачів, що створені на цій базі, є виключно висока крутість вихідної характеристики, тобто залежність величини сили інерції, яка діє на чутливий елемент, і електричного струму в вимірювальному контурі.

Прилад представляє собою заповнений робочою рідинною корпус, в середині якого розташована пориста перетворююча діафрагма з струмознімачами - електродами та пружний елемент-сильфон із закріпленою на ньому інертною масою. При дії на прилад механічних коливань відбувається стиск або розтягування сильфона. Це приводить до протікання робочої рідини через перетворюючу діафрагму, появі на електродах заряду, пропорційного діючому прискоренню.

На сьогодні цілий ряд приладів розроблено на основі МЕТ-технології. Вони знайшли своє місце при виробництві різних приладів виміру параметрів механічного руху, у тому числі при визначенні кутових швидкостей та прискорень об'єктів, що рухаються.

В цілому задача створення малогабаритних вимірювачів параметрів руху, здатних задовільнити сукупності вимог, таких як низька вартість, мале енергоспоживання, привабливі масогабаритні і динамічні характеристики і, головне, точність вимірювання, не має рішення, яке б задоволяло розробників сенсорних систем. У зв'язку з цим постає питання створення нової елементної бази – сенсорів, які могли б характеризуватись необхідною сукупністю заданих властивостей. Такий напрямок, як побудова приладів на основі молекулярної електроніки, здатний вирішити дану задачу.

*Мироненко П.С., к. т. н., доц.*

УДК 617.7

Терещенко О. В., студентка, Венцурік А. В., студент  
НТУУ «Київський політехнічний інститут»

## Недоліки сучасних проекційних периметрів та шляхи їх усунення

Периметрія застосовується для ранньої діагностики первинної глаукоми та інших захворювань, що обмежують поле зору ока людини. Проте, при обстеженні периферійних областей поля зору за допомогою периметрів існують деякі проблеми, обумовлені фізіологічними особливостями досліджуваної особи (наявністю носа, надбрів'я, величної кістки), що звужують обстежувану область. Для їх вирішення застосовують розширення меж обстежуваного поля в проблемних напрямках. Можна виділити два способи розширення: перший – обстеження зі зміщенням точки фіксації погляду (тест "водіння"), другий – розміщення світлових стимулів у безпосередній близькості від ока (наприклад, між оком і носом).

Периметри, які включають півсферичний екран для представлення на його поверхні світлових стимулів і фіксаційних оптичних міток, мають наступний загальний недолік, що звужує їх функціональні можливості. При зсуві точки фіксації пацієнт повинен переводити погляд на заданий кут, тобто доводиться напружувати м'язи ока, що призводить до швидкого стомлення, розсіювання уваги та зниження вірогідності результатів дослідження, а також збільшення часу обстеження. Ця проблема вирішується за рахунок розташування місць пред'явлення стимулів в безпосередній близькості від ока, тобто між оком і «перешкодою» (носом, вилицею, надбрів'ям) під великим кутом до центральної оптичної осі. Практична реалізація цього методу ускладнена у зв'язку з тим, що фізіологічні (оптичні) характеристики ока не дозволяють забезпечити ясне бачення на відстані більше 100 мм.

Ліквідація цієї проблеми досягається тим, що пристрій для дослідження периферійних областей поля зору з демонстраційним екраном для пред'явлення світлових стимулів розміщують дзеркало, що забезпечує стимуляцію периферійних областей поля зору відображеними в ньому світловими стимулами, і щиток, що виключає можливість одночасної стимуляції світловими стимулами, пред'явленими на демонстраційному екрані, і ними ж, відображеними в дзеркалі.

Отже, розширення меж обстежуваного периферійного поля зору здійснюється за рахунок пред'явлення світлових стимулів не безпосередньо, а відбитих від дзеркала, при цьому від прямої стимуляції очей закриває щиток.

Науковий керівник: Безугла Н. В., асистент

УДК 681.674

*Шекольян А.А. , студент*

*Національний техніческий університет України  
«Київський політехнічний інститут», г. Київ, Україна*

### **Объемная печать в приборостроении**

В приборостроении прототипирование применяют на этапе проектирования корпусов приборов и подобных элементов. Прототип позволяет проверить установку необходимых элементов, дизайн корпусов, технологичность изделий и многие другие моменты, перед тем, как перейти на этап изготовления дорогостоящей оснастки или серийного изготовления.

Простое, быстрое и экономически выгодное прототипирование и изготовление приборов возможно с помощью технологий 3D – печати. 3D – печать может осуществляться разными способами, но в основе любого из них лежит принцип послойного создания (выращивания) твердого объекта.

Данная технология позволяет создавать объекты из различных материалов, таких как акрил, цемент, пластик, эпоксидные смолы, гипс, воск, деревянное полотно, сталь, титан, серебро, нейлон, других полимеров. Точность готовых изделий может доходить до десятков микрометров. Преимущество данного метода получения элементов приборов – изготовление деталей за одну операцию. Это значительно упрощает, ускоряет технологический процесс, и даже, в некоторых случаях удешевляет его.

3D – печать развивается с каждым днем семимильными шагами: повышается точность, изменяются габариты станков, увеличивается скорость выполнения операций, сокращается стоимость.

Многие предприятия, специализирующиеся на высокотехнических производствах, такие как Airbus, Ferra Engineering, Made in Space, NASA, Korecologic используют данные приемы.

В работе рассмотрены основные типы объемной печати, их особенности, проведено сравнение станков, возможность применения данной технологии в навигационных системах, приведен пример применения.

*Научный руководитель : Мелешико В.В. , кандидат технических наук, доцент*

УДК 53.087

*Рупіч С. С., студент, Свердлов Р. Ю., студент*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

## **Розробка діагностичного серверу для системи моніторингу**

Системи контролю та моніторингу технічного стану складних інженерних споруд, резервуарів з небезпечним для довкілля речовинами, рухомих об'єктів надзвичайно важливі для надійної та безпечної експлуатації в умовах дії різних руйнуючих факторів, динамічних та фізичних навантажень.

Багатоканальний інформаційно-діагностичний комплекс для моніторингу, який організований на базі стаціонарного встановлення первинних перетворювачів різного типу, забезпечує безперервний збір і зберігання інформації, дає можливість аналізувати дані вимірювання та приймати своєчасні рішення про характер та доцільність подальшої експлуатації об'єкта в реальному часі. Важливою особливістю технічного моніторингу є його комплексність, тобто використання різноманітних методів та засобів контролю для забезпечення повноти та достовірності визначення технічного стану об'єкта: визначення поточних значень статичних відхилень та динамічних характеристик елементів конструкції об'єкту; контроль вібраційних характеристик; параметрів навантажень. Такі системи виявлення будуть мінімізувати потребу у періодичному контролі й оцінці стану, або, принаймні, фокусувати цей контроль до певних областей механізму, де пошкодження було позначено.

Масив інформації, що отримується з датчиків, зазвичай, має нелінійний характер. Щоб задоволити вимогам забезпечення високого рівня вірогідності локалізації дефектів та розпізнання поточного технічного стану, пропонується застосувати штучні нейронні мережі, на базі яких розробляється класифікатор та керуючий модуль системи керування. Нейронні мережі здатні виконувати недоступні для традиційної математики операції обробки, порівняння, класифікації образів, можливість самонавчання та самоорганізації. Такий підхід дозволить створити нову потужну інтелектуальну систему.

Важливим є вибір елементів для блоку діагностичного сервера, оскільки система моніторингу включає в себе велику кількість датчиків. Можна використовувати обчислювальні можливості ПК/ноутбука, для цього дані з датчиків подаються через зовнішній блок АЦП/ЦАП на комп'ютер, або обробляти інформацію за допомогою сучасних мікроконтролерів, оскільки вони мають достатню швидкодію та обчислювальні можливості.

*Науковий керівник: Бурау Н. І., д.т.н., професор*

УДК 531.383

Косяк М.Р., студент

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

### Скалярна калібрувка бінс

Безплатформенні інерціальні навігаційні системи (БІНС) широко використовуються для автономного визначення координат рухомих об'єктів. Для передстартової підготовки БІНС необхідно проводити її калібрування. Існують різні методи калібрування, однак для проведення калібрування на борту краще за все використовувати метод скалярного калібрування, де як еталон вимірюваної величини приймають не вектор, а скалярну величину. У гравітаційному полі Землі для гіроскопів такою скалярною величиною буде кутова швидкість обертання Землі  $\Omega$ , а для акселерометрів – величина прискорення сили тяжіння  $g$ .

Згідно з методом, слід вирахувати скалярну величину вектора вимірювань і порівняти його з відомим скалярним значенням вимірюваного вектора. Після перетворень, які описані в роботі [1], отримаємо для тріади гіроскопів:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}(u_{xg}^2 + u_{yg}^2 + u_{zg}^2 - 1) = & (b_{xg} + n_{xg})\bar{\Omega}_x + (b_{yg} + n_{yg})\bar{\Omega}_y + (b_{zg} + n_{zg})\bar{\Omega}_z + e_{xg}\bar{\Omega}_x^2 + \\ & + e_{yg}\bar{\Omega}_y^2 + e_{zg}\bar{\Omega}_z^2 + (\delta_{xz_g} - \delta_{yz_g})\bar{\Omega}_x\bar{\Omega}_y + (\delta_{zy_g} - \delta_{xy_g})\bar{\Omega}_x\bar{\Omega}_z + (\delta_{yx_g} - \delta_{zx_g})\bar{\Omega}_y\bar{\Omega}_z. \end{aligned}$$

Аналогічно отримаємо і для акселерометрів:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}(u_{xa}^2 + u_{ya}^2 + u_{za}^2 - 1) = & (b_{xa} + n_{xa})\bar{g}_x + (b_{ya} + n_{ya})\bar{g}_y + (b_{za} + n_{za})\bar{g}_z + e_{xa}\bar{g}_x^2 + \\ & + e_{ya}\bar{g}_y^2 + e_{za}\bar{g}_z^2 + (\delta_{xz_a} - \delta_{yz_a})\bar{g}_x\bar{g}_y + (\delta_{zy_a} - \delta_{xy_a})\bar{g}_x\bar{g}_z + (\delta_{yx_a} - \delta_{zx_a})\bar{g}_y\bar{g}_z. \end{aligned}$$

Пропонується, кути повороту основи для скалярного калібрування задавати у вигляді кватерніонов. Таким чином, переходом від кутів Ейлера-Крилова вдається уникнути проблем виродження матриць при проведенні необхідних обчислень.

**Ключові слова:** БІНС, гіроскоп, акселерометр, калібрування

### Література

1. Аврутов В.В. О скалярной калибровке блока гіроскопов и акселерометров. / Вісник «КПІ», серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. – 2010. – Випуск 40. – С.10-17.

Науковий керівник: Аврутов В.В. к.т.н., доцент

УДК 681.7.066.35

*Буйлов И.С., студент, Сокуренко В. М., доцент  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина  
Аберрационные характеристики линз Френеля*

В настоящее время линзы Френеля все чаще применяются в осветительной технике и сложной оптико-электронной аппаратуре. В отличии от обычной линзы, линза Френеля состоит из отдельных концентрических зон, которые примыкают друг к другу и имеют небольшую толщину и клиновидную (в первом приближении) форму в сечении. За счет такой реализации кольцевых зон даже при значительных относительных отверстиях (апертурах) достигается небольшой вес и компактность линз Френеля, что определяет их удобство и распространённость.

В настоящее время известен положительный опыт построения оптически точных изображений с помощью линз Френеля, несмотря на то, что из-за наличия переходных краевых участков между зонами велик уровень паразитной засветки и разного рода «ложных изображений» (в сравнении с обычными линзами). Перспективным направлением может быть построение космических телескопов диаметром в десятки метров, в которых могут использоваться линзы Френеля на основе тонких мембран. Линзы Френеля массово применяются в «подвижных» осветительных приборах, для минимизации затрат на перемещение и веса. Однако, несмотря на массовое применение, предельные возможности исправления основных аберраций линз Френеля в настоящее время изучены не полностью.

Целью данной работы является исследование граничных возможностей линз Френеля с точки зрения аберрационной коррекции.

Показано, что благодаря особому сечению отдельных фрагментов в линзе Френеля с асферическим профилем, её сферическая аберрация может быть существенно минимизирована, а лучи от источника, преломившись в кольцевых зонах, будут на выходе образовывать пучки света, близкие к гомоцентрическим. В целом, применение линз Френеля в оптико-электронных приборах является оправданным особенно в тех случаях, когда необходимо уменьшить габариты и вес оптической системы.

В докладе представлены результаты расчета линз Френеля (в том числе и с асферическим профилем), а также указаны рекомендации, которые могут быть полезными для разработчиков оптических и оптико-электронных приборов.

*Научный руководитель: Сокуренко В.М., к.т.н.,  
доцент*

**УДК 502.172-535-681.7**

*Балтабаєв М.М., студент, Микитенко В.І., доцент, к.т.н.*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

**Актуальність застосування багатоканальних  
систем моніторингу надзвичайних ситуацій**

За останні роки багатоканальні системи спостереження набули широкого застосування. Їх використовують для пошуку, виявлення та розпізнавання об'єктів у просторі, та вимірюванні їх параметрів, таких як просторові координати, форма, розміри, температура. Також ці системи стали невід'ємною частиною забезпечення комплексної системи безпеки різних об'єктів спостереження, таких як лісові масиви, газодобувні та газопереробні станції, та інші об'єкти на яких ймовірне виникнення надзвичайних ситуацій.

Такі системи базуються на використанні двох каналів спостереження: оптичного (телевізійного), який працює у видимій області спектру, та (інфрачервоного), який працює у інфрачервоній області. Поєднання цих двох каналів забезпечує можливість детектувати потенційні вогнища, несанкціоновані витоки газу та лісові пожежі.

Саме проблема захисту лісових масивів залишається досить актуальною у наш час. Ліси і торфовища займають більш ніж 10 мільйонів гектарів (**10<sup>5</sup> км<sup>2</sup>**) території нашої держави. Щорічно виникає 3,5 тисячі лісових пожеж, що знищують більше 5 тисяч гектарів лісу. Близько 90% лісових пожеж виникають у 10 – кілометровій приміській зоні, з них 60% - у 5 кілометровій зоні, у 90% випадків причиною яких є необережність чи зловмисність людини. Одним із головних завдань у боротьбі з лісовими пожежами є своєчасне виявлення місць загоряння.

Також досить актуальною лишається проблема несанкціонованих витоків газу. Аналіз статистичних даних показує, що газопроводи, які знаходяться в експлуатації більше 30 років, практично знаходяться в аварійному стані. За статистикою коли брати до уваги велике місто, це становить приблизно 1,4 тисячі кілометрів, що складає 60 відсотків усіх газопроводів. Найбільша кількість аварійних випадків 9 з 10 – пов’язана з викидами метану причиною яких є порушення герметичності зварних швів або вузлів газопроводу. Наслідками таких ситуацій можуть бути як локальні аварії так і масштабні катастрофи.

В доповіді розглянуті статистичні данні надзвичайних ситуацій, та доведена актуальність застосування багатоканальних систем моніторингу надзвичайних ситуацій.

**Ключові слова:** багатоканальні системи спостереження, об'єкти спостереження.

*Наук. керівник: Микитенко В.І., доцент, к.т.н.*

УДК 535-617.7

Зарічний О.О., студент

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

**Вплив децентралізації іол  
на зсув візуальної осі ока**

Задача даної роботи - дослідити вплив децентралізації інтраокулярної лінзи (ІОЛ), імплантованої в око, на положення візуальної осі та визначити допустимі величини децентралізації ІОЛ в горизонтальній та вертикальній площинах.

Дослідження здійснювалося методом комп'ютерного моделювання оптичної системи ока з імплантованою ІОЛ за допомогою програми ZEMAX. Оптична система ока була представлена аризонською моделлю. Центральна точка макули (фовеола) була зміщена відносно оптичної осі моделі на величину 1,7 мм в горизонтальній площині. Кут нахилу візуальної осі відносно оптичної осі моделі при цьому дорівнював 5,8°. Кутові переміщення (зсуви) візуальної осі, пов'язані з децентралізаціями ІОЛ, відраховувалися відносно просторового положення цієї осі у випадку відсутності децентралізацій.

Децентралізація ІОЛ в горизонтальній площині в діапазоні (-1...1) мм, як показали розрахунки, призводить до зміни кутового положення візуальної осі в діапазоні +1,05°...-0,95° відповідно.

Децентралізація ІОЛ у вертикальній площині у діапазоні ±1 мм призводила до кутового зсуву візуальної осі у вертикальній площині в діапазоні ±1,014° і у горизонтальній площині в діапазоні ±0,9'(кутової хвилини). Зсув візуальної осі у горизонтальній площині пояснюється тим, що фовеола не знаходиться на оптичній осі системи ока.

При фіксації погляду на будь-який предметний точці візуальні осі правого та лівого ока повинні перетинатися в цій точці. Якщо має місце децентралізація ІОЛ, то м'язи очного яблука компенсиують дію цієї децентралізації. Проте, вказана компенсація не викликає дискомфорту, якщо дивергенція візуальних осей у вертикальній площині не перевищує 15', а у горизонтальній площині також 15' у напрямку до носа. В зв'язку з цим допустимий кутовий поворот візуальної осі у кожному оці, пов'язаний з децентралізаціями ІОЛ, не може перевищувати 7,5'. Звідси, допустима децентралізація ІОЛ у вертикальній та у горизонтальній площинах не може виходити за межі ±0,125 мм.

**Ключові слова:** децентралізація ІОЛ, візуальна вісь, аризонська модель ока.

Наук. керівник: Чиж I.Г., професор, д.т.н.

УДК 528.7:629.78

*Пугіна М. О., студентка  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

### **Вторинний еталон яскравості на базі інтегруючої сфери**

В наш час для калібрування яскравості прецезійних фотометричних приладів все частіше застосовують стрічкові світловимірювальні лампи з тілом розжарювання у вигляді витягнутого прямокутника. Маючи очевидні переваги, випромінювачі такого типу також мають і низку недоліків – нерівномірне розподілення яскравості вздовж тіла розжарювання та зміна цього розподілу в процесі експлуатації. Ці недоліки значно ускладнюють застосування стічкових ламп для калібрівання лінійок та матриць приймачів випромінювання. Ще одним недоліком є те, що в Україні відсутнє виробництво стрічкових ламп, а еталонні випромінювачі на їх основі, які наявні в експлуатації, значно застаріли.

Отже, задача заміни стрічкових ламп іншими випромінювачами з прокрашенними метрологічними характеристиками стає все більш актуальна. Замість стрічкових ламп можливо використання галогенних ламп, як одних з найперспективніших. Однак серйозним недоліком таких випромінювачів є дискретна структура тіла розжарювання, утвореного окремими витками спіралі, що перешкоджає їх використання для калібрування фотометричних приладів та багатоелементних приймачів випромінювання. Рішенням цієї задачі слугує використання разом з галогенними лампами ефективних розсіювачів, зокрема інтегруючої сфери.

Метою цієї роботи є дослідження енергетичних, спектральних та просторових характеристик поля яскравості, що формується системою галогенна лампа – інтегруюча сфера – молочний розсіювач та розробка рекомендацій що до проектування, атестації та експлуатації таких випромінювачів при калібруванні фотометричних приладів та багатоелементних приймачів випромінювання.

**Література:** 1. Михеенко, Л. А. Вторичный эталон яркости на базе галогенной лампы с рассеивателем. / Л. А. Михеенко, В. Н. Боровицкий «Технология и конструирование в электронной аппаратуре», 2008.

*Науковий керівник д. т. н., доц. Михеєнко Л. А.*

УДК 535.241

Ковтун Ю. Ю.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут

**Гоніофотометричний метод визначення світлового потоку для освітлювальних систем з різним типом світlorозподілу**

Біля 90% інформації сприймається через зоровий канал, тому правильно виконане раціональне освітлення має важливе значення для виконання всіх видів робіт. А враховуючи темпи розвитку техніки, прагнення вдосконалювати та створювати все нові освітлювальні системи, підвищувати їх ефективність, необхідність в контролі при розробці та виробництві, визначає потребу у використанні приладів та методів визначення основних фотометричних характеристик освітлювальних систем з високою точністю та достатньою кількістю вимірювальних параметрів.

Основним параметром освітлювальних систем з різним типом світlorозподілу є світловий потік  $\Phi$  (лм). Основним, тому що всі інші фотометричні величини визначаються через світловий потік з урахуванням лише геометричних факторів. Світловий потік визначається як інтеграл усього потоку випромінювання, зафікованого під просторовою індикаторисою випромінювання.

Самим перспективним по точності та “інформативності” рахується гоніофотометричний метод. Він оснований на покроковій фіксації значень сили світла при його повороті на відомий кут на кожному кроці. Для цього простір, що оточує джерело, ділиться на деяку кількість площин і вимірюється інтенсивність випромінювання в усіх напрямках, що лежать в межах кожної площини. Величина кута між площинами і напрямами вимірювання визначається індивідуально для кожного типу джерела або освітлювальної системи. Чим більше площин і менший кут між напрямами вимірювання в кожній площині, тим точніше буде значення світлового потоку, однак і час, витрачений на вимірювання, збільшиться відповідно. Для цих цілей використовується гоніометр з достатньою кутовою роздільністю та фотометрична головка з відомим коефіцієнтом перетворення.

Проаналізувавши всі факти та широку необхідність в подібних вимірюваннях слід глибоко проаналізувати даний метод та знайти способи врахування основних похибок.

*Маркін М. О. канд. техн. наук, доцент*

УДК 681.758

*Нгуєн К. А., студентка, Колобродов М. С., студент*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

## **Граничні характеристики когерентного оптичного спектроаналізатора**

На сьогодні когерентні оптичні спектроаналізатори (КОС) знаходять досить широке застосування в різних областях науки та техніки таких, як астрономія, медицина, біологія, радіолокація обчислювальна техніка та ін. Спектральний аналіз, здійснюваний за допомогою КОС, може виявитися досить корисним для вирішення різноманітних завдань в голографії, для вимірювання та контролю діаметру надтонкого дроту, аналізу мікроструктур в біології, для обробки сигналів в радіолокаційних системах та ін.

Актуальною проблемою при проектуванні КОС є раціональний вибір параметрів системи когерентного спектроаналізатора, що забезпечують задані точнісні характеристики обробки при мінімальних габаритних розмірах системи.

З інтенсивним розвитком науки та техніки до систем оптичної обробки інформації висуваються все більш високі вимоги до характеристик оптичних пристрій. Як наслідок, сферичні та відбиваючі поверхні вже не завжди можуть задовольняти підвищеним та різноманітним вимогам. На сьогодні активно ведуться дослідження методів проектування Фур'є-об'єктивів. Проте для забезпечення високої ефективності роботи КОС необхідно також розглядати характеристики пристрій в цілому.

До граничних характеристик, що є одними з критеріїв оцінки якості роботи будь-якого системи оптичної обробки інформації, відносяться спектральна просторова роздільна здатність, що характеризує здатність системи зображені окремо дві спектральні гармоніки однакової інтенсивності, та просторова смуга пропускання – число роздільних точок, що може сформувати спектроаналізатор.

В результаті дослідження були отримані вирази, що дозволяють розрахувати граничні характеристики пристрій, враховуючи вплив аберрацій Фур'є-об'єктивів і геометричних розмірів приймача випромінювання. На прикладі КОС з ПЗЗ-матрицею великого формату було показано, що застосування приймача більшого формату дозволяє отримати більш чітке зображення Фур'є-образу досліджуваного предмета, що дозволяє підвищити точність отриманих результатів.

*Ключові слова:* когерентний спектроаналізатор, Фур'є-об'єктив, просторова смуга пропускання.

*Наук. керівник: Колобродов В. Г., д. т. н., проф.*

УДК 528.7, 629.78

Анікієнко Н. В., студент

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

## Дифузний випромінювач змінної яскравості з матричним джерелом випромінювання

Калібрувальні дифузні випромінювачі змінної яскравості (ДВЗЯ) є одними з основних елементів сучасної прецизійної радіометрії. Вони широко використовуються при вимірюванні енергетичних характеристик приймачів випромінювання, калібруванні фотометричного обладнання, атестації оптико-електронних вимірювальних приладів. Однак, незважаючи на останні досягнення в цьому напрямку, існуючі ДВЗЯ не повною мірою задовольняють вимоги сучасної оптичної метрології. У першу чергу це стосується завдань радіометричного калібрування багатоелементних приймачів випромінювання і пристрій на їх основі. При цьому основними проблемами відомих ДВЗЯ є недостатня інтегральна яскравість, малий динамічний діапазон її зміни, недостатня ефективна апертура, вузький спектральний діапазон і ряд інших.

Поліпшення метрологічних характеристик одного з кращих приладів розглянутого класу – ДВЗЯ, заснованого на законі зворотних квадратів (ЗЗК), можна здійснити шляхом використання матричних джерел випромінювання (ДВ) і нових типів розсіювачів на базі кварцового матованого скла.

Структурна схема ДВЗЯ, побудована на ЗЗК, складається з матричного випромінювача, складеного з чотирьох галогенних ламп розжарювання і розсіювача з молочного або матового скла. Відстань від випромінювача до розсіювача можна змінювати у великих межах, за рахунок чого змінюється освітленість внутрішньої сторони розсіювача (зі сторони випромінювача) і яскравість його зовнішньої сторони, зверненої до споживача.

Розподіл вихідної яскравості ДВЗЯ  $L_B = f(x'', y'')$  визначається в результаті згортки функції, що описує розподіл освітленості на внутрішній поверхні розсіювача  $E(x', y')$  і функції розсіювання точки  $h(\xi, \eta)$  або лінії  $h(\xi)$  (для одновимірного випадку) розсіювача.

Використання приведеної схеми ДВЗЯ дає можливість створення системи радіометричного калібрування широкого класу високоапертурних оптико-електронних вимірювальних приладів, що працюють у видимій і близькій інфрачервоній областях спектру.

Науковий керівник: Міхеєнко Л. А., доцент, д.т.н.

УДК 532.2

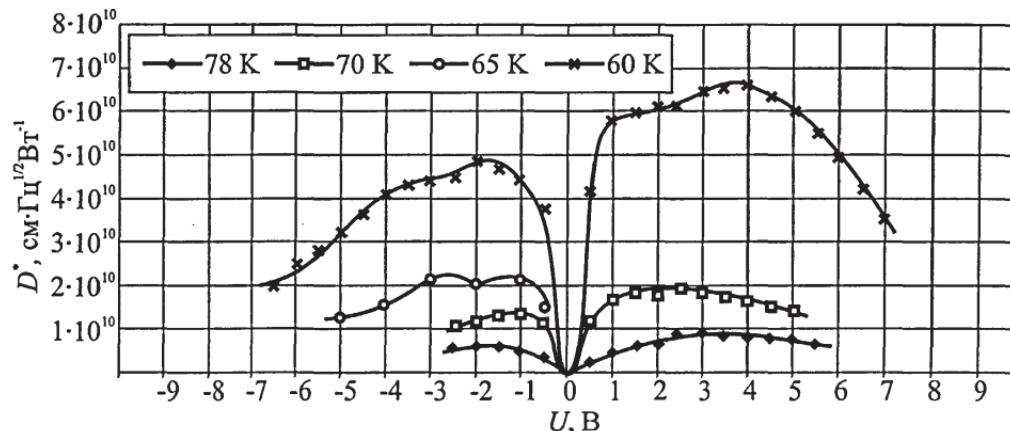
Пономаренко О.А., студент

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

**Залежність виявляючої здатності від напруги при різних  
температурах фоточутливого шару структур з квантовими ямами,  
вирощені методом МОС-гідридної епітаксії**

Мета: Оцінка квантової ефективності фоточутливого шару.

Розробка фотоприймачів для довгохвильового ІК діапазону на основі структур з квантовими ямами (СКЯ) ведеться за кордоном вже більше 20 років. Основною особливістю є вирощування СКЯ не традиційним методом молекулярно-променевої епітаксії (МПЕ), що є досить дорогим та має низьку продуктивність, а методом МОС-гідридної епітаксії, що дозволяє вирощувати епітаксіальні плівки в декілька моно атомних шарів з високою точністю.



На рис. представлена залежність виявляючої здатності фоточутливого шару (ФШ) -  $D_{\lambda\max}$  від напруги при різних температурах. Величина  $D_{\lambda\max}$  розраховувалась на основі результатів вимірювань абсолютної чутливості та шумового току.

З отриманих результатів дуже несподівано виявилась наявність високої чутливості ФШ при нормальному падінні випромінення при відсутності спеціальних пристрій для вводу. Її величина, як відомо, залежить від двох факторів  $g$  та  $\eta$  – квантової ефективності. Значення  $g$  аномально великим не виявилися.

Оцінка  $\eta$  із формули для чутливості ФШ:  $R_{\lambda\max} = (e/h\nu)\eta g$  дає величину  $\eta$  вище 8%. В звичайних ФШ на основі СКЯ, вирощених методом МПЕ, при нормальному падінні випромінення величина  $\eta$  значно менше.

**Ключові слова:** оптичний координатор, динамічний діапазон, позиційно-чутлива матриця

Наук. керівник: Молодик А.В., професор, д.т.н.

УДК 681.7.013.8

Костирко І.М., магістрант, Колобродов В.Г., д. т. н., професор.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

## Зменшення шумів зображень у тепловізорах з мікроболометричною матрицею

Використання тепловізорійних систем на практиці знаходить все більш широке застосування в багатьох сферах науки та промисловості. Тепловізори на основі мікроболометричних матриць набувають більшої популярності через їх меншу вартість і мобільність порівняно з іншими. Зображення, створене такими тепловізорійними системами, завжди супроводжується шумовими сигналами, що заважають виявленню об'єкта спостереження та його розпізнаванню.

Сучасні технології виробництва мікроболометричних матриць не дозволяють виготовити матрицю з абсолютно ідентичними елементами. Як наслідок, отримане зображення матиме просторову неоднорідність, викликану за рахунок різної чутливості та темнового струму окремих пікселів. Усунення шумів, присутніх на зображенні, за допомогою цифрової обробки зображення повинно бути реалізовано таким чином, щоб можна було мінімізувати вартість системи та зберегти її параметри. При правильному застосуванні методів обробки зображення збільшується максимальна дальність виявлення та розпізнавання малоконтрастних об'єктів спостереження.

При використанні просторової фільтрації з метою компенсації шумів спостерігається розмиття меж об'єктів, що часто призводить до зменшення максимальної дальності розпізнавання. Для зменшення шумів на зображенні було застосовано такі методи цифрової обробки, як медіанна фільтрація, фільтр розмиття Гауса, лінійний метод усереднення, фільтр Вінера. Постає проблема вибору методу, який дозволяє отримати зображення кращої якості.

Для оцінки методів цифрової обробки зображення було застосовано об'єктивну характеристику відношення сигнал/шум. Однак це дозволяє оцінювати лише середньоквадратичне значення, тобто, застосовуючи метод для зниження шумів, контури об'єктів можуть бути розмитими. Для вирішення проблеми запропоновано застосовувати разом зі значенням сигнал/шум й візуальний метод оцінки зображення.

*Ключові слова:* тепловізор, мікроболометрична матриця, цифрова обробка зображення, лінійна фільтрація

*Науковий керівник: Колобродов В. Г., д. т. н., професор*

УДК 535.015

*Харченко М.В., студент, Сокуренко В. М., доцент  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», г. Київ, Україна*

### **Киноформные оптические элементы**

Бурное развитие оптики, связанное с созданием когерентных источников света, лазеров, привело к развитию новых направлений в оптическом приборостроении. К ним относится киноформная оптика. В ее основе лежит возможность управления волновым фронтом световых волн на структурах с заданным изменением толщины и / или показателя преломления вещества.

Была развита теория применения киноформных корректоров хроматических aberrаций и выполнены расчеты соответствующих объективов. С помощью высокоточной ионной обработки были изготовлены киноформные корректоры хроматических искажений, сферахроматических aberrаций и сферахроматических aberrаций в ахроматических оптических системах с высокой эффективностью.

Были рассмотрены оптические системы, в которых киноформные корректоры полностью заменили элементы из оптических материалов с обратным ходом дисперсии.

Киноформ занимает промежуточное положение между дифракционными (решетчатыми) и преломляющими оптическими системами, обладая свойствами и тех и других. Как и в дифракционных системах (например, в дифракционных решетках), длина оптического пути вдоль всех направлений, соединяющих объект и его изображение, не остается постоянной, а меняется при переходе от одной зоны к другой скачком, равным длине волны. В то же время киноформные элементы приближаются к преломляющим системам (например, линзам), поскольку оптические пути световых волн выравниваются в пределах каждой зоны.

Киноформные элементы имеют существенные преимущества по сравнению с традиционными оптическими элементами линзами, призмами, зеркалами и т.д: малый вес, небольшие габариты, относительная простота изготовления и низкая стоимость. Кроме того, киноформ может выполнять одновременно функции нескольких оптических элементов. Киноформы предназначены, как правило, для работы в монохроматическом свете, поэтому они находят все более широкое применение в области преобразования лазерных пучков.

**КИНОФОРМ; ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА; ОПТИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ; АББЕРАЦИЯ.**

*Научный руководитель: Сокуренко В.М., к.т.н., доцент*

---

---

УДК 535.241

Ковтун Ю. Ю.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут

**Метод "інтегруючої сфери" визначення світлового потоку для освітлювальних систем з різним типом світlorозподілу**

Стрімкий розвиток світлотехніки в тому числі освітлювальних систем потребує швидкого та точного вимірювання основних світлових та енергетичних характеристик джерел випромінювання.

Однією з найбільш важливих фотометричних величин та характеристик освітлювальних систем з різним типом світlorозподілу є світловий потік  $\Phi$  (лм), який визначається як сукупний потік джерела світла в тілесному куті  $4\pi$  ср. і дорівнює інтегралу освітленості по всій внутрішній площині поверхні сфери, замкнutoї навколо джерела світла.

Найбільш розповсюдженим та простим методом вимірювання світлових потоків є спосіб з використанням інтегруючого кульового фотометра або так званого методу “інтегруючої сфери”.

Інтегруючий фотометр представляє собою пустотілу сферу, внутрішня поверхня якої покрита світловідбиваючою фарбою з дифузним відбиттям, в центрі якої встановлюється джерело випромінювання, а в стінку вмонтовано фотометр. Між фотометром і джерелом встановлено екран, який запобігає поглинанню перших променів від джерела. Така конструкція називається фотометричною сферою Ульбріхта, в честь вченого який теоретично обґрунтував можливість практичного використання такої конструкції як фотометра. Відповідно до цієї теорії освітленість стінки сфери пропорційна повному світловому потоку джерела випромінювання яке розміщено в сфері.

Таким чином враховуючи необхідність застосування при контролі у виробничих умовах, при лабораторних випробуваннях, при розробці та дослідженні ефективності освітлювальних систем піднімається питання відповідного методологічного забезпечення, виявлення та врахування основних похибок. Опираючись на загальну потребу буде доцільним глибокий аналіз, та сприяння подальшому вдосконаленню цього методу.

*Маркін М. О. канд. техн. наук, доцент*

УДК 629.07/681.7

*Студент гр. ПО-02 Бойко І.Ю.,  
Національний технічний університет України «Київський політехніческий  
інститут»*

## **Метод определения положения движущейся платформы в пространстве**

Проблема определения места положения движущейся платформы в пространстве, или уточнения существующей карты пространства представляет большой интерес, как для робототехники, так и измерительной науки в целом.

Для решения этой задачи применяется метод одновременной навигации и построения карты (simultaneous localization and mapping). Однако на практике независимо решить проблемы построения карты в неизвестном пространстве и определения места положения движущейся платформы невозможно. Существует множество методов решения данной задачи, наиболее популярными стали методы, основанные на использовании показаний:

- Одометра и лазерного дальномера;
- Систем компьютерного зрения;
- Стереокамер;
- Лидаров.

Однако все вышеперечисленные методы имеют значительные недостатки так как не могут обеспечить быстродействие, простоту реализации и высокую точность данных.

Задачей данного исследования является решение проблемы построения системы определения места положения движущейся платформы в пространстве с высокой точностью и быстродействием. Для решения поставленной задачи предложено создать систему машинного видения на основе стереокамеры и устройства построения облака точек при помощи лазерной проекционной системы. Измеряя характеристики искажений, вызванные предметами, появляется возможность создавать карту окружающего пространства.

В рамках проведенных исследований предложена конструкция оптического устройства для осуществления одновременной навигации и построения карты, способная обеспечить высокую точность измерений за счет использования лазерной проекционной системы и стереокамеры для анализа окружающего пространства.

*Старший преподаватель, к.т.н. Захарченко  
В. С.*

---

---

УДК 544.52

*Кедісъ А.О., студент, Підтабачний А.І., студент  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

## **Метод фотодинамічної терапії як перспективний напрям лікування онкологічних захворювань**

Останнім часом перед медициною постає завдання про лікування ефективними методами, що не повинні завдавати шкоди пацієнту при довготривалому лікуванні. Зокрема це стосується таких поширеніх захворювань, як онкологічні, кількість та різновиди яких наразі на жаль зростає.

Безуспішні спроби керування розвитком онкологічного захворювання залишаються головною проблемою. Основним завданням для медиків є затримка розвитку пухлини. Якщо пухлина не велика, лікуванням може бути лазерна термічна абляція. Перспективним сучасним напрямком є фотодинамічна терапія (ФДТ) як мінімально агресивна стратегія видалення пухлин, що обумовлена застосуванням спеціальних фармакологічних речовин, які активують світловим електромагнітним випромінюванням. Ідея ФДТ полягає у використанні токсичності порфірину для руйнування пухлин. У комбінації зі спеціальними катетерами і розвитком нових фотосенсибілізаторів, ФДТ може бути ефективною для пацієнтів із твердими пухлинами і особливо, із метастазами у печінці.

Патологічні клітини злюйкісних новоутворень відрізняються від нормальних двома особливостями. По-перше, вони не зупиняються у своєму розмноженні при досягненні сусідніх споріднених їм клітин. Подруге, у своєму розподілі вони заповнюють не тільки ті місця, що призначені для їх нормальної життєдіяльності, а й інші простори. Розвиток ракової пухлини починається з однієї мутованої клітини.

При видаленні злюйкісного утворення бажано використовувати методи, що дозволяють селективно усувати лише перероджені клітини. На жаль, існуючі підходи, включаючи операції з високоенергетичними лазерами, різні радіоізотопні методи, хіміотерапія, не мають подібної селективності. Водночас ці методи мають досить значні негативні наслідки. Пошук ефективних методів лікування ведеться за різними напрямками і одним з них, безсумнівно, є фотодинамічна терапія раку. Тому значними перспективами сучасного медичного приладобудування та фармакології є подальший розвиток ефективних методів ФДТ і технічних засобів її реалізації.

*Науковий керівник: Клочко Т.Р., к. т. н., доцент*

УДК 621.384.3

*Черевко А.В., студент*

*Національний Техніческий Університет України «Київський  
політехнічний інститут», Київ, Україна*

**Моделирование оптико-электронных систем наблюдения с  
использованием модели NV-IPM.**

Учитывая тенденций развития и усложнения ОЭСН их моделирование подтверждает свою значимость как эффективного средства проектирования столь сложных оптико-электронных комплексов. Также и возрастаает потребность в надежной и адекватной модели, которая обеспечит нужный уровень предсказания.

В результате анализа моделей было установлено, что одной из самых актуальных и перспективных является модель NVThermIP, а точнее ее усовершенствованная версия - NV-IPM.

NV-IPM представляет собой программный пакет. Что обеспечивает гибкое и расширяемое проектирование условий для системы формирования изображений. Версия NV-IPM сочетает предыдущее поколение модели в единый интерфейс, наряду со многими новыми инструментами и конструктивными особенностями. NV-IPM содержит два существенных изменения в основной теории модели. А именно: в новой модели учитывает угловой размер цели как функция от дальности вместо фиксированного значения при расчете функции порогового контраст. В предыдущей модели угловой размер цели был зафиксирован и равен 15 градусов. При представлению угловому размер цели постоянного значения важность модели человека-наблюдателя опускается. В этом случае информация предоставленная наблюдателю все еще хорошо отображается с помощью функции передачи модуляции. Тем не менее, способность наблюдателя к использованию пространственной информации должным образом не учитывается. Второе существенное изменение модели NV-IPM – это введение зависимости шума от яркости для предоставления лучшего уровня предсказания во всех системах. Таким образом на выходе модели вычисляется вероятность обнаружения, распознавания и идентификации в виде функции дальности до цели. Работа модели была проанализирована на тепловизионной камере Thermal-eye. Анализ показал хорошие совпадения результатов моделирования с результатами натурных испытаний.

. Исходя из выше сказанного можно сделать вывод, что модель NV-IPM значительно превосходит своих предшественника в возможности учета свойств человека-наблюдателя, а также имеет более удобный и адаптированный интерфейс,

*Руководитель: Мамута М.С., к.т.н., асистент*

УДК 621.384.3

Черевко А.В, студент

Національний Техніческий Університет України «Київський  
політехнічний інститут», Київ, Україна

## Моделирование оптико-электронных систем наблюдения с матричными приемниками излучения

Одной из задач проектирования оптико-электронных систем наблюдения является выбор адекватной компьютерной модели, которая позволяет учитывать особенности прохождения сигнала во всех звеньях информационного комплекса «фона-целевая обстановка – оптико-электронная система наблюдения (ОЭСН) – оператор» и хорошо согласуется с результатами натурных испытаний.

На сегодняшний день для оценки эффективности тепловизионных систем используют стандарт НАТО STANAG 4347, который позволяет определить минимально разрешаемую разность температур. Для оценки эффективности телевизионных систем используют стандарт НАТО STANAG 4348, с помощью которого определяют минимально разрешаемый контраст. Однако конечной целью часто является необходимость предсказать возможность обнаружения, распознавания и идентификации целей, находящихся в поле зрения. Кроме этого, текущие стандарты не подходят для оценки современных ОЭСН с матричными приемниками излучения, особенно для таковых с пониженнной дискретизацией. Именно поэтому классические модели вытесняются более новыми и перспективными.

В работе рассмотрена одна из наиболее известных и первых компьютерных моделей FLIR92, модели, что взяли за основу ее структуру, а именно TRM3 и NVThermIP, а также модель TOD. В модели NVThermIP, в отличие от остальных, учитывается эффект размытия изображения из-за атмосферной турбулентности и наложение спектров (что характерно для матричных приемников излучения). Также NVThermIP имеет возможность учета цифровой обработки сигнала. Модель TOD основана на совершенно другой методологии. Существенное ее отличие – это использование тест-объекта, который максимально приближен к реальным объектам наблюдения, но, к сожалению, модель TOD не дает зависимости выходных характеристик от технических параметров ОЭСН.

Таким образом, выбор определенной модели значительно сказывается на решениях, принимаемых на этапе разработки системы, а также на ее технико-экономических параметрах. К настоящему времени абсолютного предпочтения какой-либо одной компьютерной модели нет, но все большей популярностью пользуется модель NVThermIP и, возможно, в будущем будут разработаны соответствующие стандарты.

Руководитель: Мамута М.С, к.т.н., асистент

УДК 621.397.13

*Жиглов О.В., студент*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

## **Обґрунтування вимог до вимірювальної апаратури енергетичних характеристик та параметрів ФПЗЗ матриць**

Останнім часом прилади із зарядовим зв'язком широко використовуються у якості приймачів випромінювання оптичного діапазону, повністю витіснивши інші технічні рішення із багатьох типів оптико-електронних приладів. У зв'язку з цим розвиток даних приладів, з точки зору технології виробництва, призвів до стрімкого підвищення їх якості, у тому числі і до розширення динамічного діапазону, підвищенню чутливості і точності вимірюваних даних.

В результаті чого перед науковою та споживацькою спільнотою утворилися нові проблеми, що мають бути вирішеними.

В першу чергу це, власне, стандартизація самих виробів-матриць, та розробка загального підходу до їх оцінки, а саме енергетичних параметрів та характеристик.

Вирішення другого з вище перерахованих питань відбувається шляхом створення і постійного вдосконалення міжнародного стандарту визначення характеристик EMVA 1288 (European Machine Vision Association), натомість перше регулюється засадами сучасної індустрії та ринкової економіки.

Новою проблемою, що з'являється натомість, є реалізація виміру та калібрування вищезгаданих характеристик, оскільки саме це в першу чергу обмежує можливості ПЗЗ. Старі методи та засоби перестають діяти на задовільному рівні при нових обставинах.

Підпунктом цієї задачі є представлення обґрунтованих вимог до вимірювальної апаратури. Це виконується теоретично, розрахунком граничних параметрів та характеристик опираючись на дані що надає виробник та результати практичних наукових експериментів. Всі розрахунки проводяться в межах синтезованої фотонно-електронної моделі цифрової відеосистеми.

В результаті проведених розрахунків можна зробити такі висновки: став істотним вплив багатьох властивостей ПЗЗ, що раніше були відомими але, в порівнянні з недоліками технології виробництва, вносили мізерно малий вклад в роботу приладу; можливості існуючих наразі вимірювальних та калібрувальних систем не досягають необхідного рівня в точності, динамічному діапазоні, адаптуванні.

*Науковий керівник: Міхеєнко Л.А., доцент, д.т.н*

---

---

УДК 528.7:629.78

Бахаревич А.О., студентка

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

## Пассивные и активные устройства дистанционного зондирования Земли.

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) - это наука о получении информации об объектах без контакта с этими объектами. Это происходит посредством самолётов или космических спутников. Картина, которую получили с помощью устройств дистанционного зондирования, помогает нам предотвратить много опасных явлений, таких как ураганы, цунами и наводнения.

Устройства дистанционного зондирования фиксируют энергию, которая отражается от объектов Земли и имеют широкое использование в самых разных областях:

- Применение в океане: изменение циркуляционной системы океана и других систем, измерения температуры океана, высоты волн и трассировки морского льда.
- Оценка опасности: оценка землетрясения, ураганов, эрозии, и наводнения.
- Управление природными ресурсами: контроль землепользования водоно-болотных угодий, так же получение и построение карты мест обитания диких животных.

Устройства дистанционного зондирования могут быть пассивным или активным. Пассивные устройства записывают естественную энергию, которая отражается от поверхности Земли, как правило, солнечную. Активные устройства дистанционного зондирования отправляют сигнал и фиксируют отраженный от объекта сигнал. Наиболее распространенными являются пассивные устройства. Для пассивного ДЗЗ используют: радиометры, спектрорадиометры, спектрометры.

Активные устройства посыпают импульс энергии от датчика к объекту, а затем получают отраженное или рассеянное от этого объекта излучение. Для активного ДЗЗ используются: радары, лазерные высотомеры, лидары.

Рассмотрев все методы дистанционного зондирования, мы можем сделать вывод, что зондирование помогает нам предотвратить многие стихийные бедствия. Но прозрачность атмосферы отличается, поэтому ученые используют активные и пассивные устройства, которые измеряют электромагнитное излучение в различных спектральных диапазонах.

Научный руководитель к.т.н. Мамута М.С.

**УДК 615.849.19**

*Кедись А.О., студент, Підтабачний А.І., студент  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

## **Перспективи розвитку оптико-електронних апаратів профілактики та лікування синдромів зорового стомлення**

Наразі спеціфіка роботи практично у будь-якій сфері передбачає інтенсивні зорові навантаження в режимі близького зору (читання, робота на комп'ютері тощо), а також супроводжується значими перевантаженнями нервої системи. Тому актуальною проблемою медицини, зокрема офтальмології, є профілактика і лікування набутої короткозорості, синдрому хронічного зорового стомлення, комп'ютерного зорового синдрому. Окрема проблема також постає щодо профілактики спазму аккомодації у людей, схильних до зрушень нервої системи. Отже, розвиток технічних засобів, що призначені для вирішення цих задач, є актуальними та перспективними напрямами медичного приладобудування.

Подібні проблеми можна, наприклад, вирішувати завдяки релаксації очних м'язів. У доповіді запропоновано засади дії нового апарату релаксації, що базується на застосуванні магнітолазеротерапії. Це високоефективний і доступний метод фізіотерапевтичного лікування, в основі якого лежить вплив на організм пацієнта лазерним випромінюванням і магнітним полем, режими впливу яких задаються лікарем-фізіотерапевтом відповідно до потреб пацієнта.

Запропоновано методику профілактики і лікування очного захворювання релаксацією м'язів ока та водночас опосередкованого впливу на нервову систему організму з метою зняття нервового навантаження. Спеціальні периферійні оптико-електронні модулі апарату доставляють в певну ділянку ока сформований пучок комбінованого оптичного випромінювання. Водночас запропоновано здійснювати комплексний вплив магнітним полем на акупунктурні зони і точки пацієнта, розташованих навколо ока. Магнітолазерна стимуляція цієї зони забезпечує вплив на судини очного дна (басейн спинальної м'язової атрофії) і зоровий нерв, що сприяє зменшенню ангіоспазму.

Отже, таким чином прискорюються метаболічні процеси біологічних тканин внаслідок додання кожній структурі додаткової енергії, внаслідок чого отримується більше поживних речовин, збагачується киснем. Застосування подібних комбінованих апаратів є перспективним напрямом і може підвищити якість медичного обслуговування.

*Науковий керівник: Клочко Т.Р., к. т. н., доцент*

УДК 621.384.3

*Луцюк М.М., студент*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м.Київ, Україна  
Pin-hole об'єктив для тепловізійної камери*

Термін «винесена вхідна зіниця» (Pin-hole) застосовують у тих випадках, коли площа апертурної діафрагми збігається з вхідною зіницею, що знаходиться перед передньою лінзою об'єктива. У звичайних об'єктивах вхідна зіниця знаходиться усередині об'єктива.

Якщо в об'єктива винесена вхідна зіниця, це збільшує його кут поля зору, але знижує його світлосилу. У залежності від конструктивних особливостей конкретного об'єктива винос зіниці здійснюється на 0,5-5,0 мм. Можливість встановлення на зазначеній відстані перед передньою лінзою маленьких отворів, чи сіток щілин і забезпечує маскування камери для проведення прихованого спостереження. В таких об'єктивах діаметр вхідної зіниці складає від 0,9 до 9 мм.

Для збільшення кута огляду матриці малого формату повинні мати об'єктив з малою фокусною відстанню. При цьому якість тепловізійного зображення буде визначатися світлосилою об'єктива, тобто кількістю світла, що буде проходити через нього і потрапляти на перетворювач світло-сигнал. Чим вище світлосила об'єктива, тим менше потрібно часу для освітлення матриці ПЗЗ до отримання зображення необхідної якості. Світлосила об'єктива залежить від двох величин: діаметра вхідної зіниці  $D$  і фокусної відстані  $f$ . Світлосила об'єктива тим вище, чим більше діаметр його вхідної зіниці і менше фокусна відстань.

*Ключові слова:* вхідна зіниця, об'єктив, світлосила, апертурна діафрагма, ПЗЗ-матриця.

*Науковий керівник Колобродов В.Г., д.т.н., професор*

УДК 629.07/681.7

*Студент гр. ПО-02 Бойко І.Ю.,  
Національний технічний університет України «Київський політехніческий  
інститут»*

## **Построение карты глубины пространства по визуальному изображению**

Одна из важных задач стереозрения – процесс преобразования двух плоских изображений в трехмерную сцену с восстановлением информации о глубине каждой точки плоского изображения (расстояния от стереокамеры до соответствующей точки реальной сцены). Зная информацию о глубине (функция двух переменных) можно генерировать 3D модели ландшафта и других природных объектов для использования в различных приложениях, таких как виртуальная реальность, симулятор полёта и робототехника. В частности, знание об удаленности точек изображения от реального прообраза позволяет делать захват опорных точек движущегося объекта для получения трехмерных координат.

На данный момент известны активные и пассивные методы восстановления информации о глубине реальной сцены.

Активные методы используют ультразвуковые преобразователи или лазерное освещение рабочего пространства, дающее на выходе быструю и точную информацию о глубине. Однако у этих методов есть ограничения по отношению к диапазону измерений и стоимости аппаратных компонентов.

Пассивные методы, основаны на компьютерном зрении. Такие методы способны генерировать информацию о глубине по полученной паре изображений и параметрам двух камер.

Одна из фундаментальных проблем стереозрения заключается в установлении точного соответствия между левым и правым изображением стереопары. Под соответствием понимают расстояние (диспаритет) между пикселями одного и того же объекта на левом и правом изображении. Существующие локальные методы по вычислению карты диспаритета основаны на принципе «скользящего окна». Они характеризуются определенной сбалансированностью скорости-качества.

В

рамках проведенных исследований был предложен метод и программный модуль вычисления карты глубины приемлемого качества за кратчайшие временные интервалы в диапазоне от 10 до 40 миллисекунд на недорогом оборудовании. Такие требования продиктованы тем, что данный модуль предназначен для взаимодействия с другими программными модулями, в задачи которых входят трекинг объектов, идентификация лиц и жестов.

*Старший преподаватель, к.т.н. Захарченко  
В. С.*

УДК 681.7.066.35

Голюк І. В., аспірант, Колобродов В. Г., професор, д. т. н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

## Проектування асферичного дзеркала сферичної форми

Сучасні об'єктиви, які використовуються в космічних оптико-електронних системах дистанційного зондування Землі, часто використовують позаосьові асферичні дзеркала великих розмірів. Розрахунок, виготовлення і контроль таких дзеркал є складним і тривалим процесом. Однак такі дзеркала можна замінити сферичною дзеркальною поверхнею, на якій нанесено мікроструктуру у вигляді зон Френеля. Проектування таких дзеркал полягає у заміні асферичної поверхні концентричними зонами Френеля із заданими геометричними параметрами.

Враховуючи актуальність таких дзеркал, постає необхідність створення методу проектування мікроструктури на сферичної поверхні, яка має властивості асферичного дзеркала.

В основу запропонованого методу покладено перетворення паралельного пучка променів у промені, які збігаються в заданому фокусі.

Внаслідок інтерполяції сферичної поверхні отримаємо зони Френеля із канавками постійної ширини та змінної глибини. Водночас, вони є неглибокими біля центру дзеркала та глибокими на периферії. Метод постійної ширини канавок дозволяє точно визначити положення вершини кожної канавки і спрощує математичні обчислення.

Проектування відбувається в наступному порядку. Розробник приладу задає фокусну відстань дзеркала, радіус сферичної поверхні, діаметр дзеркала. Спочатку, виходячи із технологічної необхідності, ширина канавок обирається достатньо великого розміру для зменшення впливу дифракційних ефектів.

Даний метод проектування розташовує вершину кожної канавки на сферичної поверхні. Ми повинні узгодити поверхню канавки так, щоб вона визначала задану фокусну відстань. За цих умов необхідно розрахувати кут нахилу поверхні кожної канавки, якщо відомим є положення вершини кожної канавки.

*Ключові слова:* асферичне дзеркало, зони Френеля, мікропрофіль.

УДК 681.78

Парпієв Т. А., студент, Сокуренко В. М., доцент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

## Проектування об'єктива зі змінною фокусною відстанню, що містить рідкі лінзи

В останні роки стрімко почала розвиватись галузь техніки пов'язана з проектуванням, розрахунком, виготовленням та впровадженням у різні пристрої, в першу чергу, малогабаритні оптичні системи (ОС), рідких лінз (РЛ), про що свідчить велика кількість наукових статей та патентів таких всесвітньо відомих брендів як Samsung, Varioptic, та ін. Основними перевагами РЛ є: надійність, відсутність рухомих частин, швидкодія, низьке енерго-споживання, невеликі фізичні розміри. За їх допомогою можна створювати малогабаритні системи «миттєвого» фокусування. Серед найбільш перспективних напрямків застосування таких систем слід зазначити: ОС для мобільних пристройів та мініатюрні ОС зі змінною фокусною відстанню.

Метою даної роботи була перевірка можливості автоматизованого розрахунку якісної ОС об'єктива зі зміною фокусною відстанню та з використанням РЛ за допомогою власного програмного забезпечення з вбудованою функцією глобальної оптимізації (ГО). Основний підхід зводився до введення в програму кількох граничних умов, таких як фізичні розміри РЛ та плоско-паралельних скляних пластинок, значення кута поля зору для кожного стану ОС тощо. У процесі ГО програма автоматично знаходила радіуси кривизни, матеріали скляних лінз, що вибиралися з заданих каталогів, відстані між ними, положення апертурної діафрагми. В результаті оптимізації, що тривала декілька десятків хвилин, були отримані конструктивні параметри мініатюрної ОС, побудовані на основі двох РЛ без рухомих елементів.

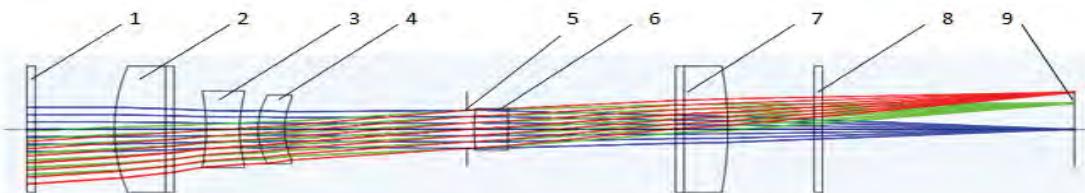


Рис. Хід променів у ОС: 1,2 – перша РЛ ; 3, 4,6 – лінза; 5 – апертурна діафрагма; 7,8 – друга РЛ; 9 – площа зображення

Встановлено, що ефективність синтезу в значній мірі залежить від формування оціночної функції на стадії введення вихідних даних, зокрема завдання прийнятних конструктивних обмежень та діапазону зміни фокусної відстані (або збільшення). Таким чином, проведеним чисельним моделюванням було підтверджено можливість автоматизованого проектування такого класу ОС. Головна перевага запропонованого підходу полягає у значному спрощенні процесу проектування та зменшенні часу на розрахунок.

Наук. керівник: Сокуренко В.М., к.т.н., доцент.

УДК 681.77

Буйлов І. С., студент, Сокуренко В. М., доцент  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», г. Київ, Україна

## Пятилинзовый объектив для системы ориентации летательных аппаратов

Одной из основных задач навигации перемещающихся объектов является обеспечение требуемой ориентации в пространстве путем разворота связанной с объектом системы координат относительно некоторой навигационной системы. В связи с этим осуществляется стабилизация объекта (например, модулей космических кораблей), т.е. удержание его в требуемом положении в течении фиксированного времени. Процесс угловой ориентации реализуется благодаря бортовой системе управления движением объекта, работа которой может быть основана на различных физических принципах и технических средствах (инерциальных, радиотехнических и астрооптических).

Основой астрооптической системы управления являются разнообразные оптические датчики. В системах управления движением корабля, работающих в автоматическом режиме, входящие в их состав оптические датчики представляют собой, как правило, комплексные оптико-электронные приборы. Объектив является важным составным элементом такой астрооптической системы и необходим для построения изображения визируемого участка. Подобные объективы могут применяться также и как звездные (астро-) объективы.

Целью настоящей работы была разработка пятилинзового объектива, служащего для ориентации летательных аппаратов друг относительно друга, в котором было бы достигнуто высокое качество изображения без применения асферических поверхностей.

В докладе представлены методика и результаты расчета вышеуказанного объектива. Его оптическая схема показана на рис.

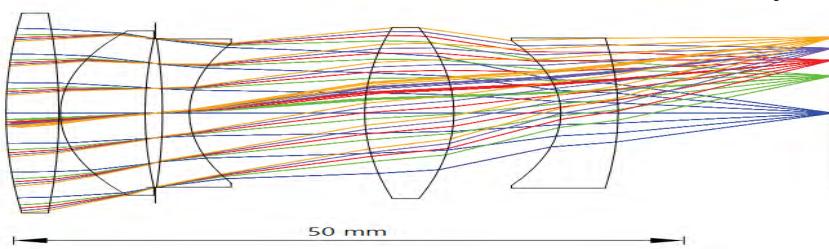


Рис. Оптическая схема разработанного объектива с ходом лучей

Предложенный объектив имеет фокусное расстояние 50 мм, угловое поле зрения  $28^\circ$ , относительное отверстие 1:1,67 и спроектирован для работы в спектральном диапазоне 0,66...0,96 мкм. При этом по всему полю и во всем спектральном диапазоне среднеквадратические размеры световых пятен в плоскости изображений составляют не более 20 мкм, а относительная дисторсия объектива не превышает 0,012%.

Научный руководитель: Сокуренко В.М., к.т.н., доцент.

УДК 535-617.7-681.7

*Зазимко В.В., студент*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

**Рідкокристалічні варіолінзи та дволінзові системи у якості  
акомодаційних штучних кришталиков**

Огляд стану розвитку сучасних акомодаційних інтраокулярних лінз (АІОЛ) та виявлення серед них найбільш перспективних до клінічного застосування є задачею даної роботи. Мета – сприяння поширенню в Україні новітніх офтальмологічних технологій.

Огляд літературних джерел показав, що для створення АІОЛ інтенсивно розробляються лінзонаповнюючі ІОЛ; ІОЛ з динамічною зміною показника заломлення; рідкокристалічні лінзи (РКЛ); дволінзові системи ІОЛ.

Перспективними і найбільш придатними до застосування у клінічній практиці вважається АІОЛ на основі РКЛ та дволінзові системи зі змінною відстанню між ними. Відстань керується м'язами ціліарного тіла ока людини.

Принцип дії РКЛ полягає у створенні за допомогою рідких кристалів фазової пластиини, фазовий зсув у середовищі яких забезпечується за рахунок створення оптичної анізотропії електричними полями. Для цього використовуються дві прозорі пластиини з електродами, між якими розміщується рідкокристалічний матеріал. На одній з пластиин розміщується система концентричних прозорих електродів, на які подається змінна електрична напруга. На другій пластиині – суцільний електрод. Потрібна для роботи РКЛ напруга складає до 10В, а частота - 17кГц. У зоні зіниці ока людини діаметром 3...5мм можна створити лінзу з оптичною силою, що змінюється в інтервалі (0...2) дптр. Розвиток РКЛ у якості ІОЛ набирає оберти і вже існують прототипи, які проходять клінічні випробування.

Більш природний метод, який не потребує джерел електричного напруги та забезпечує змінну оптичну силу імплантованої ІОЛ, реалізується варіосистемою, складеною з двох лінз, між якими знаходиться еластичний елемент (пружина), що розсував лінзи. Використовується залежність оптичної сили дволінзової системи від відстані між лінзами. Лінзи розміщують у міхурі природного кришталика, який перед тим із міхура видаляється. Війчасте тіло ціліарними м'язами розтягує міхур, а це призводить до наближення вказаних лінз одна до одної. Метод дозволяє реалізувати АІОЛ із зміною оптичної сили у діапазоні (0 – 3,5) дптр.

В Україні, в Центрі мікрохірургії ока, колективом науковців під керівництвом чл. кор. АМН, проф. Сергієнко М.М. здійснюються дослідження, спрямовані на створення еластичної АІОЛ, форма якої змінюється гідрравлічним тиском за допомогою очних м'язів.

*Ключові слова:* рідкокристаличні лінзи(РКЛ), дволінзові АІОЛ.

*Наук. керівник: Чиж І.Г., професор, д.т.н.*

УДК 681.78

Макаренко Я. І., студент, Сокуренко В. М., доцент

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

## Розрахунок світлосильного об'єктива засобами глобальної оптимізації

В теперішній час світлосильні об'єктиви все частіше застосовуються в приладах нічного бачення та складній оптико-електронній апаратурі. Їх параметри постійно вдосконалюються, про що свідчить значна кількість наукових статей та патентів. Розрахунок таких об'єктивів є практично неможливим без спеціалізованого програмного забезпечення, а його результат, ще, на жаль, багато в чому залежить від досвіду та інтуїції конструктора.

Метою даної роботи є удосконалення методів розрахунку нових світлосильних оптических систем з високою якістю зображення у напрямку автоматизації процедури їх синтезу.

Задачею даної роботи була перевірка можливостей реалізованих у власному програмному забезпеченні алгоритмів глобальної оптимізації (ГО) на прикладі розробки нового семилінзового світлосильного об'єктива.

Функціональні параметри розроблюваного об'єктива є аналогічними тим, що представлені в патенті РФ №2377619 (фокусна відстань 75 мм, кут поля зору  $6^\circ$ , спектральний діапазон 560...1000 нм). Проте, новий об'єктив повинен мати збільшений з 1:1,5 до 1:1,25 відносний отвір та відмінну якість зображення по всьому полю зору.

Під час проведення ГО, яка фактично починалася з оптических деталей в формі плоскопаралельних пластин, змінними були радіуси кривизни поверхонь, осьові товщини та повітряні проміжки. Крім того, здійснювався автоматичний пошук марок скла за показниками заломлення та коефіцієнтами дисперсії. Загальна кількість параметрів оптимізації становила 41.

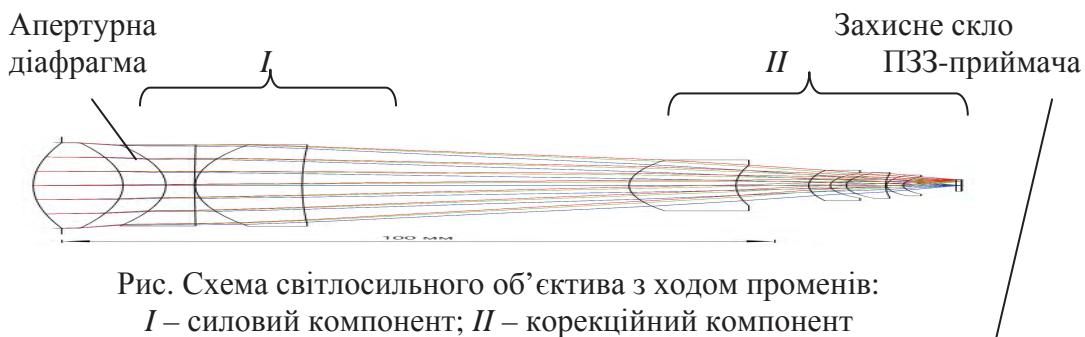


Рис. Схема світлосильного об'єктива з ходом променів:  
I – силовий компонент; II – корекційний компонент

В результаті розрахунку, який тривав декілька десятків хвилин, були отримані конструктивні параметри світлосильного об'єктива, що містить силовий та корекційний компоненти (див. рис.).

Розроблений світлосильний об'єктив має поперечну аберрацію 0,005 мм для точки на осі та 0,02 мм для широкого похилого пучка на краю поля зору, астигматизм на краю поля зору 12 мкм, дисторсію 0,03%, хроматизм збільшення 0,3 мкм, значення поліхроматичної модуляційної передавальної функції 0,81 для точки на осі та 0,66 на краю поля зору для просторової частоти 60  $\text{мм}^{-1}$ .

*Наук. керівник: Сокуренко В.М., к.т.н., доцент.*

УДК 621.384.3

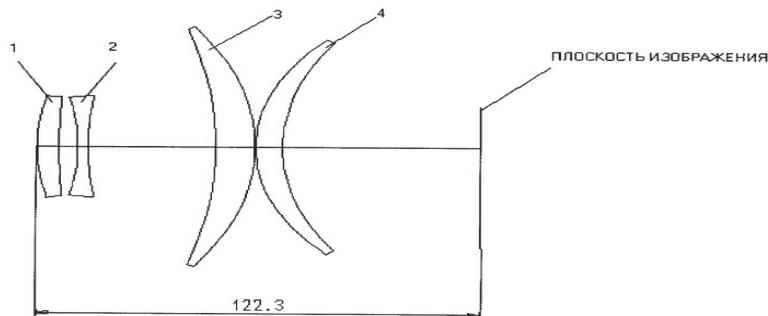
Луцюк М.М., студент, науковий керівник Колобродов В.Г., д.т.н., професор

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м.Київ, Україна

### Світлосильний об'єктив для тепловізора

Тепловізор (інфрачервона камера) - це оптико-електронний прилад для візуалізації температурних полів та вимірювання температури. Даний прилад дозволяє фіксувати інфрачервоне(ІЧ) випромінювання з довжинами хвиль від 8 до 14 мкм, або від 3 до 5 мкм. Основними складовими тепловізора є: оптична система (об'єктив), приймач випромінювання та блок електронної обробки.

Головна вимога до тепловізійних об'єктивів – він повинен бути прозорим для ІЧ випромінювання. Дані об'єктиви виготовляються з германію. До якості об'єктива пред'являються практично ті ж вимоги, що й до об'єктивів для видимого світла. В даній доповіді розглянуто світлосильний об'єктив з високою роздільністю для ІЧ області спектру з кутовим полем зору  $25^{\circ}$  та дифракційно-обмеженою якістю зображення, що дозволяє працювати з пікселями мікроболометричної матриці біля 20мкм.



Перша лінза - позитивний меніск, обернений ввігнутістю до зображення, друга - двояковвігнута лінза, третя - позитивний меніск, обернений опуклістю до зображення, а четверта - позитивний меніск, обернений ввігнутістю до зображення. Сумарна оптична сила всіх лінз не перевищує 0,15 оптичної сили всього об'єктива. Сума оптичних сил перших двох лінз від'ємна і становить за абсолютною величиною не менше 0,8 оптичної сили всього об'єктива.

**Ключові слова:** тепловізор, об'єктив, оптична сила, болометрична матриця.

УДК 681.7

*Рудометов Р.В.*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»*

## **Способи керування рідкими лінзами**

На сьогоднішній день технологія рідких лінз (РЛ) є тим рушієм, що вже починає змінювати правила оптичного приладобудування. Незважаючи на майже двадцятирічний вік, ця технологія почала використовуватись в оптичних приладах широкого вжитку лише в останні 2-3 роки, серед них: зчитувачі штрих-кодів фірми Cognex, веб-камери Digitus, комплекти розробника Varioptic. Такі гіганти оптико-електронної індустрії як Samsung та Canon вже зареєстрували патенти на використання РЛ в їхній продукції. Заново віднайдена популярність та ще неохоплений потенціал технології РЛ робить цю тему актуальною.

Дана робота спрямована на порівняння способів керування РЛ на основі дослідження тематичної літератури та має за мету постановити питання про використання цих способів у сучасному приладобудуванні.

На сьогоднішній день розроблено декілька принципів управління оптичними параметрами РЛ. До них відносяться:

1. Обертальний;
2. Гідравлічний;
3. Діафрагмовий;
4. Електrozмочування;
5. Спосіб зовнішнього електричного поля.

Порівняння проводиться за такими параметрами готового рішення на основі цього принципу:

1. Вага;
2. Габарити;
3. Надійність;
4. Технологічність;
5. Енергоспоживання;
6. Економічна доцільність;
7. Обсяг функціональності.

Також оцінюється практичність використання цього принципу управління РЛ в оптичних та оптико-електронних приладах широкого вжитку, як то об'єктиви фото- та відеоапаратури, сканери штрих-кодів, інтегровані рішення в мобільних пристроях.

В результаті проведеного аналізу було встановлено, що вимогам практичного застосування найкраще відповідають гідравлічний спосіб та спосіб електrozмочування.

*Науковий керівник: Коваль С.Т., к. т. н., доц., проф. каф. ООЕП*

**УДК 535.42**

*Кучугура Є.О., студентка; Колобродов В.Г., д.т.н., професор*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут»*

## **Стенд для дослідження характеристик дифракційних лінз**

Дифракційні лінзи (ДЛ) широко використовуються в різних галузях науки: від офтальмології (інтраокулярні лінзи в якості штучного кришталика ока) до астрономії (дифракційні лінзи в об'єктивах телескопів).

У зв'язку з постійним ускладненням конструкції інтраокулярних лінз, а також особливими вимогами до точності їх виготовлення, необхідно мати достатньо потужний інструмент для дослідження таких лінз. Тому постало завдання розробити новий стенд, який не поступається відомим аналогам та має значні переваги. Проектування такого стенду розпочалась в минулому році і продовжується зараз. Розглянуто декілька альтернативних методів для спрощення процедури вимірювань та обрано оптичну схему та конструкцію стенду. Запропоновано стенд для вимірювання характеристик інтраокулярних лінз, таких як задня вершинна рефракція, ефективна фокусна відстань та роздільна здатність лінзи. Нововведенням є використання USB-мікроскопа та розташування всіх елементів стенду на одній осі, що значно спрощує юстування стенду.

Стенд зібраний на оптичній лаві типу ОСК-2. Основними елементами є: освітлююча система, коліматор, платформа з оправою для досліджуваної лінзи та мікроскоп. Освітлююча система складається із лампи розжарювання, яка проектується в передню фокальну площину об'єктива коліматора. Коліматор призначений для створення паралельних пучків променів. Коліматор має двохлінзовий об'єктив і тубус. На тубусі розміщений револьвер, в якому кріпляться змінні штрихові міри і діафрагма з круглим отвором. Лінза, що досліджується, встановлена на платформі, яка дозволяє переміщувати її вздовж оптичної осі.

В якості приймача зображення міри використовується USB-мікроскоп китайської фірми Supereyes B005. Збільшення мікроскопа регулюється в межах від  $10^{\times}$  до  $200^{\times}$ , формат матриці  $640 \times 480$ , частота кадрів 30 Гц.

У результаті було успішно здійснено тестування оптичної системи приладу та здійснено роботу по створенню методичних матеріалів для роботи зі стендом. За необхідністю стенд можна трансформувати в компактний прилад, який би не поступався відомим аналогам. Подальша робота спрямована на дослідження конкретних інтраокулярних лінз за допомогою створеного стенду.

*Науковий керівник: Колобродов В.Г., д.т.н., професор*

УДК 621.384.3

Зіневич К.О., студент, Коваль С.Т., доцент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м.Київ, Україна

### Стенд для імітації фоно-цільової обстановки

У останні роки був період дуже інтенсивного розвитку технологій у тому числі й військової техніки. Точність, параметри та характеристики приладів у разі підвищилися від їх попередників. На ряду з цим актуальною є проблема підвищення якісних показників приладів для юстування теплових головок самонаведення.

На сьогоднішній день існують такі стенді, але їх вони мають свої недоліки. Основним завданням цього стенду є вимірювання дальності дії ТГС (теплових головок самонаведення), робочого спектрального діапазону, чутливості, які штучно створюються людиною що тестує прилади, саме для того щоб зімітувати реальну фоно-цільову обстановку.

Одним з таких стендів є стенд фоно-цільової обстановки, що містить: коліматор імітації фону, який складається з оптичних зв'язаних джерел випромінювання, тест-об'єкта, плоского дзеркала, дзеркального об'єктива і коліматора імітації цілей, також додатково на відміну від аналогів має коліматор імітації хибних цілей, перший світло дільник, блок дзеркал, вихідне дзеркало і пристрій для кріплення випробувального приладу. Стенд дає можливість відображувати цілі у робочому спектральному діапазоні, імітуючи спектральний склад випромінювання, у якому працюють відповідні системи випробувального приладу з можливістю регулювання його кутових розмірів та потужності випромінювання, випромінювання фону заданого спектрального складу з можливістю регулювання потужності випромінювання, а також відображення двох хибних цілей у робочому спектральному діапазоні, імітуючи спектральний склад випромінювання.

Інший стенд для імітації фоно-цільової обстановки містить: блок випромінювачів, що формує складну інформаційну обстановку, він включає в себе два об'єктиви, два точкових і одне розмірне джерело випромінювання, систему дзеркал і напівпрозорих пластин, маску для імітації поля яскравості розмірного джерела. Стенд може імітувати такі фоно-цільові обстановки: групу з трьох цілей на слабко випромінюючому фоні, ціль і дві хибні теплові цілі на слабко випромінюючому фоні, ціль і хибна теплова ціль на фоні неба або землі, розмірна ціль при спостереженні на малих відстанях.

Існує не мала кількість таких стендів, але всі вони не враховують вплив атмосфери при імітації фоно-цільової обстановки.

Цей стенд враховує фактори, такі як: поглинання атмосферою випромінювання, молекулярне розсіювання, аерозольне розсіювання. На відміну від аналогів він має можливість виділяти різні вікна прозорості, і вузькі ділянки всередині вікон, для визначення спектральних характеристик виробу. Він також може відображати ціль у робочому спектральному діапазоні з можливістю зміни інтенсивності випромінювання і кутових розмірів, у тому числі має можливість регулювання інтенсивності випромінювання фону та інтенсивність випромінювання хибних цілей і їхні кутові розміри. Відсутність врахування факторів впливу атмосферу у аналогічних стендах, вносить не малу похибку при тестуванні приладів. У тому числі й відсутність методів і інструментарію який би враховував цей вплив.

Наук. Керівник: Коваль С.Т., к.т.н, доцент.

УДК 658.5

*Філіппов О.В., студент, Демченко М.О., асистент*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

## **Актуальність підвищення ефективності виробничих процесів приладобудівного підприємства**

Сталий розвиток промисловості в умовах ринкової економіки забезпечується конкурентоспроможністю та якістю продукції, що випускається, як обов'язкової умови її реалізації на ринку. Конкурентоспроможність підприємства, серед усього іншого залежить від якості, його продукції, яка в свою чергу, залежить від ефективності процесів її проектування, підготовки до виробництва, виробництва і експлуатації.

Проведені дослідження показали, що навіть за наявності сучасного обладнання на ряді підприємств, а дана умова вважається основною передумовою для випуску якісної продукції, такі підприємства далеко не завжди, а іноді зовсім не завжди, здатні виготовляти якісну продукцію. Причиною чого є недосконалість організації процесів життєвих циклів виробів на даних підприємствах.

Актуальність підвищення ефективності виробничих процесів приладобудівного підприємства визначена ситуацією яка склалася в даній галузі промисловості, коли навіть провідні підприємства галузі виявляються нездатними конкурувати із зарубіжними приладобудівними підприємствами, у тому числі і на внутрішньому ринку.

Останнім часом істотно змінилися умови, в яких реалізується даний етап життєвого циклу продукції, це пов'язано з розвитком інформаційних технологій підтримки життєвого циклу продукції, зокрема із створенням інтегрованих систем керування виробництвом.

Крім цього комплексна інтеграція сприяє створенню єдиного банку даних підприємства про продукцію, технологічних процесах, даних допоміжних виробництв, знижує ступінь дублювання інформації та забезпечує стандартизацію всієї діяльності підприємства. Тобто керування процесами виробництва необхідно здійснювати на всіх етапах життєвого циклу виробів від вихідної сировини до утилізації продукту з активним впливом на процес розробника і виробника продукції, особливо виробів приладобудівної галузі, в яких втілюються останні технічні досягнення, що дозволяють просувати нову продукцію на ринки збуту.

*Науковий керівник: Тимчик Г.С., д.т.н., професор*

УДК 621.9.62.52

Андреєв О.О., студент, Шевченко В.В., доцент, к.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

## Багатопараметрична система контролю процесу обробки деталей приладів

Для контролю обробки деталей приладів необхідно застосовувати методи діагностичного оцінювання процесів дослідження зародження дефектів ріжучої кромки, накопичення пошкоджень, розвитку явищ викришування та досягнення аварійних станів за характером зміни динаміки сил різання.

В даний час, одним з таких точних способів контролю та діагностики стану різального інструменту і зони різання є поєднання декількох методів як, наприклад, вимірювання віброакустичного сигналу та ІЧ-випромінювання.

Метод віброакустичної діагностики стану ріжучого інструменту полягає в тому, що в процесі різання джерелами коливань є пластична деформація, руйнування і тертя. У міру зростання зносу збільшуються сили різання, збільшується нестабільність обробки і площа контактуючих поверхонь призводить до зростання амплітуди коливань і зростання їх кількості за одиницю часу. Цим пояснюється наявність кореляційного зв'язку між параметрами коливань і величиною зносу. Таким чином, він має великі переваги для діагностування дефектів ріжучої кромки, що починають розвиватися задовго до виникнення аварійних ситуацій і практично відразу ж починають впливати на вібрацію і шум технологічної системи.

Метод діагностики стану ріжучого інструменту за допомогою ІЧ-випромінювань заснований на вимірюванні та аналізі потоку інфрачервоного випромінювання із зони різання. Він дає широкий спектр можливостей по запобіганню поломки ріжучого інструменту, тим самим зменшуючи брак деталей приладів.

Застосування розробленої багатопараметричної системи контролю процесу обробки деталей приладів, який заснований на вимірюванні віброакустичного сигналу та ІЧ-випромінювання, дозволяє значно підвищити точність, надійність і продуктивність обробки.

**Ключові слова:** ріжучий інструмент, віброакустичний сигнал, ІЧ-випромінювання.

Наук. керівник: Шевченко В.В., доцент, к.т.н.

УДК 658.512.4:519.237

*Топал А. В., магістрант*  
*Національний технічний університет України «Київський політехнічний  
інститут»*

## **Використання методів штучних нейронних мереж при розв'язанні задач технологічної підготовки виробництва**

Сучасне приладобудування вимагає підвищення якості та скорочення строків технологічної підготовки виробництва (ТПВ) і беспосередньо виготовлення виробів, які будуть конкурентоздатними на світовому ринку. Це важко реалізувати на використовуваній в даний час інформаційно-методологічній базі без застосування сучасних науково обґрунтованих методів обробки технологічної інформації.

Питання полягає в тому, що задачі ТПВ характеризуються використанням великої кількості різноманітної початкової технологічної інформації, застосуванням традиційних моделей і методик. Вони не завжди дозволяють отримати оптимальні методи та умови виготовлення виробів й раціональні технологічні процеси, що відповідають сучасним вимогам.

Для розв'язання задач обробки інформації використовуються багато різноманітних математичних методів, таких як регресійний аналіз, кореляційний аналіз, дисперсійний аналіз, кластерний аналіз, дискримінантний аналіз, методи штучних нейронних мереж, методи групового врахування аргументів тощо. Кожен з наведених методів має свої переваги і недоліки у порівнянні з іншими методами.

Тому поставлена задача на основі аналізу сучасних методів обробки інформації вибрати такий метод, що дозволяє вирішувати складні задачі ТПВ з мінімальними матеріальними витратами та витратами часу при отриманні результатів з заданою точністю.

Серед наявних ефективних методів можна виділити методи штучних нейронних мереж, які мають суттєву перевагу по відношенню до інших методів, а саме здатність до навчання, що дозволяє використовувати даний метод при вирішення множини різноманітних задач ТПВ – об'єктивної класифікації й групування конструкційних та інструментальних матеріалів, прогнозування технологічних параметрів обробки деталей, класифікації та групування деталей та технологічних процесів їх виготовлення, що в свою чергу значно пришвидшить процес вирішення задач ТПВ та зменшить матеріальні витрати на впровадження нових деталей у виробництво.

Згідно з поставленою задачею розроблено алгоритми навчання та використання штучних нейронних мереж, виконана їх програмна реалізація та перевірка при розв'язанні окремих задач ТПВ.

*Науковий керівник Вислоух С.П., к.т.н., доцент*

УДК 62-50

Соколенко М. В., студент.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

**Діагностика стану технологічного процесу обробки на основі  
віброакустичного сигналу.**

Для діагностики стану технологічного процесу обробки деталей на метало різальних верстатах існує велика кількість методів і засобів для вирішення даного питання. Одним з прогресивних методів, що застосовується, метод діагностики на основі віброакустичного сигналу.

Прилад, який реєструє зміну щільноті повітря внаслідок коливань, як правило розміщують неподалік від об'єкта вимірювання. Діагностику проводять шляхом запису звуку, оброблюючи деталь на металорізальному верстаті. Після чого оброблюються результати вимірювання, на основі яких формуються певні висновки. Приклад хвилі акустичного випромінювання при різанні представлений на рис. 1.

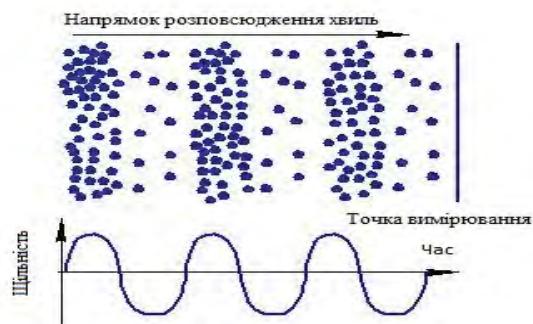


Рис. 1 – Хвиля акустичного випромінювання при різанні

Обов'язково необхідно приділити увагу важливому чиннику – інформативності джерел випромінювання віброакустичного сигналу. Саме цей чинник глобально впливає безпосередньо на достовірність та актуальність отриманих даних діагностики, для виконання технологічного процесу обробки. Під інформативністю джерел випромінювання розуміють зміну віброакустичного сигналу, під впливом різних факторів на основі отриманих результатів вимірювань матимемо інформацію про похибки чи несправності верстата, інструмента, які мають значний вплив на виконання технологічного процесу обробки.

Слід уникати наявності шумів від інших джерел звуку, оскільки виникає небажане явище – накладення звукових коливань.

Отже, для проведення якісної діагностики необхідно, щоб забезпечувалась інформативність використовуваних показників та чутливість цих показників до зміни умов обробки.

Наук. керівник: Заєць С.С., асистент

УДК 624.014:620.111.3

*Демченко М.О., асистент*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»*

## **Діагностика технічного стану металоконструкцій при експлуатації**

Розвиток технологій будівництва в Україні за останні дводцять років набирає швидких темпів. Все частіше основним матеріалом для будівництва є металоконструкції. Перед початком монтажу вони проходять входний контроль, однак існує ризик зниження їх технічних міцністних характеристик з плинном часу чи навіть при незначному навантаженні вже в момент монтажу.

Один лише візуальний огляд не може дати повної інформації про напружене-деформований стан металу конструкції та й використання руйнівних методів унеможливлюється виходячи з небезпеки руйнування споруди. Це вирішується використанням неруйнівних методів діагностики шарі металу, який полягає в використанні ультразвукового контролю. Проте використання одного вузько направленого методу тільки розширює коло питань, що виникають при проведенні аналізу.

Використовується комплексна діагностика об'єкта, яка полягає в поєднанні обстежень, розрахункових та аналітичних процедур, повнота яких в кожному окремому випадку уточнюється.

Для повної оцінки технічно стану будівель чи споруд доцільно паралельно здійснювати наступні діагностичні процедури:

- 1) аналіз технічної документації об'єкта контролю;
- 2) візуально-оптичний та вимірювальний контроль;
- 3) безпосередньо ультразвуковий контроль об'єкту;
- 4) статистична обробка даних ультразвукового обстеження;
- 5) побудова діаграм концентрації напружень за статистичними даними;
- 6) виявлення зон концентрації напружень елементів конструкції;
- 7) порівняння напружене-деформованого стану металу в елементах металоконструкцій.

Між кожним етапом діагностики встановлюється зв'язок у вигляді службових записок, письмових рекомендацій та протоколів контролю. Експертний висновок про доцільність подальшої експлуатації споруди складається виходячи з аналізу акту виконаних робіт з технічної діагностики напружене-деформованого стану.

З відповідним обґрунтуванням можливе виконання обстежень і оцінка технічного стану металоконструкцій в короткий час та з малими витратами робочої сили та коштів.

*Філіппова М.В. к.т.н., доцент*

УДК 531.7.08

Литвинов С.И.,

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», г. Київ, Україна.

### Динаміческі процесси при механообробці

Повышение требований к точности размеров и формы деталей, появление новых труднообрабатываемых материалов, а также широкое внедрение автоматизации технологических процессов и создание автоматических станков с системами управления и регулирования, обуславливает необходимость учитывать реальные динамические процессы, возникающие при резанье для обеспечения требуемого качества и надежности обработки.

Таким образом, возникает необходимость контролировать динамические процессы при механообработке. Для успешного решения этой задачи необходима формализация алгоритма контроля, которая позволит создавать эффективные методики и программно-аппаратные системы управления процессом, с привлечением совокупности современных промышленных средств, информационных технологий и эффективного математического аппарата. Изначальной задачей при автоматизации исследований динамики процесса резания является осуществление сбора экспериментальных данных.

Вследствие быстротечности исследуемых динамических процессов аппаратные измерительные устройства должны обладать достаточным быстродействием, чтобы с должной для правильного описания скоростью собирать данные о динамике процесса резания. Необходимо отметить, что в реальных условиях динамический процесс резания металлов характеризуется не одним, а сразу несколькими параметрами, нуждающимися в измерении.

Анализ динамики процесса резанья позволяет установить взаимосвязь между устойчивостью процесса резания и его выходными параметрами, что позволяет учитывать влияние динамических процессов в режиме реального времени и, как следствие, повысит точность, качество обработки, снизить процент брака и затраты на обслуживание.

Симута Н.А, асистент

УДК 621.315.5

*Тицковець Ю.О., студентка*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

## **Забезпечення якості виготовлення деталей у приладобудуванні на основі моніторингу технологічного процесу**

Якість є основним показником, будь-якого виробу . Вона визначає основні технічні та експлуатаційні характеристики виробу, можливість працездатності, безвідмовності, точності і стабільності роботи. Особливе значення цей показник має в приладобудуванні, оскільки якість приладів визначає якісні характеристики об'єктів, де вони застосовуються.

Одним із напрямків забезпечення якості виготовлення деталей точного приладобудування є застосування систем моніторингу технологічного процесу (СМТП), що входять до складу АСУ ТП (автоматична система управління технологічним процесом). Якість функціонування та використання коштів моніторингу в значній мірі залежить від організації СМТП в рамках підприємства. Моніторинг технологічного процесу (ТП) охоплює обладнання (верстати), процес обробки (режими різання) і виготовлені деталі (до і після обробки).

Аналіз існуючих робіт в галузі моніторингу ТП механообробки показав, що відомі методи не повністю враховують специфічні особливості СМТП як складної системи, що виконує в загальному випадку функції контролю, ідентифікації, діагностування, оцінки технічного стану, прогнозування та управління станом ТП на основі аналізу інформації і прийняття рішення як на рівні підприємства , так і на рівні цеху, і індивідуально кожної одиниці автоматизованого технологічного обладнання. Для побудови ефективної СМТП необхідна методологія, що дозволяє на основі системних уявлень і прийнятого критерію рекомендувати доцільну організацію системи і принципи її функціонування, а також розробити наукове обґрунтування і комплекс технічних рішень.

Системний підхід, при забезпечення якості виробів приладобудування, дозволить раціонально формувати, структурувати і вирішувати для побудови СМТП ряд взаємопов'язаних завдань, спрямованих на досягнення поставленої мети. Слід зазначити, що окрім вирішення завдання забезпечення заданої якості продукції застосування СМТП дозволить підвищити надійність функціонування обладнання за рахунок зниження аварійних ситуацій та переходу до технічного обслуговування по стану.

*Науковий керівник Філіппова М.В. кандидат технічних наук*

УДК 658.512.4:519.237

Сергієнко О.А., магістрант  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

## Задачі технологічної підготовки виробництва, що базуються на розпізнаванні образів

Методи розпізнавання образів ефективно застосовувалися для вирішення предметних задач у різних галузях науки. В галузі приладобудування існують задачі, вирішення яких слід здійснювати в автоматизованому режимі. Тому для автоматизації вирішення даних задач можуть бути застосовані методи розпізнавання образів.

Так, методами розпізнавання образів можуть бути розв'язані різні задачі технологічної підготовки виробництва (ТПВ), що включає в себе широкий спектр задач, пов'язаних з розробкою документації, необхідної для виготовлення виробу, розрахунку різноманітних норм та режимів, вибору оптимальних технологій, що застосовуватимуться при виготовленні виробу. До таких задач належать: класифікація та розпізнавання образів при виборі конструкційних матеріалів, класифікація та розпізнавання образів при виборі інструментальних матеріалів, класифікація та розпізнавання образів при виборі пари «оброблювальний – інструментальний» матеріал, класифікація та розпізнавання образів при виборі методів та умов обробки нового конструкційного матеріалу, класифікація та розпізнавання образів при виборі режимів обробки новим конструкційним матеріалом, класифікація та розпізнавання образів при проектуванні технологічних процесів виготовлення деталей.

Приведені задачі мають чимало спільних ознак, такі як велика кількість вхідних даних, різний характер даних та велика кількість класів, до яких віднесені образи. Водночас перелічені задачі ТПВ не є подібними між собою, тому способи їх розв'язання значно відрізняються між собою, що унеможливило застосування подібних схем розв'язку даних задач.

До переваг методів розпізнавання образів належать їх універсальність та можливість оптимальної роботи з великою кількістю вхідної інформації (даним методами можна досягти значного зменшення розмірів початкових масивів інформації та спростити їх обробку). З врахуванням наведених переваг використання даних методів, можна зробити висновок, що методи розпізнавання образів є ефективним способом розв'язання представлених в огляді задач і мають бути застосовані при розробці систем автоматизованого розв'язання задач ТПВ.

Науковий керівник Вислоух С.П., к.т.н., доцент

УДК 620.192.63

Томашук А.С., магістр, Бабченко А.В., аспирант.  
Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут",  
г. Київ, Україна

## **Контроль пружин на основе механоакустического метода контроля**

В современном приборостроении большую роль придают точности сборки и качества изделий. Но при изготовлении деталей для приборов не исключается и брак. Так для проверки точности и качества деталей используются специальные методы контроля.

Повышение качества и снижение трудоемкости контроля - являются основными задачами комплексного совершенствования производства. Успешное решение этой задачи невозможно без дальнейшего улучшения средств контроля качества продукции, внедрение в производство автоматизированных средств контроля, особенно в приборостроении.

Наиболее распространенными видами контроля и испытаний пружин является поверхностный осмотр, дефектоскопия, контроль геометрических параметров, силовой характеристики и упругих свойств при обычной и повышенной температуре, а так же динамические испытания.

Методы неразрушающего контроля обеспечивают определение пребывания дефектов в материале изделия без его разрушения, путем взаимодействия физического поля или вещества с объектом контроля.

По сравнению с другими методами неразрушающего контроля акустическая дефектоскопия имеет важные преимущества: высокую чувствительность к наиболее опасным дефектам типа трещин и пор, большую производительность, возможность вести контроль непосредственно на рабочих местах без нарушения технологического процесса и низкую стоимость контроля.

Целью является совершенствование методологии контроля качества изготовления пружин сжатия, разработка механоакустического метода измерения и диагностики для оценки технического состояния всей партии упругих элементов.

Предложенный новый метод механоакустического контроля требуемого качества пружин проводится за счет межкристаллического трения в теле упругих элементов и появления в результате этих преобразований акустической эмиссии, которая позволяет проводить быстрый, эффективный контроль качества пружин всей партии пружин, а не выборочно, как в настоящем производстве.

*Научный руководитель: Румбешта В.А., д.т.н., профессор.*

УДК 621.7.015:539.431

*Барандич К.С., аспірант*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

**Методика забезпечення значень границі витривалості деталей  
приладів**

Найбільш розповсюденою і небезпечною причиною виходу з ладу деталей приладів та машин, що працюють під дією навантажень змінних за величиною та напрямком, є втомне руйнування, що нерідко призводить до тяжких наслідків, оскільки виникає раптово. Внаслідок цього в деталях виникають напруження змінні в часі і за величиною менші межі міцності. У цьому випадку в макрооб'ємі матеріал деформується пружно. При пружному деформуванні достатньо великого об'єму в мікрооб'ємах відбувається локальне знакозмінне пластичне деформування, яке називають мікропластичним. Його багаторазове повторення призводить до зародження мікроскопічних тріщин. Поступовий їх розвиток і об'єднання в магістральну тріщину призводить до послаблення перерізу і раптового долому деталей. На даний час відома велика кількість наукових досліджень, які підтверджують факт впливу параметрів якості поверхневого шару деталей приладів на їх втомну міцність. Основними з них є шорсткість, залишкові напруження, деформаційне змінення (наклеп), структурно-фазовий склад. Механічна обробка здійснює вплив на окремі характеристики стану поверхневого шару деталей та, відповідно, і на їх експлуатаційні властивості. Тобто існує технологічна спадковість стану поверхневого шару, а, отже, і експлуатаційних властивостей деталей, від окремих технологічних операцій і всього технологічного процесу їх виготовлення.

Тому доцільним є створення методики визначення оптимальних режимів різання, які забезпечуватимуть необхідне значення границі витривалості, що чисельно характеризує втомну міцність деталей, за максимальної продуктивності. З цією метою, на основі експериментальних досліджень, даних з довідкової літератури та методів багатовимірного статистичного аналізу розроблено теоретико-експериментальні залежності між границею витривалості деталей після механічної обробки і технологічними умовами обробки. Використання даної методики дозволить ще на етапах технологічної підготовки виробництва забезпечити необхідне значення границі витривалості, а, отже, і втомної міцності деталей.

**Ключові слова:** експлуатаційні властивості, втомна міцність, границя витривалості, параметри поверхневого шару, технологічна спадковість, режими різання.

*Науковий керівник: Вислоух С.П. к.т.н., доцент*

УДК 621.293

*С.В. Савченко, студент*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

## **Моніторинг причин відмови редукторів на основі діаграми Ісікави.**

Якість є одним з найважливіших показників будь-якого виробу, що визначає його основні технічні та експлуатаційні характеристики: працездатність, безвідмовність, точність і стабільність роботи. Особливе значення цей показник має в приладобудуванні, оскільки якість приладів визначає експлуатаційні характеристики виробів.

У будь-якій системі керування якістю продукції статистичні методи контролю мають особливе значення і відносяться до числа найбільш прогресивних методів, тобто, моніторинг якісних характеристик виробу повинен проводиться постійно.

Одним зі способів моніторингу є збір і обробка статистичної інформації про виріб та його складання. Це дозволяє:

- визначити причини відмов
- розрахувати кількісні показники надійності вузлів
- знайти вразливе місце у вузлі.

Вихід з ладу великої кількості редукторів під час експлуатації, призводять до великих економічних збитків. У зв'язку з цим виникла необхідність виявляти вузли виробів, які найчастіше виходять з ладу, для їх подальшого удосконалення.

Задачу виявлення причин відмов у вузлах редукторів під час експлуатації можна розв'язувати за допомогою діаграми Ісікави, що дозволяє відокремити причини від наслідків та візуалізувати проблему виходу виробу з ладу в цілому.

Побудова діаграми Ісікави вирішує наступні питання:

- визначає проблему (методом мозкового штурму або за допомогою діаграми Парето)
- визначає основні рівні, які є загальними причинами, що впливають на дану проблему
- визначає другорядні рівні – причини, що впливають на загальні проблеми
- визначає вагомість кожної причини відносно визначеної проблеми
- дозволяє провести аналіз отриманих результатів.

Використання данної діаграми дозволяє ще на рівні складання виробу провести аналіз якості складання, як окремих вузлів так і редуктора в цілому, для визначення причини відмов виробу.

*Науковий керівник Філіппова М.В. кандидат технічних наук*

УДК 621.539. 4

Подолянець П.Б., студент

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна  
**Нанокомпозиційне pvd-покриття «хамілеон»**

Можливість нанесення тонких плівок є важливим кроком на шляху до формування покриття з різними трибологічними властивостями які здатні працювати в умовах змінного суворого середовища.

Застосування методу PVD для формування нанокомпозиційного покриття забезпечує комплекс властивостей таких як: висока твердість, міцність та низький коефіцієнт тертя.

Сучасні нанокомпозиційні покриття можуть адаптувати трибологічні властивості в процесі експлуатації. Це досягається шляхом зміни мікроструктури покриття у відповідності до варіацій параметрів середовища та навантажень. За цю здатність покриття отримали назву «хамілеон» [1]

Покриття «хамілеон» як і класичне нанокомпозиційне покриття складається з аморфної матриці та твердої нанокристалічної фази. При цьому покриття «хамілеон» має мастильні фази композиту які сприяють самоорганізації перехідної плівки, що формується при фрикційному контакті за сухого чи вологого середовища, низьких чи високих температур.

Внаслідок формування покриття мастильні фази композиту ізольовані від зовнішнього середовища. Коли покриття піддається терту, мастильні фази активуються та переміщуються на поверхню покриття безпосередньо зменшуючи коефіцієнт тертя, зберігаючи загальну міцність та твердість.

На рисунку представлена схема концепції нанокомпозитного покриття типу «хамілеон», яке складається з аморфної матриці, твердих нанокристалічних включень (нітриди, кабіди, оксиди тощо) та мастильної фази (сульфід молібдену, сульфід вольфраму тощо).

Покриття «хамілеон» є досить перспективним та може бути використано в інструментальній аерокосмічній та автомобільній галузях.

Рисунок: Схема трибологічного покриття «хамілеон»: а – аморфна матриця, б – мастильні фази, в – тверді нанокристалічні включення.

Науковий керівник: Антонюк В. С.,  
професор, д.т.н.

**УДК 621.2**

*Єськін М.Ю. студент гр. ПБ-81м, Заєць С.С. асистент каф. ВП*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут»*

**Підвищення надійності оброблюваних деталей на фрезерних  
верстатах з числовим програмним управлінням.**

Широке застосування на виробництві верстатів з числовим програмним управлінням і необхідність отримання високих показників ефективності використання верстату під час обробки деталей, робить питання діагностики процесу обробки дуже важливим. Надійність будь яких технічних засобів є одною з основних властивостей, по якій оцінюють необхідність і доцільність застосування у виробництві даних верстатів.

Надійність процесу фрезерування залежить від сполучення властивостей безвідмовності й довговічності різального інструмента, а також забезпечення заданої якості обробленої поверхні. Безвідмовність і довговічність інструмента залежать від характеристики міцності ріжучого інструмента, його зносостійкості, і режимів роботи.

Крім руйнування інструмента, на надійність процесу фрезерування може вплинути зниження якості обробленої поверхні. Найбільш важливим параметром якості обробленої поверхні є шорсткість. Для досягнення при обробці необхідних показників шорсткості, підбирають ріжими різання з урахуванням періоду стійкості різального інструмента. Однак дія випадкових факторів може привести до збільшення шорсткості понад припустиму межу й, отже, до браку, що виник до встановленого періоду стійкості різального інструмента.

Для вирішення даного питання можливо застосовувати багато різних за можливостями та технічним оснащеннем методи діагностування. Авторами пропонується використовувати метод акустичної емісії, як один з найбільш інформативних, що дозволяє проводити діагностику безпосередньо під час механічної обробки.

Аналіз високочастотних хвиль напруження (смуга частот від 100 кГц до 2000 кГц) використовують для діагностики зношування інструмента, оброблюваності матеріалу, оптимізації швидкості різання та геометрії ріжучого інструменту.

Переваги методу акустичної емісії при дослідженні процесу різання полягають в тому, що чутливість цього методу набагато перевищує чутливість традиційних методів контролю; також він має високу швидкодію та має значно менше обмежень зв'язаних зі структурою, фізико-механічними властивостями матеріалів та зовнішнього середовища в порівнянні з іншими методами контролю.

*Науковий керівник к.т.н. Максимчук І.В.*

УДК 531.7.08

Литвинов С.И.,  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

**Применение автокореляционных методов анализа для оценки  
механообработки**

Комплексная автоматизация металлообрабатывающего производства, его переход на безлюдные технологии требует использования современного оборудования: станков с числовым программным управлением (ЧПУ), многоцелевых обрабатывающих центров, роботизированных технологических комплексов. Такое технологическое оборудование позволяет значительно повысить производительность и обеспечить высокое качество и точность деталей. Создание на базе этого оборудования автоматизированных производств ставит задачу активного технологического диагностирования и мониторинга процесса обработки, так как без систем контроля качества процесса оборудование не будет эффективным, из-за отсутствия информации о техническом состоянии процесса механической обработки. Это ставит задачу создания надежной автоматической системы технического диагностирования (АСТД) технологических процессов резания.

Применение статистических методов при анализе и синтезе промышленных систем управления имеет сравнительно короткую историю, однако в настоящее время трудно указать те задачи управления, при решении которых не возникает необходимость в статистическом подходе. Важную роль в статистических задачах управления играют корреляционные функции, практически на всех этапах разработки и управления технологическими процессами.

Так как исходные данные являются случайными величинами, то целесообразно использование автокорреляционной функции (АКФ, ACF).

Автокорреляция – статистическая взаимосвязь между случайными величинами из одного ряда, но взятых со сдвигом, например, для случайного процесса – со сдвигом по времени.

При анализе диагностического сигнала с помощью АКФ можно с достаточной точностью оценить состояние процесса механической обработки. Поэтому на его основании целесообразно строить системы технической диагностики так, как это позволит получать точную и качественную информацию о протекании процесса механической обработки.

*Симута Н.А., ассистент*

УДК 620.192.63

Бабченко О.В., аспірант, Томашук О.С., магістр.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут",

м. Київ, Україна

## Принципова схема акустично-механічного методу контролю пружин.

В даний час контроль пружин спеціального призначення, які широко використовуються в приладобудуванні, проводиться вибірково. При цьому контролюються механічні параметри пружин, такі як пружність, геометричні параметри, число витків. Якість самого виробу контролюють візуально. Такий метод контролю дуже трудомісткий, та не може забезпечити необхідної якості всієї партії пружин.

Запропонований більш ефективний акустично-механічний метод, який заснований на прийомі акустично-емісійних хвиль які виникають за рахунок механічного навантаження і пружної деформації елементів, з подальшим розвантаженням, та виміром акустичного емісійного сигналу тертя кристалів, що відбуваються при таких деформаціях.

Апаратно (рис. 1.) це забезпечується за допомогою пристрою, що містить нерухому плиту 1, на якій розміщено корпус 2, у якому поршень 5 рухається вправо-вліво, притискаючи пружину стиснення 6, і деформує контролювану пружину 7, яка подається на місце контролю коченням поштучно, де вона передає виникаючу в її тілі акустичну емісію.

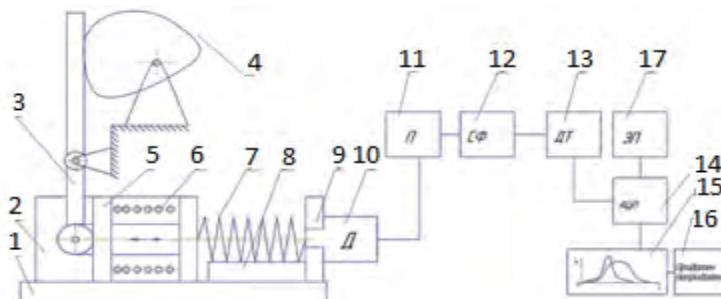


Рис. 1. Принципова схема акустично-механічного методу.

Сигнал акустичної емісії знімається датчиком 10, який закріплений на опорі 9. Далі сигнал збільшується на підсилювачі 11, налаштовується на пропускання першої гармоніки на смуговому фільтрі 12, фільтрується від посторонніх шумів на детекторі 13 і через аналогово-цифровий перетворювач 14 порівнюється з опорним сигналом від задаючого пристрою 17. Результати аналізу передаються на екран 15, у вигляді акустодіаграми першого сигналу акустичної емісії. По особливим параметрам акустодіаграми визначається придатність або непридатність пружини, при порівнянні з опорним сигналом.

Науковий керівник: Румбешта В.О., д.т.н., професор.

УДК 681.5

Бондар М.Ю., магістрант

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

### Пристрій контролю процесу різання

В серійному виробництві до автоматично виконуваного процесу різання пред'являються підвищені вимоги надійності. Аналіз експлуатації верстатів із ЧПУ виявив той факт, що різальний інструмент у технологічній системі різання є найбільш слабким елементом, від якого залежить надійність і продуктивність обробки. Однією з головних причин зниження точності та якості обробки деталі є зміна розмірів різального інструменту в результаті його зношення.

Отже, актуальним завданням є рішення проблеми по створенню автоматизованої системи контролю стану різального інструменту при обробці металів на верстатах з ЧПУ на основі одержання оперативної інформації із зони різання.

Для досягнення поставленої задачі необхідна інформація про поточний стан інструменту. Недоступність зони різання для прямого спостереження змушує отримувати інформацію про процеси обробки матеріалів за непрямими параметрами.

Розроблено пристрій контролю процесу різання, що містить датчик вібраакустичних сигналів і датчик обертів шпинделя, що з'єднаний з блоком формування тимчасових інтервалів, вихід якого підключений до одного входу блоку частотного вибору, до другого входу якого підключено вихід датчика вібраакустичних сигналів та блок частотного вибору, що послідовно з'єднаний з блоком амплітудних детекторів, блоком порогових пристрій і блоком тригерів, при цьому один вихід блоку тригерів підключений до входу блоку пам'яті, а другий – до входу блоку порівняння, вихід якого підключено до блоку аналізу, при цьому, до другого входу блоку порівняння підключено вихід блоку пам'яті, крім того послідовно з'єднані блок виділення огинаючої, вхід якого з'єднаний з виходом датчика вібраакустичних сигналів, і порогового пристрою, вихід якого підключений до входу блоку аналізу, який відрізняється тим, що в пристрій контролю процесу різання додатково введено датчик подачі, вхід якого з'єднаний з приводом подачі, а вихід якого підключений до входу блока аналізу.

Датчик подач, подає сигнал на блок аналізу, що характеризує переміщення робочих органів верстата, а саме стола верстата, що в свою чергу характеризує стан обробки, відповідно робочий або холостий хід. За допомогою цих сигналів, блок аналізу не буде враховувати сигнали отримані при холостому переміщенні верстата.

Науковий керівник: Максимчук І.В., к.т.н., доцент каф. ВП

УДК 681.2:538.5

*студент гр. ПБ-81 (магістрант) Шарабура С.М.,  
кандидат техн. наук, доцент Шевченко В.В.  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»*

## **Система адаптивного управління процесом обробки деталей на металорежущих станках**

В современном приборостроении значительное внимание уделяют проблеме управления процессом резания производящихся деталей. От успешного решения этой проблемы, зависит много факторов в экономической и технологической жизни приборостроительных предприятий.

Система адаптивного управления процессом обработки деталей на металорежущих станках может быть использована для управления процессом механической обработки деталей на металорежущих станках.

В процессе обработки детали измеряют ЭДС мощности и упругих перемещений технологической системы, выделяют переменные и постоянные составляющие этих сигналов, при этом по постоянных составляющих формируют управляющие команды на изменение режимов резания, а переменные преобразуют во взаимно корелюющие функции и считывают величины этих функций, на основе которых формируют корректирующие команды на изменение режимов резания и управляют приводами станка.

Переменные составляющие сигналов несут полную информацию о процессах, которые происходят в зоне резания. Появление и срыв нарости при резании, разные изменения в пленках, которые образуются на поверхностях трения, неоднородность обрабатываемого материала, непосредственное охлаждение зоны резания вследствие отдельных актов проникновения среды есть одной из причин, которые определяют колебания не только ЭДС пары «инструмент-деталь», по мощности резания и других параметрах.

Преобразование переменных составляющих сигналов во взаимно корреляционные функции есть свертывание сигналов, выделенных с датчиков в начальный момент, например  $x(t)$ , с текущими сигналами, например  $y(t)$ , согласно с выражением:

$$e(t) = x(t) \cdot y(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(\tau) \cdot y(t - \tau) d\tau,$$

где  $e$  – свертывание сигналов  $x$  и  $y$ ,  $t$  – временное перемещение сигналов  $x$  и  $y$ ,  $\tau$  – параметрическая переменная свертывания сигналов.

Система позволяет с высоким уровнем быстродействия и по некоторым параметрам более точно контролировать процесс резания, оценивать отклонение от нормального функционирования, а также стабилизировать износ режущего инструмента.

*Шевченко В.В., кандидат техн. наук, доцент*

УДК 612.924

Скороход О.А.(магістрант), Шевченко В.В., к. т. н., доцент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

## Система діагностики працездатності різального інструменту в умовах автоматизованого виробництва

Питання надійності та ефективності процесу механічної обробки при автоматизованому виробництві було і залишається актуальним на даний час. Вирішення цього питання не можливе без використання систем контролю процесу обробки, в тому числі діагностики стану різального інструменту. Діагностика та корегування інтенсивністю зносу різального інструмента грає велику роль при контролі процесу механічної обробки деталей в умовах автоматизованого виробництва.

Використання систем діагностики, яка основана на вимірюванні сигналу акустичної емісії (АЕ) та потужності різання (ПР), дозволяє більш детально аналізувати процес різання і дає достатньо інформації для оцінки працездатності різального інструмента, а також дозволяє оцінити залишкову стійкість інструмента.

Система діагностики стану різального інструмента повинна мати два контури контролю, кожен з яких повинен виконувати свої функції. Перший контур представляє собою підсистему аварійної зупинки процесу обробки, яка функціонує на основі аналізу ПР.

Другий контур представляє собою підсистему оцінки та прогнозування стану різального інструмента, що функціонує на основі діагностики сигналу АЕ з зони різання.

Процес діагностики різального інструмента розпочинається з аналізу ПР, якщо ПР не відповідає, з деяким відхиленням, ПР розрахованій теоретично, то відбувається негайна аварійна зупинка процесу обробки. Якщо ж, ПР, знаходиться в допустимих межах, то відбувається аналіз величини та інтенсивності зносу різального інструмента на основі сигналу АЕ. У випадку, коли знос не відповідає оптимальному або дуже близький до критичного аналізується можливість корекції режимів обробки, якщо корекція процесу обробки можлива і її проведення є доцільним, то формуються відповідні коригуючи сигнали по подачі або швидкості різання.

Використання представленої системи діагностики працездатності різального інструмента дозволяє підвищити точність, надійність та ефективність процесу механічної обробки деталей приладів, що і потребує на даний час автоматизоване виробництво.

Науковий керівник: Шевченко В.В., к. т. н., доцент

УДК 621

*Савченко С.В., студент*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м.Київ, Україна*

## **Статистичний контроль якості складання в приладобудуванні**

Для управління якістю продукції необхідна інформація про її параметри на всіх стадіях життєвого циклу, особливо на стадії виготовлення. Існуючі методи збору й обробки інформації про якість, методичне і нормативне забезпечення технологій виготовлення орієнтовані на масове виробництво, тобто розраховані на велику кількість статистичної інформації (CI). Це робить їх неефективними у сучасному виробництві, оскільки вимагає великих матеріальних витрат.

В основі статистичного контролю якості лежить фундаментальне припущення про те, що ідеальна якість, цілком ймовірно, недосяжна і, мабуть, занадто дорога, щоб до неї прагнути. Теоретично це дійсно так. Як би добре не був побудований виробничий процес, які б немалі були різні допуски, фактичні характеристики продукту будуть дотримуватися законів статистичного розподілу.

Оскільки нормальний розподіл не має чітких меж, у теорії можливе будь-яке значення розглянутого параметра. Один з варіантів усунення браку — це інспекція усіх без винятку зроблених одиниць продукції, але і це не гарантує усунення всіх дефектів. Процес технічного контролю сам, по собі піддається браку. Візьмемо виробництво, що дає 5 відсотків неякісних виробів, її інспекцію з такою ж 5-відсотковою частотою відмовлень. Це значить, що 5 відсотків браку буде пропущено при контролі, так що на наступну стадію потрапить 0,25% ( $0,05 \times 0,05 \times 100$ ) виробів з дефектами. Навіть якщо проводити другу чергу технічного контролю, залишиться 5% від 0,25%, чи 0,0125% браку. Це менше 1 на 10000 виробів — мало, але все таки не нуль.

Статистичний контроль якості пов'язаний винятково з браком. У ньому не робиться спроб знайти причини чи природу дефектів — тільки їхню присутність. Оскільки питання полягає в тім, чи є предмет бракованим чи придатним, він підкоряється біноміальному розподілу, але, тому що розмір вибірки звичайно буває відносно великий, а частка дефектів — мала, використовується розподіл Пуассона.

При оцінці вибірки виробів з партії, що звичайно відбувається на останніх стадіях технологічного процесу чи з приймання партії покупцем, існують три альтернативи:

прийняти партію; взяти нову вибірку; забракувати партію.

*Науковий керівник Філіппова М.В. кандидат технічних наук*

УДК 62-50

*Гавриш М.О., студент.*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»*

**Управління верстатами з ЧПУ, на основі отриманих даних  
діагностики процесу обробки**

Ритм сучасного виробництва не допускає довгого простою верстату через не працездатність, оскільки споживачі потребують швидкої реалізації замовлення. Тому для скорочення часу ремонтування верстату використовують діагностику окремих вузлів верстату, для зменшення часу на його ремонт і обслуговування.

Під час діагностування верстату здійснюється збирання поточної інформації про стан верстата та його найважливіших вузлів й елементів. Пошук і діагностика помилок здійснюється різними методами, а для верстатів з ЧПУ часто застосовують метод нерозбірної діагностики точності верстатів. При використанні функціональної моделі верстат з ЧПУ або його окремі вузли розбивають на кінцеве число функціональних блоків з одним контрольним вихідним параметром, сукупність вихідних параметрів пов'язують у єдину систему, що є основною моделлю усього вузла.

В процесі діагностування проводиться контроль траєкторії інструмента, що виконується відповідно до дій приводу верстата. Даний метод дозволяє визначити несправностей верстата до 17 параметрів. Також метод дозволяє визначити за 23 параметрами механічного зносу та несправності вузлів і деталей верстата.

Результати діагностики представляються користувачу у вигляді звіту, що включає в себе різноманітні графіки, таблиці, аналізи несправностей та рекомендації для їхнього усунення. Час проведення дослідження одного верстата займає приблизно 2-4 години.

Такий підхід до організації технічного обслуговування верстатів забезпечує стабільність роботи виробництва, на 40%-50% знижує витрати на ремонт та обслуговування верстатів, дозволяє прогнозувати час безаварійної роботи, планувати замовлення запасних частин та заміну обладнання. Дане діагностування контролює процесом виробництва. Для покращення точності результатів рекомендовано розташування датчиків на різних вузлах верстату одночасно.

Діагностування обладнання використовується в багатьох сферах виробництва, тому є актуальність покращення процесу діагностування. Через велику кількість даних час перевірки досить тривалий, але певна структура та сортування даних в БД можуть значно скоротити час формування звітів та рекомендацій щодо вузлів верстату ЧПК.

*Наук. керівник: Засєць С.С., асистент*

УДК 4.414.2

O.L. Куц магістрант кафедри приладобудування  
B.I. Дубінець к.т.н., доц., доцент кафедри приладобудування  
Національний технічний університет України “КПІ”

## Аналіз існуючих конструкцій інтегральних акселерометрів

MEMS акселерометри широко застосовуються в автомобілебудуванні, авіакосмічних апаратах, високоточній зброї. Акселерометри з малим діапазоном вимірювання використовуються як нахиломіри для вимірювання кутів нахилу наприклад платформи. Один з найважливіших елементів конструкції MEMS акселерометрів – пружні підвіси, форма і розміри яких визначають такий важливий параметр як чутливість.

Основні схеми побудови конструкцій MEMS акселерометрів:

–ЧЕ - маса виконує функцію рухомої обкладинки конденсатора;  
–обкладинки (штири) закріплені на ЧЕ (ADXL50) і переміщуються поступально під впливом вимірювальної сили  $F$ . Ємність між одними обкладинками збільшується, а між іншими обкладинками зменшується.

Остання схема отримала назву зустрічно-штирьова схема ємнісного перетворювача або «гребінчаста» структура. Ємнісні пристрой мають декілька переваг: високу чутливість та відсутність шумів на відміну від тензорезистивних, резистивних та індуктивних елементів, а також відсутність самонагрівання, низький дрейф струму, низьку чутливість до температури, а також низьке розсіювання потужності. Більше того, додаткові конденсатори можуть бути вбудовані та використані для реалізації електростатичного зворотного зв'язку та самотестування «self-test».

Недоліком ємнісного мікродавача є значне ускладнення вимірювальної електроніки, необхідність зменшення паразитної ємності, зміщення балок в залежності від прикладеного навантаження спричиняє нелінійність залежності ємності від прискорення. Сучасні технології дозволяють виготовлення перетворювачів, початковий зазор у яких може бути доведений до 1..10 мкм. Для розрахунку ЧЕ був вибраний монокристалічний кремній, марки КЕФ-4,5(100), який володіє необхідними механічними властивостями. Технологія обробки кремнієвих пластин досить розвинена і дозволяє отримувати необхідні форми і розміри елементів конструкції. Аналіз пружних підвісів проводився методом комп’ютерного моделювання в середовищі ANSYS. Проведено аналіз статичного напруженого-деформованого стану підвісів різної конфігурації при розвороті ЧЕ без урахування зовнішніх механічних збурень.

B.I. Дубінець к.т.н., доц., доцент кафедри приладобудування

УДК 681.121

Булік І.І. магістрант

Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут, м. Київ, Україна

## Аналіз чинників впливу на точність вимірювання ультразвукових витратомірів

Сучасна вимірювальна практика висуває все більш високі вимоги до точності, надійності, швидкодії та функціональності витратомірів. В останні роки все більшої популярності набувають ультразвукові витратоміри, які можуть вимірювати широку номенклатуру речовин з самими різними характеристиками, густиною та температурою рідин. Внаслідок цього суттєво спрощується система обліку, побудована на ньому. Данні витратоміри мають високу точність і просту конструкцію, що робить їх досить надійними.

Існує ряд чинників які впливають на точність вимірювання в ультразвукових витратомірах. Розглянемо деякі з них:

1. Товщина стінок трубопроводу. Похибка вимірювання витрати в значній мірі залежить від визначення товщини стінок. Тільки для труб діаметром більше 200 мм похибка вимірювання витрати вже не залежить від товщини стінки і становить менше 1%. Для невеликих розмірів діаметрів труби цей вплив досить важомий і похибки можуть бути достатньо великими.
2. Різниця часу проходження ультразвукових коливань. Похибка при вимірюванні  $\Delta t$  залежить від швидкості потоку. Припускаючи, тактовою частотою 100 Мгц і десять тисяч значень різниці часу проходження ультразвуку, невизначеність буде становити 0,05 нс та диференційна затримка часу 0,05 нс, що дає загальну цифру в 0,1 нс.
3. Шорсткість трубопроводу. Особливо важливо враховувати шорсткість трубопроводу у вимірюванні шляхом введення поправочного коефіцієнту.
4. Відхилення від окружності поперечного перерізу витратомірної ділянки, еліптичне спотворення перетину трубопроводу. Похибка у вимірі окружності труби впливає на вимірювання об'ємної витрати, яка зменшується зі збільшенням діаметра труб. Залежати вона буде не стільки від виникнення еліпсності, скільки від значного спотворення характеру розподілу швидкостей в порівнянні з трубою круглого перерізу. Цей фактор відобразиться на зміні поправочного коефіцієнта  $k$ , який використовується при знаходженні витрати і враховує різницю розподілення швидкостей по перерізу від розподілення по довжинні каналу вимірювання потоку.

Науковий керівник: Коробко І.В., к.т.н., доцент

УДК 531.317

Поліщук С.О., студент, Безвесільна О.М., д.т.н., проф.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

### Біологічні нейронні мережі

Нейронні мережі – це один з напрямів досліджень у галузі штучного інтелекту, засновані на спробах відтворити нервову систему людини. А саме: здатність нервової системи вчитись і виправляти помилки, що повинне дозволити змоделювати роботу людського мозку.

Біологічний нейрон – це спеціальна клітина, яка структурно складається з ядра, тіла клітини і відростків. Одним з ключових завдань нейрона є передача електрохімічного імпульсу по всій нейронній мережі через доступні зв'язки з іншими нейронами. Притому, кожен зв'язок характеризується деякою величиною, сили синаптичного зв'язку. Ця величина визначає: що станеться з електрохімічним імпульсом при передачі його іншому нейрону: або він посилився, або він ослабиться, або залишиться незмінним.

Біологічна нейронна мережа має високий ступінь зв'язності: на один нейрон може припадати кілька тисяч зв'язків з іншими нейронами. Ale, це приблизне значення і в кожному конкретному випадку воно різне. Передача імпульсів від одного нейрона до іншого породжує певне збудження всієї нейронної мережі. Величина цього збудження визначає реакцію нейронної мережі на якісь вхідні сигнали. Можна навести таку спрощену модель біологічної нейронної мережі, зображену на рис.1:

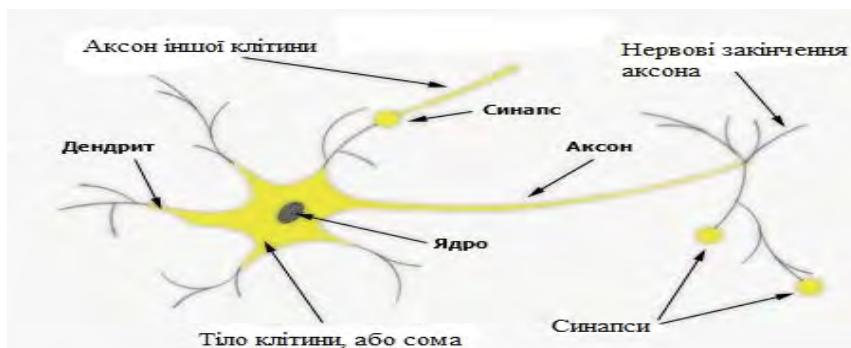


Рис.1. Спрощена модель біологічної нейронної мережі

Кожен нейрон складається з тіла клітини, що містить ядро. Від тіла клітини відгалужується безліч коротких волокон, які називаються дендритами. Довгі дендрити називаються аксонами. Аксони розтягаються на великі відстані, набагато перевищуючі ті, що показано у масштабі рис.1. Зазвичай, аксони мають довжину 1 см (що перевищує у 100 разів діаметр тіла клітини), але можуть досягати і 1 метра.

Наук. Керівник: Безвесільна О.М., професор, д. т. н.

УДК 621.317

Ткачук А.Г., аспірант; Безвесільна О.М., д.т.н., професор

Житомирський державний технологічний університет;

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”  
**Вплив механічного кріплення до основи авіаційного гравіметра на  
його точність**

Для визначення характеристик гравітаційного поля Землі найзручніше використовувати авіаційну гравіметричну систему (АГС), чутливим елементом якої є гравіметр.

Необхідно приділяти значну увагу вибору способу кріплення гравіметра до гіростабілізованої платформи чи іншої основи, на якій його встановлено. Це кріплення, зазвичай, має вигляд пружного зв'язку (рис.1, а). Неправильність вибору способу кріплення впливає, головним чином, на частотну характеристику гравіметра (поява резонансів) та кінцеву точність. Похибки такого типу є незначними на частотах до 200 Гц, однак, із збільшенням частоти, вони стають непередбачуваними. Існує графік залежності способів кріплення від величини частоти коливань основи (рис. 1, б).

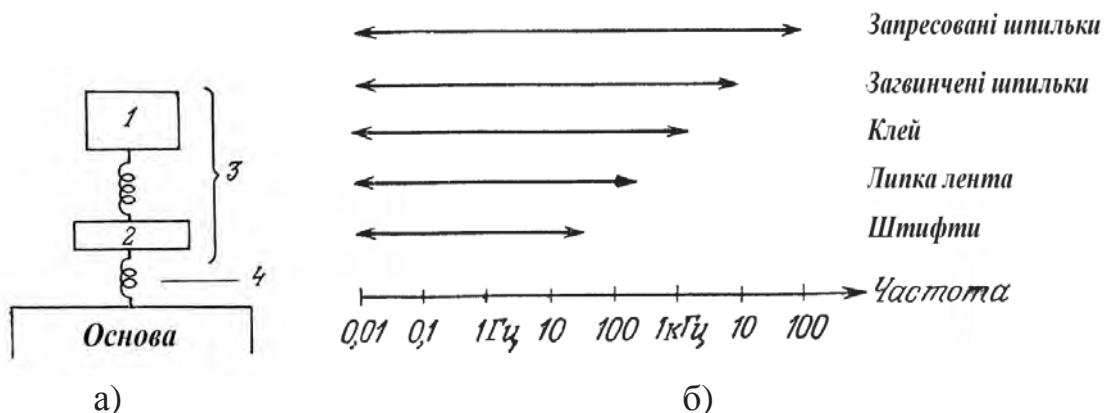


Рис. 1. а) механічна модель гравіметра: 1 – чутливий елемент; 2 – основа; 3 – гравіметр; 4 – спосіб кріплення; б) способи кріплення, які використовуються у залежності від робочого діапазону частот коливань основи

Існує загальне правило, яке стосується будь-якого способу кріплення – це максимально близький до ідеального стан поверхні основи. Тому необхідно уникати попадання будь-яких дрібних елементів на шліфовану поверхню основи. Також шар змазки суттєво покращує сполучення гравіметра із основою.

Користуючись графіком на рис. 1, б необхідно обрати такий спосіб кріплення авіаційного гравіметра до основи, який задовольняв би умови, у який проводяться гравіметричні дослідження.

Науковий керівник: Безвесільна О.М., д.т.н., професор

УДК 681.586.773

Цимбал Н.В., студентка

Національний технічний університет України «Київський Політехнічний Інститут»

### Датчики температури на поверхневих акустичних хвилях

Одна із потенціальних переваг термодатчиків на поверхневих акустичних хвилях (ПАХ) – можливість забезпечити конструктивними засобами хороший тепловий контакт між контролюючим об'єктом і тильною стороною підложки з ПАХ - структурою. Це вигідно відрізняє їх від датчиків на об'ємних акустичних хвилях (ОАХ), низька швидкодія яких являється наслідком поганої теплопередачі на п'єзоелемент. Як показують експерименти, виграш ПАХ - датчиків в порівнянні з датчиками на ОАХ при контролі температури поверхонь твердих тіл при порівнянних розмірах складає 20:01. Приклад реалізації термодатчика на ПАХ приведений на рис.1. Датчик конструктивно містить кварцеву підложку з ПАХ - перетворювачами, що контактирують з контролльним об'єктом своєю нижньою поверхнею. ПАХ - перетворювач знаходиться в герметичному, заповненому гелієм об'ємі; з'єднання з електронною схемою здійснюється через гермовводи.

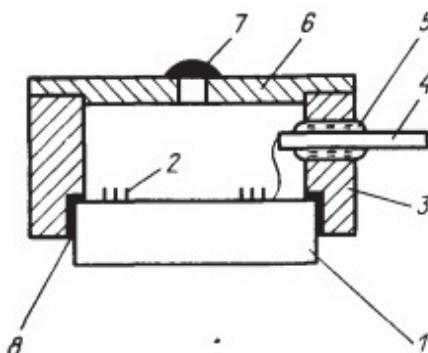


Рис.1. Термодатчик на ПАХ:

- 1 – кварцева підложка; 2 – ВШП; 3 – корпус; 4 – гермоввод;  
5 – кераміка; 6 – посріблена кришка; 7 – герметичне ущільнення; 8 –  
епоксидний клей

Прямий тепловий контакт підложки з контролюючим об'єктом вносить і від'ємний момент – з'являється паразитна чутливість датчика до силової взаємодії контактуючих поверхонь. Зняти цей ефект вдається за рахунок використання проміжних тонких слоїв мастил з гарною теплопровідністю.

Ці датчики використовують в якості інструмента неруйнівного контролю стану поверхонь і приповерхневих слоїв матеріалів і конструктивних елементів.

Науковий керівник: Киричук Ю.В, к-т техн. наук, доцент

УДК681.121

Хильченко Т.В., Храмцов Д.І., магістранти  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м.Київ, Україна

## Дослідження впливу розподілу швидкості потоку в магістралях з поперечним перерізом різної просторової конфігурації

Розвиток світової економіки ґрунтуються на впровадженні останніх досягнень науки та техніки у промисловості, розробці та серійному виробництві вимірювальних приладів і систем з досконалими метрологічними характеристиками. Роль лічильників ще більше зростає з необхідністю максимальної економії ресурсів країни. Зниження похиби хоча б на 1% може забезпечити багатомільйонний економічний ефект. Засоби вимірювання (ЗВ) побудовані на різних фізичних явищах та методах. Одним з основних чинників, які істотно впливають на паспортні характеристики приладів є гідродинамічна картина течії в трубопроводі.

Швидкості по живому перерізу потоку різні і їх визначення є досить складним завданням. Практичні розрахунки здійснюються за інтегральними показниками і виконуються для всього об'єкту в цілому без уточнення мікроструктури. Серед таких показників середня швидкість потоку по поперечному перерізі різної геометричної конфігурації, є головним показником при визначені витрати рідин і газів.

У ЗВ витрати нерідко зустрічаються задачі знаходження параметрів потоку в каналах різного за формулою перерізу – квадратного, прямокутного, еліптичного, трикутного, трапецеїдального і т.п.

Проведені дослідження дали змогу оцінити зміну розподілу швидкостей через еліптичний, прямокутний і трикутний перерізи і ступінь впливу на точність вимірювання (пунктиром показано ідеальний розподіл):

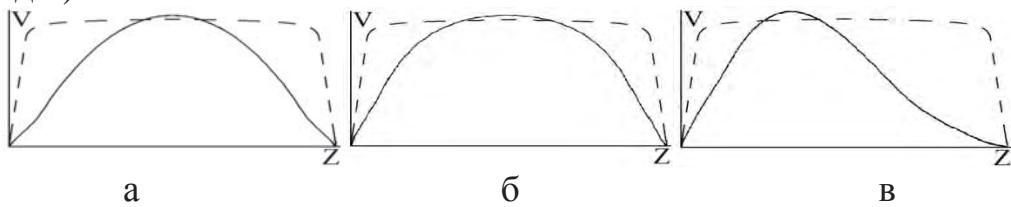


Рис.1. Розподіл середньої швидкості в: а – еліптичному; б – прямокутному; в – трикутному перерізі

Як видно з рисунків, для витратомірів, в яких середня швидкість відіграє особливо важливе значення, краще використовувати прямокутний вимірювальний канал, адже в цьому випадку реальний розподіл швидкості найбільш наближений до ідеального розподілу.

Науковий керівник: Коробко І.В, доцент, к.т.н..

УДК 539.3

Храмцов Д.І., Хильченко Т.В., магістрanti

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

## Дослідження чутливих елементів мікроелектромеханічних акселерометрів за допомогою програмного пакету ANSYS

Чутливий елемент (ЧЕ) є первинним вимірювальним перетворювачем, який безпосередньо сприймає вимірювану фізичну величину, в даному випадку прискорення, і перетворює її у вихідний сигнал. Механічна система ЧЕ складається з підставки у вигляді рамки, всередині якої знаходиться маса. Маса кріпиться до рамки за допомогою підвісу, що складається з пружних балок. Прискорене переміщення рамки викликає зсув інерційної маси і деформацію пружних балок, що використовується для одержання корисного сигналу.

У роботі проводиться дослідження двома реалізованими в прикладному інженерному САЕ-пакеті ANSYS методами вирішення пов'язаних задач: прямого методу рішення (Direct Coupled-Field Analyses) і ітераційного методу, що базується на процесі послідовної передачі збурень між фізично різними розрахунковими областями через відповідні граничні умови та умови стикування (ANSYS Multi-Field Solver).

Визначено, що методика «Direct Coupled-Field Analyses» менш вимоглива до ресурсів ЕОМ, що за інших рівних умов дозволяє вирішувати завдання зі значно більшим ступенем дискретизації моделі по порівнянні з «ANSYS Multi-Field Solver». Основним мінусом прямого методу рішення є обмежена кількість заздалегідь визначених розробниками пакета ANSYS фізично різних взаємодій, в той час як метод «ANSYS Multi-Field Solver» в цьому відношенні є більш універсальним.

Представлена математична модель мікромеханічного акселерометра, проведені дослідження статичного деформованого стану пружних підвісів і чутливого елементу мікроакселерометра.

Вирішенні наступні завдання: створена математична модель статичного деформування ЧЕ мікроакселерометра, що дозволяють впливати геометричних параметрів на робочі характеристики мікромеханічних пристрій; розроблені алгоритми чисельної реалізації запропонованої математичної моделі мікроакселерометра.

Науковий керівник: Дубінець В.І., доцент, к.т.н.

УДК 621.317

Ховрічев І.В., студент, Безвесільна О.М., д.т.н., професор

Національний технічний університет України

Київський політехнічний інститут, м. Київ, Україна

### Ємнісний перетворювач

Ємнісні вимірювальні перетворювачі використовуються для перетворення лінійних або кутових переміщень, тисків, вібрацій, прискорень, рівнів рідини в електричний сигнал. ЄП застосовують для контролю швидко змінних процесів, пульсуючих тисків, вібрацій, а також у випадках, коли потрібне мінімальне навантаження переміщуваних деталей або мають бути відсутні механічні впливи. В авіаційній техніці широко використовуються ємнісні паливоміри.

ЄП являє собою конденсатор, що складається з двох чи більше пластин, відокремлених одна від одної шаром повітря чи іншим діелектриком.

Основними перевагами ЄП є: висока чутливість, невелика маса та габарити, мале значення зворотної дії. Проте існують і деякі недоліки, такі як: високий внутрішній опір, що робить його малопотужним, а головне, дуже сприйнятливим до впливу завад-наводок. Також слід відмітити відносно невисоку стабільність крутості характеристики в зв'язку зі змінною геометричних розмірів ЄП при дії температури, а діелектричної проникненості — при дії вологості. Значний вплив паразитних ємностей, зокрема ємності екранованого проводу (екранування обов'язкове в зв'язку з великим впливом завад-наводок), який з'єднує ЄП із іншими елементами схеми. Такі ЄП мають необхідність роботи на порівняно високій частоті (від одиниць кілогерц і вище), яка змушує застосовувати спеціальне джерело живлення ЄП, стабілізоване за напругою й частотою. Для зняття сигналу з ЄП потрібно мати високочутливий вторинний перетворювач з великим входним опором.

Практично ЄП — це конденсатор змінної ємності, керований вхідною величиною (звичайно переміщенням).

Ємність будь-якого конденсатора у фарадах залежить від трьох основних параметрів: площи  $S$ , відстані  $\delta$  між пластинами і діелектричної проникності середовища  $\epsilon$  між пластинами конденсатора.

$$C = \epsilon * S / \delta.$$

Із наведеної формулі бачимо, що зміни ємності можна досягти, змінивши значення однієї з величин  $\epsilon$ ,  $S$  або  $\delta$ .

Як правило, використовують мостову або резонансну схему включення ЄП.

Науковий керівник: д.т.н., проф. Безвесільна О.М.

УДК 621.317

Ховрічев І.В., студент, Безвесільна О.М., д.т.н., професор  
Національний технічний університет України  
Київський політехнічний інститут, м. Київ, Україна  
**Загальний огляд ємнісного акселерометра**

Акселерометри - датчики лінійних прискорень, призначені для вимірювання прискорення рухомого об'єкту і перетворення прискорення в електричний сигнал.

Акселерометр має велику область застосування: в приладобудуванні, в машинобудуванні, аерокосмічній галузі.

Актуальним є створення нових видів акселерометрів з оптимальним відношенням ціни та якості.

В останні роки технологічний рівень мікромеханічних акселерометрів значно зрос: нові компоненти, підвищення загального рівня інтеграції, поліпшенням характеристик із додаванням нових функцій. Нові інтегральні акселерометри, як правило, створюються на одному кристалі. Це означає розміщення на одному кристалі як сенсорних елементів, так і пристройів перетворення. Останнім часом найбільш точними, досконалими, технологічними є мікромеханічні акселерометри або МЕМС-акселерометри. В основу останніх покладено ємнісний акселерометр.

Ємнісні акселерометри отримали широке поширення, завдяки їх високим чутливості та точності вимірювань, стабільноті вимірювання, низькій температурній чутливості, малому споживані потужності, низькими шумовими властивостями, низькій ціні. Проте ємнісні акселерометри мають чутливість до забруднень і присутності поблизу пластинок різних матеріалів, чутливість до впливу “паразитних” ємностей мереж, малу вихідну потужність.

Конструкція акселерометра містить дві або більше пластин, одні з яких нерухомо закріплені, інші є рухомими. При дії прискорення переміщується рухома пластина EA, що призводить до зміни ємності конденсатора і, відповідно, вихідної напруги.

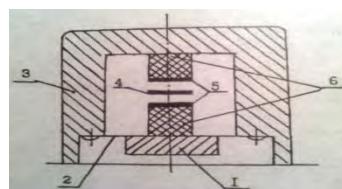


Рис.1 Ємнісний акселерометр

На рисунку показаний ємнісний акселерометр, до складу якого входять: 1 – маска, 2 – мембрана, 3 - корпус, 4 – рухома обкладинка, 5 – нерухомі обкладинки, 6 – діелектрик

УДК 681.2.084

Фурт О.С., студент

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"

## Застосування тензокалібраторів в метрологічному забезпеченні вимірювання деформацій

В даний час найчастіше для експериментальних дослідження міцності складних конструкцій використовуються тензорезисторні перетворювачі. Для зменшення впливів з'єднувальних проводів і забезпечення підвищення точності перетворення, застосовуються спеціальні схеми включення тензорезисторів. Загальна схема перетворення сигналів складається з тензорезисторів, калібраторів і зовнішньої електронної апаратури. Нами розглядається апаратура для вимірювання ( $\Delta R/R$ ) сигналів тензорезисторів.

Діапазон зміни опору тензорезистора не перевищує кількох десятих відсотка і менше опору проводів, що з'єднують датчик з вимірювальною апаратурою. Вимірювання деформації за допомогою тензорезистивних перетворювачів - одне з найскладніших вимірювань. Складність визначається малим діапазоном зміни опору під впливом деформації.

Сучасний стан тензокалібраторів розглядається на прикладі трьох приладів. А саме: 1550A Vishay, BN100A HBM і K3607 HBM.

Калібратор 1550A Vishay застосовується для імітації вихідних сигналів чверть мостових, півмостових і повномостових тензодатчиків опором 120 Ом в діапазоні деформацій  $\pm 99900$  мкм/м з кроком 100 мкм/м. Застосування цих резисторів забезпечує рівень точності 0,025% при перетворенні вихідних сигналів  $\pm 49,95$  мВ/В з кроком 0,05 мВ/В.

Калібратор BN100A HBM слугує для імітації з високою точністю вихідних сигналів повномостових тензодатчиків опором 350 Ом. Регульований калібрувальний сигнал з трьома піддіапазонами від -100 мВ/В до +100 мВ/В з кроком 0,1 мВ/В, клас точності 0,0005.

Калібратор K3607 HBM призначений для імітації 30 калібровальних сигналів повномостових тензодатчиків опором 350 Ом в діапазоні 0,05 мВ/В - 10 мВ/В. З'єднання за схемою "зірка" забезпечує абсолютну стабільність нульової точки. Калібратор використовується для вагової електроніки і має клас точності 0,025.

Дані тензокалібратори мають великі габарити і масу, в них збиткова кількість точок зміни опорів. Нами пропонується використати, для інтегрованого в корпус приладу, калібратор одного зразкового опору, який включений в ланцюг опорного живлення. Еталонні сигнали на опорі імітуються зразковим індуктивним дільником на змінному струмі. Аналіз функції похибок від кількості еталонних точок показує достатність 4-х та 5-ти точок для забезпечення відносних похибок  $\delta=0,02\%$  та  $\delta=0,01\%$  перетворення сигналів тензорезисторів.

Науковий керівник: Зайцев В. М., старший викладач

УДК 621.317

*Горбачов А. А., студент*

*Національний технічний університет України  
Київський політехнічний інститут, м. Київ, Україна*

### **Зварювання нанопроводів світлом**

Нову технологію планується застосовувати в областях, де необхідно отримати дуже тонку мережу контактів чи електродів із вихідного матеріалу, який псується при найменшому дотику або нагріванні.

Було розроблено новий спосіб зварювання металевих нанопроводів. Ця технологія доступна завдяки властивостям квазічастинок, що виникають в електронному газі в момент, коли на метал діє світлова хвиля. При хаотичному положенні нанопроводів найбільш сильні хвилі квазічастинок (плазмонів) виникають в тих місцях, де вони потрібні. Верхній провід виступає в ролі антени, що направляє хвилю до нижнього провода, до місця контакту (рис. 1).

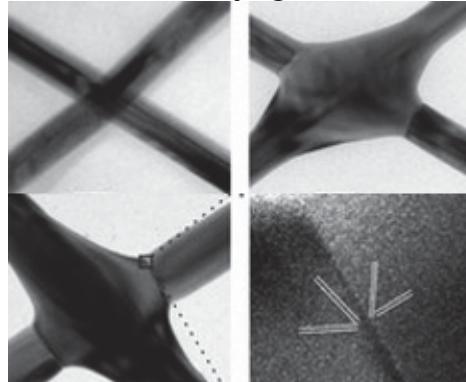


Рис. 1 – Вузли перетину проводів

Зварювання продовжується до тих пір, поки проводи не з'єднаються один з одним. Після цього зварювання припиняється самостійно.

Даний метод також дозволяє кріпити нанопровідки до підкладки.

*Наук. керівник: Безвесільна О.М., професор, д.т.н.*

УДК 621.311.2

Гераїмчук М.Д., професор, д.т.н., зав.каф., Кравченко С.С.,

Шувалов Р.В., студенти

Національний технічний університет України "Київський політехнічний  
інститут"

### Зменшення впливу вітряних установок перетворення енергії вітру в електрику на зовнішнє середовище

Сучасна економіка України характеризується низькою ефективністю використання енергетичних джерел, недостатністю модернізації енергоустановок і впровадження енергозберігаючих технологій, а також використання нетрадиційних технологій. Однак, незважаючи на те, що Україна має значний потенціал для розвитку відновлюваних джерел енергії, частка їх у балансі країни становить близько 1 %.

Одним із перспективних напрямків розвитку відновлюваних джерел енергії є вітрова енергетика. Вітрова енергетика належить до найбільш відомих і давніх видів енергії. У районах з інтенсивним рухом повітря її використання дає можливість забезпечити електричною енергією невеликі райони. Європа до 2020 року планує збільшити використання вітрової енергетики до 14–18 % в загальному балансі споживаної електричної енергії. Стимулювання розвитку вітрової енергетики пов’язано з їхніми недоліками. До недоліків систем використання вітрової енергії відносять її порівняно високу ціну, а також великі шуми і вібрації, які виникають під час роботи вітрових установок, що впливає на зовнішнє середовище, його забруднює, представляє небезпеку для птиць. Для зменшення розглянутих недоліків, особливо зменшення шумового забруднення, в даній роботі пропонуються нові технічні рішення. Запропоноване технічне рішення на відміну від вітряків не має відкритих гвинтів і характеризується підвищеним ККД. Проблема високої собівартості планується вирішити шляхом використання недорогих матеріалів. Для компенсації вихідної енергії (при зменшенні розмірів) пропонується використовувати додаткові системи магнітної взаємодії. Очікується, що запропоновані рішення допоможуть країні стати більш незалежною, здешевити електроенергію. Планується можливість використання генератора у дачних будиночках та у промисловому виробництві.

**Ключові слова:** перетворювачі енергії, вітрова енергетика, перетворювачі кінетичної енергії вітру в електричну

УДК681.121

Мищеряков В. Ю., студент

Національний Техніческий Університет України  
«Київський Політехнічний Інститут», г. Київ, Україна

## Математическая модель турбинного расходомера

Одним из видов современного и отвечающего требованиям надежности оборудования для учета нефтепродуктов являются турбинные счетчики. Их неоспоримым достоинством является то, что, несмотря на сравнительную простоту исполнения, они могут обеспечивать высокую степень точности измерений. Кроме того, современные производители по требованию заказчика могут обеспечить нижний предел рабочей температуры измеряемой среды таких счетчиков  $-50^{\circ}\text{C}$  и ниже.

Принцип работы турбинных счетчиков заключается в том, что скорость вращения чувствительного элемента турбинного преобразователя расхода бесконтактно преобразуется в электрический сигнал с частотой, пропорциональной скорости вращения и, соответственно, объемному расходу измеряемого потока [1].

Основной характеристикой, описывающей работу турбинных преобразователей расхода, является дифференциальное уравнение вращательного движения чувствительного элемента:

$$J \frac{d\omega}{dt} = M_d - \sum M_c ;$$

где  $J$  – момент инерции чувствительного элемента с учетом присоединенной массы потока;

$\omega$  – угловая скорость вращения чувствительного элемента;

$M_d$  – движущий момент потока измеряемой среды;

$\Sigma M_c$  – сумма моментов сопротивления.

Решением уравнения относительно  $\omega$  является характеристика преобразования, которую в общем виде можно записать так:

$$\omega = f(x_1, \dots, x_n; y_1, \dots, y_m);$$

где  $x_1, \dots, x_n$  — геометрические характеристики турбинного преобразователя;

$y_1, \dots, y_m$  — свойства измеряемой среды.

**Ключевые слова:** турбинный расходомер, математическая модель.

### Литература:

- Под. ред. Кремлевского П.П. Расходомеры и счетчики количества. М.: Машиностроение, 2004. – 409 с., ил.

*Научный руководитель: Писарець А. В., к.т.н., доцент*

УДК 621.311.2

Гераїмчук М.Д., професор, д.т.н., зав.каф., Шевченко Д.В., студент

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

## Мемс перетворювачі механічних коливань і вібрацій в електричну енергію

Найбільш поширені методи перетворення механічних коливань на електричну енергію базуються на використанні п'єзоелектричних, електромагнітних і електростатичних (ємнісних) перетворювачів. Серед даних перетворювачів, незважаючи на окремі недоліки: вплив температури, деполяризація електродів, наявність механічних обмежувачів руху чутливого елемента, найбільш часто використовують п'єзоелектричні. Вони характеризуються високим вихідним сигналом від 2 до 10 В, відсутністю додаткових джерел напруги і можливістю використовувати при виготовленні МЕМС технологій. Принцип дії п'єзоелектричних перетворювачів механічної енергії на електричну оснований на виникненні на електродах п'єзоелемента електричного сигналу внаслідок його деформації під дією на нього зовнішніх сил. П'єзоперетворювачі виготовляються із цирконат-титанату свинцю (ЦТС), титанат вісмуту й інших матеріалів. Ці мікроперетворювачі і побудовані на них системи можуть використовуватись для живлення різних об'єктів. Наприклад, для освітлення дороги вночі, магазинів, у метро. Так, подібна система використовується для живлення ескалатора в метро в Гонконгу. Для перетворення енергії руху пішоходів в основному використовують п'єзоелектричні перетворювачі. Цікавим є перетворення руху молоді на танцювальних майданах в електричну енергію. У Греції організовано перший нічний еко-клуб, у якому використовується енергія руху танцівників як джерело електричної енергії. Ця система дає змогу забезпечити 60 % необхідної електричної енергії. Представляє інтерес також використання нано- і мікротехнологій при розробленні перетворювачів механічної енергії на електричну. Фірма Innowattech розробила систему, яка перетворює рух транспорту на електроенергію. Для цього фірма використовує нові п'єзоматеріали, які перетворюють енергію вібрацій і тиску транспорту на електричну. Для отримання електричної енергії п'єзоперетворювачі встановлювались в асфальтове дорожнє покриття. Дослідження п'єзоелектричної технології і перетворювачів, які вмонтовувались в бітум, показали, що 500 вантажівок, які проходять 1 км дороги зі швидкістю 72 км/год, дають змогу отримувати 200 кВт/час, що достатньо для електрифікації 300 родин. За даними фірм, з 1 км даної дороги, яка обладнана подібною системою, при русі 600 автомобілів за годину, можна отримувати до 500 кВт за годину електричної енергії. Цієї енергії достатньо для живлення 600–800 житлових будинків.

**Ключові слова:** МЕМС перетворювачі енергії, п'єзо-електричні перетворювачі, плівкові перетворювачі енергії.

УДК 681.121

Журба В.Л., Коваленко В.А.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

**Мінімізація впливу магнітного поля на вимірювальний  
перетворювач витрати**

Точність обліку енергетичних ресурсів залежить від багатьох факторів: геометричної досконалості форми чутливих елементів (ЧЕ) вимірювальних перетворювачів витрати (ВПВ), встановлення лічильників згідно технічних вимог до їх експлуатації, мінімізації впливу зовнішніх чинників на витратомір та ін.

При експлуатації ВПВ в житлово-комунальному господарстві гостро стоїть проблема мінімізації несанкціонованого впливу на роботу засобів вимірювання витрати паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) та води в тому числі від дії зовнішнього магнітного поля. Особливо це стосується засобів виміру, в конструкції яких, передача вихідної вимірювальної інформації здійснюється завдяки системи магнітного валу, яка надзвичайно чутлива до магнітного поля високої інтенсивності. В наслідок чого, втрачається слухність виміру кількості ПЕР з низькою відповідністю реальним результатам. -

Вирішення проблеми точного вимірювання можливе шляхом екранування елементів конструкції приладу, використанням релейно силової дії та сигнално-інформаційно попереджувального захисту.

Для вирішення даної проблеми запропоновано релейну схему, яка передбачає разом з лічильником встановлювати клапан-запобіжник, що регулює проходження природного газу по магістралі в районі лічильника.

Принцип дії даних клапанів полягає в тому, що в їх конструкції є металева кулька, яка під дією магнітного поля переміщується в напряму її дії. В цей час пластинка опускається, чим повністю або частково перекриває подачу вимірюваного середовища по трубопроводу до споживача. За допомогою цього конструктивного рішення можна мінімізувати зовнішній вплив магнітного поля на витратомір .

Даний клапан-запобіжник має невеликі габаритні розміри та монтується разом з лічильником. Він може використовуватись для вимірювання як сталих так і змінних потоків ПЕР та води і конструктивно є одним цілим з ВПВ. Також особливістю даної системи є те, що відновити подачу води чи газу зможе тільки працівник відповідної організації.

**Ключові слова:** магнітне поле, енергетичні ресурси, вимірювальний перетворювач витрати.

*Науковий керівник Коробко І.В., к.т.н., доцент*

УДК 621.317

Коротченко Н.П., студентка, Безвесільна О.М., д.т.н., професор

Національний технічний університет України

Київський політехнічний інститут, м.Київ, Україна

### Опис експериментальної установки

Експериментальна установка для градуування оптичного акселерометра (ОА) представлена на (рис.1).

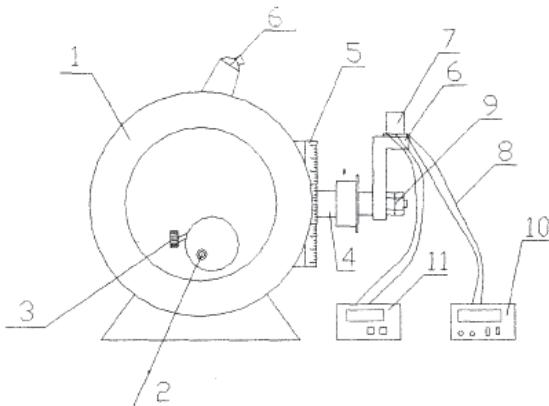


Рис. 1. Експериментальна установка для градуування оптичного акселерометра

На рис. 1 позначено:

1 - корпус; 2 - поворотна ручка (для грубого регулювання); 3 - поворотна ручка (для точного регулювання); 4 - вал; 5 - відлікова шкала; 6 - кронштейн; 8 - приєднувальні проводи; 9 - прижимні гайки; 10 - вольтметр; 11 - джерело живлення.

Градуування ОА відбувається при нахилі його відносно положення рівноваги на деякий кут. Градуування приладу відбувається за допомогою поворотної ручки 2 експериментальної установки (рис. 1). При цьому повертається вал 4, кронштейн 6, а також закріплений на кронштейні ОА 7. ОА живиться напругою 12В від джерела живлення 11.

Наук. керівник: Безвесільна О.М., професор, д.т.н.

УДК 621.317

Горбачов А. А., студент, Безвесільна О.М., д.т.н., професор

Національний технічний університет України

Київський політехнічний інститут, м.Київ, Україна

## Опис установки для дослідження та градуювання ємнісного акселерометра

Принципова схема установки для дослідження ємнісного акселерометра (ЕА) представлена на (рис.1).

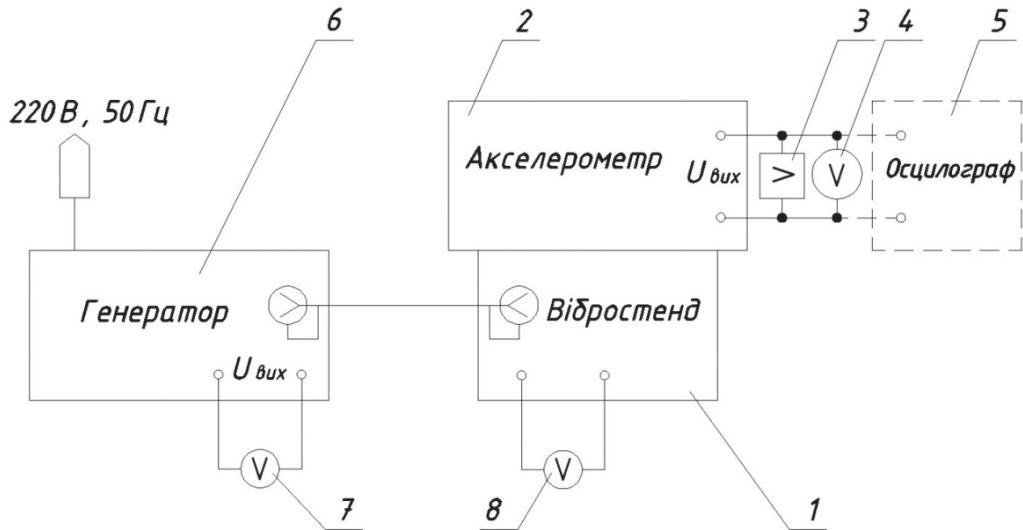


Рис. 1 - Принципова схема дослідної установки

На рис. 1 зображене вібростенд 1, на якому розташовано ємнісний акселерометр 2. Вихідний сигнал акселерометра подається на підсилювач 3, та реєструється за допомогою паралельно підключених вольтметра 4 та осцилографа 5. Вібростенд (генератор механічних коливань ГМК-1) соленоїдного типу здійснює коливання з заданою частотою та передається на жорстко закріплений на ньому акселерометр. До генератора 6, який живить вібростенд та до самого вібростенда підключено вольтметри 7 та 8 для реєстрації напруги.

Наук. керівник: Безвесільна О.М., професор, д.т.н.

УДК521.317

Петров Р.П., студент, Безвесильная Е.Н., д.т.н., проф.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» г. Київ, Україна

## Основные разновидности материалов наносенсоров

Наносенсор, чувствительный элемент которого имел покрытие из многослойных углеродных нанотрубок, обработанных посредством кислородной плазмы и полианилина, был разработан для определения аммиака. В результате указанной обработки на поверхности углеродных нанотрубок были образованы окислительные функциональные группы. В отличие от устройства с чувствительным элементом, содержавшим покрытие с необработанными углеродными нанотрубками, чувствительность измерений наносенсора была в три раза выше. Выходной сигнал устройства линейно зависел от концентрации аммиака в диапазоне (0-0,01%). Более того, наличие в составе композиционного материала покрытия полианилина приводило к повышению селективности измерений в присутствии паров воды.

Для определения аммиака при нормальной температуре был изготовлен наносенсор, чувствительный элемент которого имел тонкослойное покрытие из однослойных углеродных нанотрубок и полипиррола. Воздействие аммиака с концентрацией  $1*10^{-3}$ % вызывало изменение выходного сигнала устройства на 26%, а с концентрацией 0,08% - на 27,6%. Время установления показаний равнялось 22 с, а возврата показаний к начальной величине - 38 с. Чувствительность измерений зависела от толщины покрытия чувствительного элемента, а также содержания в нем углеродных нанотрубок.

Наносенсор с чувствительным элементом, содержавшим покрытие из однослойных углеродных нанотрубок и поли-*t*-аминобензолсульфоновой кислоты, был создан для определения аммиака и диоксида азота в воздухе. В устройстве использовался кондуктометрический измерительный преобразователь. При нормальной температуре наносенсор характеризовался высокой чувствительностью измерений, названных химических соединений, коротким временем установления показаний и возврата их к начальному значению. Предел обнаружения аммиака соответствовал концентрации  $1*10^{-5}$ %, а диоксида азота -  $2*10^{-6}$ %. Наряду с этим, на результаты измерений влияла и относительная влажность воздуха.

Науч. руководитель: Безвесильная Е.Н., д.т.н., проф.

УДК521.317

*Петров Р.П., студент, Безвесильная Е.Н., д.т.н., проф.*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут» г. Київ, Україна*

### **Чувствительный элемент наносенсора**

Наносенсор, чувствительный элемент которого имел покрытие из многослойных углеродных нанотрубок, обработанных с помощью плазмы, а также полиимида, был предложен для определения относительной влажности газообразной среды. В состав устройства входил кондуктометрический измерительный преобразователь. Электрическое сопротивление чувствительного элемента линейно возрастало с увеличением влажности анализируемой среды.

Наносенсор с чувствительным элементом, содержавшим покрытие из многослойных углеродных нанотрубок и полиэтиленимина, был применен для определения паров летучих органических соединений. Устройство было оснащено измерительным преобразователем поверхностных акустических волн вида «линия задержки». В качестве пьезоэлектрического материала использовался кварц. Резонансная частота акустических волн составляла 69,4 МГц. По сравнению с наносенсором, чувствительный элемент которого имел покрытие только из полиэтиленимина, чувствительность измерений была выше более чем в два раза (11,9 кГц/% вместо 5,1 кГц/%), а время установления показаний - меньше в 6 раз.

Наносенсоры с чувствительными элементами, содержавшими тонкослойное покрытие из многослойных углеродных нанотрубок с модифицированной поверхностью и полиметилметакрилата, были разработаны для определения паров дихлорметана, хлороформа, ацетона, метанола, этилацетата, толуола и гексана. В устройствах использовались кондуктометрические измерительные преобразователи. Принцип действия наносенсоров основывался на объемном расширении («набухании») покрытия чувствительного элемента при полярном взаимодействии с парами органических соединений. Устройства обладали непродолжительным временем установления показаний и высокой чувствительностью измерений. Так, контакт с парами дихлорметана, хлороформа и ацетона сопровождался повышением электрического сопротивления их чувствительных элементов в 100-110 раз.

*Науч. руководитель: Безвесильная Е.Н., д.т.н., проф.*

УДК 621.77

Шевчук П.Т., студент.

Національний техніческий університет України  
«Київський політехнічний інститут», г. Київ, Україна

## Особливості побудови ЧЕ мікромеханічних акселерометр

Мікромеханічний акселерометр (ММА) широко застосовуються в автомобілебудуванні, авіації, космічних апаратах. Виготовляються MMA за трьома типами: п'єзоплівочні, об'ємні та поверхневі. П'єзоплівочні виготовляє компанія Atochem Sensors (USA), датчики моделі ACH - 01. Прикладом об'ємного датчика може служити NAC - 201/3 компанії Lucas Nova Sensor (USA). Компанія Analog Device (USA) виготовляє сімейство поверхневих акселерометрів ADXLxxx, саме вони знайшли більш широке застосування в промисловості.

ЧЕ акселерометрів ділиться на осьові і маятникові. Конструкція ЧЕ акселерометрів маятникового типу компанії Analog Device. Маятник асиметрично підвішений на двох пружніх балках. Принцип дії ЧЕ заснований на несиметричному підвісі рухомої рамки, завдяки чому здійснюється реєстрація сили прискорення, спрямованої перпендикулярно площині ЧЕ. Конструкція ЧЕ MMA характеризується наступними значеннями параметрів: розмір прапорця акселерометра  $5 \times 3$  мм; зазор між флагком і ємнісним датчиком дорівнює  $9,5 \pm 1$  мкм; ЧЕ має чотири симетричних упора по кутах маятника висотою  $10 \pm 1$  мкм; розрахункова жорсткість пружніх перемичок маятника забезпечує торкання упорів при дії лінійного прискорення величиною 2 g; датчик витримує удар величиной до 125 g. Чіп розміщається в герметичному стандартному металосклянному корпусі. Зниження тиску в корпусі дозволяє зменшити вплив газового демпфірування на чутливий елемент і добитися необхідних частотних властивостей мікроакселерометра.

В деякі моделі акселерометрів компанії Analog Device розробники ввели негативний зворотний зв'язок до положення маси датчиків, щоб зменшити вплив температури навколошнього середовища, знизити нелінійність переходної характеристики акселерометра. Для цього напруга з виходу передпідсилювача подається на рухливі обкладки датчика. Ця напруга створює електростатичні сили між рухомою і нерухомою обкладками, які прагнуть встановити масу в початковий стан. Для того щоб знизити вимоги до стабільноті джерела живлення і зробити можливим живлення акселерометрів прямо відбатарей, їх вихідну напругу роблять пропорційною добутку прискорення на напругу живлення. Конструкція і рівень технології виробництва цих мікросхем дозволяє отримати масу інерційного грузика - 0,1 мкг; ємність кожної частини диференціального конденсатора - 0,1 пФ; мінімальне виявлення відхилення ємності - 10-18 Ф; відстань між обкладинками конденсатора - 1,3 мкм; мінімальне виявлення відхилення рухливих обкладок конденсатора - 0,2 ангстріма.

Наук.керівник: Дубінець В.І., доцент, к.т.н

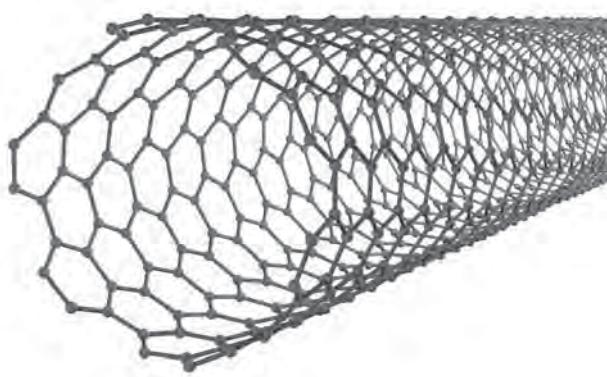
УДК 521.317

*Горовенко А.О, студент, Безвесільна О.М., д.т.н., проф..*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут»*

## **Отримання нанотрубок**



Найбільший широкий метод одержання вуглецевих нанотрубок використовую термічне розщеплення графітового електроду в плазмі дугового розряду, що горить в атмосфері.

Цей метод, який лежить також в основі найбільш ефективної технології виробництва фулеренів, дозволяє отримати нанотрубки в кількості, достатній для дослідження їх фізико-механічних властивостей. У дуговому розряді постійного струму з графітовими електродами при напрузі 15-20 В, струмі в кілька десятків ампер, між електродами відстані в декілька міліметрів відбувається інтенсивне термічне розщеплення матеріалу анода. Продукти розпилення містять, поряд з частинками графіту, також деяку кількість фулеренів, що осідають на стінках охолодженої розрядної камери, а також на поверхні катода, більше холодного, у порівнянні з анодом.

Розглядаючи цей катодний осад за допомогою електронного мікроскопа виявили, що в ньому містяться протяжні циліндричні трубки довжиною понад мікрона і діаметром у кілька нанометрів, поверхня яких освічена графітовими шарами. Трубки мають куполоподібні наконечники, що містять, подібно до фулеренів, шести і п'ятикутники.

*Наук.керівник: Безвесільна О.М., професор, д.т.н.*

УДК 621.317

Пономаренко В.В., студент, Безвесільна О.М., д.т.н., проф..

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» ,м. Київ, Україна

## Перетворення сигналів при вимірюванні витрати біопалива термоанемометричним витратоміром

У відомій літературі по витратомірам відсутні пояснення фізичних основ перетворення сигналів при вимірюванні витрати термоанемометричним витратоміром (ТАВ). Відсутня навіть формула для вимірювання витрат. Тому задача даної роботи – викласти фізичні основи перетворень сигналів при вимірюванні витрати і отримати формулу для вимірювання витрати біопалива.

Принцип дії ТАВ полягає у наступному. Якщо термоелектричний перетворювач розмістити у потоці біопалива, то рівняння теплового балансу можна записати у вигляді

$$I^2 R_2 = \alpha S(T_2 - T_1),$$

де  $I$  – електричний струм;

$R_1$ ,  $R_2$  - опір термоперетворювача при початковій температурі  $T_1$  та температурі  $T_2$  у процесі вимірювань;

$\alpha$  – коефіцієнт тепловіддачі;

Коефіцієнт тепловіддачі  $\alpha$  є функцією швидкості потоку біопалива. Таким чином, температура  $T_2$  біопалива при вимірюваннях, за умов, коли не змінюється початкова температура  $T_1$  та підведена до перетворювача потужність  $I^2 R_2$ , є функцією швидкості  $V$  біопалива:  $T_2 = f(V)$ .

Чутливий елемент нагрівається протікаючим по ньому електричним струмом  $I$  до температури (залежно від матеріалу термоперетворювача та умов використання ТАВ).

Одночасно він охолоджується потоком біопалива. Можливі декілька варіантів побудови схеми вимірювань ТАВ.

Якщо підтримувати постійною температуру термоперетворювача  $T_2$ , змінюючи силу струму  $I$ , то функцією швидкості  $V$  біопалива буде сила струму:

$$I = f(V).$$

У якості чутливого елемента термоанемометра можливо використати тепловий перетворювач будь-якого типу

- термопари;
- терморезистори;
- термістори;
- позистори та критезистори.

Наук. керівник: Безвесільна О.М., професор, д.т.н.

**УДК681.1**

*Єжов Д. Ю., студент, Журба В. Л., студент*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут», м.Київ, Україна*

**Перспективи систем енергозабезпечення України**

Обмеженість енергетичних ресурсів на планеті змушують замислитися над їх економним використанням та точним обліком для моніторингу їх кількості. Проблема реєстрації витрати вирішується якісними лічильниками, яких на ринку достатньо, як відчизняних так і закордонного виробництва. В Україні гостро стоять проблема з магістралями доставки енергоносіїв, наприклад тепломагістралей в аварійному стані навіть в Києві 47%. Перспектива екстенсивного розвитку енергоспоживання не доцільна, потрібно скорочувати витрати енергоресурсів та використовувати відновлювані джерела енергетики.

Подальший розвиток української системи енергозабезпечення полягає в трансформації існуючих енергомереж. На інтенсивний розвиток економіки безпосередньо впливає енергетична незалежність та повноцінна робота енергетичної інфраструктури країни.

Вартість енергоресурсів зростає з кожним днем і тенденції зниження не передбачається. Тому існує два варіанта розвитку енергозабезпечення країни у майбутньому:

- модернізація існуючих енергосистем – централізованих мереж енергозабезпечення, що процюють на вуглицевому паливі;
- впровадження концепції нової енергетики, яка буде заснована на відновлювальних джерелах енергії та децентралізованої інтелектуальної архітектури міської інфраструктури.

Сучасні технічні рішення побудовані на “розумних” мережах, спираються на новітні розробки. Відніповідно до нової концепції споживачі енергії одночасно можуть бути і її виробниками, як у Данії яка робить ставку на відновлювані джерела енергії. Лише використання енергозберігаючих ламп, а не ламп розжарювання, які вже заборонені в європейських країнах, дасть змогу зекономити на освітленні близько 40% коштів, ще більше ефективності дає використання ламп з вмонтованим датчиком руху, наприклад в під'їзді близько 80% часу лампи освітлюють пусті приміщення.

*Науковий керівник: Гераїмчук М.Д., д.т.н., професор*

УДК 621.317

Пономаренко В.В., студент, Безвесільна О.М., д.т.н., проф..

Національний технічний університет України «КПІ»

## Перспективні нанотехнології

Нанотехнології – це технології, що оперують величинами, порядку нанометра. Це мізерно мала величина, співмірна з розмірами атомів. На частку США нині припадає приблизно третина всіх світових інвестицій у нанотехнології. Інші головні гравці на цьому полі – Європейський Союз (приблизно 15%) і Японія (20%). Дослідження в цій сфері активно ведуться також у країнах колишнього СРСР, Австралії, Канаді, Китаї, Південній Кореї, Ізраїлі, Сінгапурі і Тайвані. Якщо в 2000 році сумарні витрати країн світу на подібні дослідження становили приблизно \$ 800 млн., то у 2001 році вони збільшилися вдвічі. На думку експертів, щоб нанотехнології стали реальністю, щорічно необхідно витрачати не менше \$ 1 трлн.

За прогнозами Національної Ініціативи в Області Нанотехнологій США розвиток нанотехнологій через 10-15 років дозволить створити нову галузь економіки з обігом у \$ 15 млрд. і приблизно 2 млн. робочих місць. Ряд нанотехнологій використовується на практиці – приміром, при виготовленні цифрових відеодисків (DVD).

У галузі медицини можливе створення роботів-лікарів, які здатні “жити” всередині людського організму, усуваючи всі виникаючі ушкодження, або запобігаючи їх виникненню. Теоретично нанотехнології здатні забезпечити людині фізичне бессмертя, за рахунок того, що наномедицина зможе нескінченно регенерувати відмираючі клітини. За прогнозами журналу *Scientific American* вже в найближчому майбутньому з’являться медичні пристрої, розміром з поштову марку. Їх досить буде накласти на рану. Це пристрій самостійно проведе аналіз крові, визначить, які медикаменти необхідно використовувати і впорсне їх у кров.

Очікується, що вже в 2025 році з’являться перші роботи, створені на основі нанотехнологій. Теоретично можливо, що вони будуть здатні конструювати з готових атомів будь-який предмет. Нанотехнології спроможні зробити революцію в сільському господарстві. Молекулярні роботи здатні будуть створювати їжу, замінивши сільськогосподарські рослини і тварин. Приміром, теоретично можливо виробляти молоко прямо з трави, минаючи проміжну ланку - корову. Нанотехнології здатні також стабілізувати екологічну обстановку. Нові види промисловості не вироблятимуть відходів, що отруюють планету, а нанороботи зможуть знищувати наслідки старих забруднень.

Наук. керівник: Безвесільна О.М., професор, д.т.н.

УДК 621.311.61

Єжов Д. Ю.,*студент*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»*

### **Портативна електрична станція для екстремального спорту**

Великі масогабаритні показники та відносно мала ємність акумуляторних батарей створює багато незручностей у активному спорті, такому як спортивний та гірський туризм, рафтинг, сплав по річкам, коли необхідно користуватись електронними пристроями. Відсутність заряду камери або фотоапарату не несе в собі ніякої незручності, окрім моральної, тоді як розряджений навігатор або супутниковий телефон загрожує розірваним звязком в екстремальній ситуації.

Рішенням такої проблеми могла би стати портативна електрична станція. Але головна проблема в активному спорту – це вага. Чим менша вага спорядження, тим краще. Бензинові та дизельні генератори - важкі, потребують носити з собою пальне, а їх ККД всього 25-35%. Генератори підводного типу нормально працюють тільки в швидких річках і актуальні лише для рафтингу.

Оптимальним рішенням, на мою думку, може бути мініатюрний турбінний паровий генератор. Він не залежить від пального, характеру течії, орієнтовна вага лише 3-5 кг, що до трьох разів менше ніж бензиновий, а потужність при 1500 об/хв близько 150-200 Вт. Принцип дії заснований на розкручуванні лопатей турбінки паром, який в свою чергу нагрівається в пароутворюючій ємності від вогнища та безпосередньо подається до турбіни. Після відпрацювання пар охолоджується до рідкого стану у трубці охолодження, що занурена у водойму, та знову подається у пароутворючу ємність. Вода з системи може зливатися, для зменшення ваги при перевезенні.

Слід зазначити, що воду, перед наповненням системи, необхідно відфільтрувати, інакше великі домішки можуть пошкодити внутрішнє покриття та лопаті турбінки. Трубки між секціями повинні бути достатньо гнучкими та термостійкими.

Як бачимо, мініатюрний турбінний паровий генератор є оптимальним варіантом електrozабезпечення в активних видах спорту.

*Науковий керівник:Гришанова І. А., к.т.н., доцент*

УДК 681.586.773

Цимбал Н.В., студентка,

Національний технічний університет України «КПІ»,

## Практические применения пьезорезонансных датчиков температуры

Многолетний опыт разработки и применения кварцевых термодатчиков дает возможность просуммировать наиболее существенные особенности этих приборов и выявить рациональные области их применения.

1. Кварцевые термодатчики - преобразователи обладают повышенной точностью измерений температуры в диапазоне от -250 до +250°. По точности, воспроизводимости, стабильности и разрешающей способности они превосходят платиновые, термисторные и термопарные преобразователи температуры.

2. Частотный выходной сигнал практически сводит к нулю погрешности от влияния линий связи датчика с устройством обработки информации и обеспечивает высокую точность измерений в условиях действия промышленных электромагнитных помех.

3. Измерительная аппаратура на основе кварцевых термодатчиков удобна в эксплуатации, полностью автоматизирована. Аппаратурными средствами успешно решены проблемы взаимозаменяемости датчиков.

4. Преимущества кварцевой термометрии проявляются при измерениях постоянных и медленно меняющихся температур. В области контроля процессов с временем установления не более нескольких секунд применения кварцевой термометрии следует считать мало оправданным из-за значительной тепловой инерционности.

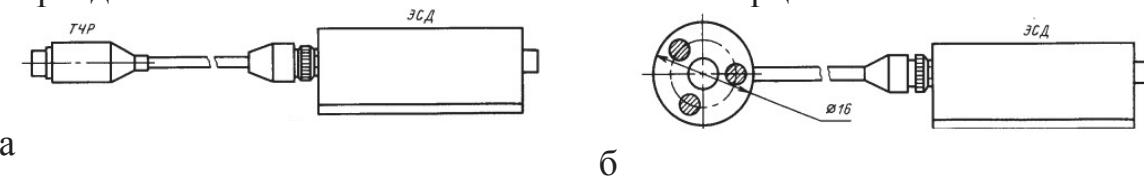


Рис. 1.

Отечественные датчики типа ПТКИ-01,02,03 (рис.1а) предназначены соответственно для контроля температуры воздуха, поверхностей и материалов. Датчики выполнены в виде двух узлов – термочувствительного резонатора и электронного преобразователя.

Преобразователь ПТКИ-02, используемый для контроля температуры поверхности, снабжен магнитным прихватом (рис.1б), обеспечивающим надежный тепловой контакт поверхностей ТЧР и измеряемого узла. Преобразователь ПТКИ-03 предназначен для контроля температуры материалов, устанавливается внутри контролируемого конструктивного элемента.

Научный руководитель: Киричук Ю.В, к-т техн. наук, доцент

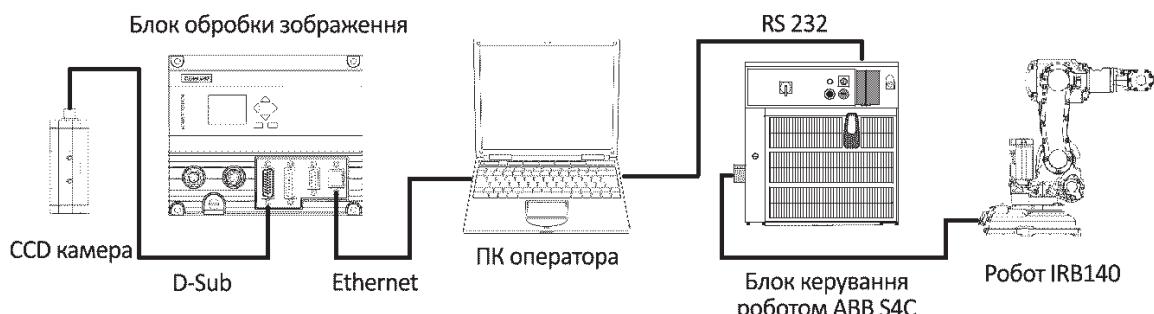
УДК 004.896-02

Дяченко В.П., студент; Безвесільна О.М., д.т.н., професор  
Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”  
**Роботизована система маніпулювання деталями**

Вибірка окремих деталей з невпорядкованої купи є однією з класичних проблем робототехніки. Основними етапами роботи системи є розпізнавання деталей з отриманого зображення, визначення відносних координат та планування руху робота-маніпулятора.

Основною проблемою дослідження є безпомилкове розпізнавання об'єктів. На даний момент, більшість досліджень зосереджена на визначенні об'єктів із зображень, аналізуючи сукупність точок. Це потребує пристроїв з високою розподільною здатністю і значні обчислювальні потужності. В роботі запропоновано метод розпізнавання промислових деталей, оснований на апроксимації їх форм за допомогою комбінації примітивів, таких як циліндр, сфера, куб.

Створена система (*Рис. 1*) складається з камери, закріпленої над деталями, промислового робота та блоку обробки даних. Метод ідентифікації полягає у зберіганні шаблону деталі з одного або більше конкретних примітивів та подальшому порівняння його із поточним зображенням для виявлення співпадінь.



**Рис. 1.** Схема створеної роботизованої системи маніпулювання

Метою даної роботи є створення роботизованої системи для точного розпізнавання промислових деталей з відомими геометричними параметрами з невпорядкованої купи та їхнім подальшим маніпулюванням, а також дослідження впливу зовнішніх факторів на точність розпізнавання.

Наукова новизна та практична цінність роботи полягає у наступному:

- створено роботизовану систему маніпулювання деталями;
- застосовано новий метод ідентифікації об'єктів;
- досліджено залежність похиби розпізнавання від геометричної спорідненості об'єктів;

Науковий керівник: Безвесільна О.М., д.т.н., професор

УДК 681.2-2

*Писанецький М.О, студент*

*НТУУ «Київський політехнічний інститут»*

## **Стенд для градуування силовимірювального перетворювача**

Багатокомпонентні вимірювальні перетворювачі силової дії, які серійно виготовлялися в другій половині двадцятого століття, морально і технічно застаріли. Стандартне рішення при створенні таких вимірювачів - застосування декількох однокомпонентних тензорезисторних силовимірювальних перетворювачів з наступним аналоговим підсумовуванням їх вихідних сигналів на рівні повних або напівмостових ланцюгів. Поряд з такими недоліками як складність конструкції і градуування, низька надійність, такі проектні рішення мають обмеження по метрологічним характеристикам - істотна нелінійність перетворення і взаємна чутливість каналів.

Проаналізовано інформативні пружні конструкції у вигляді призматичних, циліндричних і трубчастих стержнів при навантаженні їх просторовою системою сил і моментів. Для побудови сучасних багатокомпонентних вимірювачів силових впливів пропонується використовувати монолітні пружні чутливі елементи з довільним розташуванням тензорезисторів, організації необхідної кількості цифрових каналів, цифрової обробки сигналів по кожному каналу і алгоритмічному підсумовуванню цифрових сигналів сукупних вимірювань для вибраної кількості компонентів силового впливу. Основним критерієм побудови системи рівнянь сукупних вимірювань є інваріантність показань по кожному з вимірюваних параметрів від інтенсивності силового впливу за іншими координатами.

Наведено приклад вирішення трьох основних завдань створення п'ятикомпонентного перетворювача - трьох ортогональних проекцій зусилля і двох проекцій моментних впливів на осі, що належать певній системі координат. При вирішенні завдання аналізу побудована невироджена система рівнянь, коефіцієнти якої визначаються при вирішенні задачі синтезу – ідентифікації.

В доповіді розглянуто стенд для градуування багатокомпонентного силовимірювального перетворювача. Задання силової дії реалізується гравітаційною дією на пружне тіло (еталонної маси заданої форми), яка орієнтується по відношенню до перетворювача при обертанні його в полі Землі.

*Зайцев В.М. ст.викладач*

УДК 621.317

Коротченко Н.П., студентка, Безвесільна О.М., д.т.н., професор

Національний технічний університет України

Київський політехнічний інститут, м. Київ, Україна

## Розрахунок кута відхилення інерційної маси оптичного акселерометра

Чутливий елемент оптичного акселерометра (ОА) має вид консольно закріплених волоконно-оптических балок, на яких розташована інерційна маса (рис.1).



Рис. 1. Чутливий елемент ОА

Переміщення інерційної маси буде описуватись наступним диференційним рівнянням пружної струни:

$$\frac{d^2w}{dx^2} = \frac{M(x)}{E \times I}.$$

Згинаючий момент  $M(x)$  у перетині  $x$  будемо розраховувати, як результат дії зовнішніх сил:

$$M(x) = -P \times x,$$

де  $P = m \times a$ .

Перший інтеграл від  $d^2w$  буде являти собою залежність кута відхилення балки від положення рівноваги від прискорення. Другий інтеграл – залежність величини лінійного відхилення інерційної маси від прискорення:

$$\theta(a) = \frac{mx(L + \frac{l}{2})^2 \times a}{2 \times E \times I},$$
$$w(a) = \frac{mx(L + \frac{l}{2})^2 \times a}{2 \times E \times I}.$$

У формулах:

$E = 7.75 \times 10^{10}$  Н/м<sup>2</sup> – Модуль Юнга для кварцу.

$J = \pi \cdot d^4 / 64$  – момент інерції циліндричної балки ( $d = 200 \cdot 10^{-6}$  м).

$L = 12 \cdot 10^{-3}$  м – довжина робочої частини балки.

$l = 6 \cdot 10^{-3}$  м – висота інерційної маси.

$m = 272 \cdot 10^{-6}$  кг – інерційна маса.

Наук. керівник: Безвесільна О.М., професор, д.т.н.

УДК 521.317

Горовенко А.О., студент, Безвесільна О.М., д.т.н., проф..  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»  
**Струнний гравіметр**

Вирмірювання  $g$  у польоті необхідно здійснювати за допомогою гравіметра з великим динамічним діапазоном вімирювань. Цим умовам, зокрема задовольняє струнний гравіметр, зображеній на рис. 1.

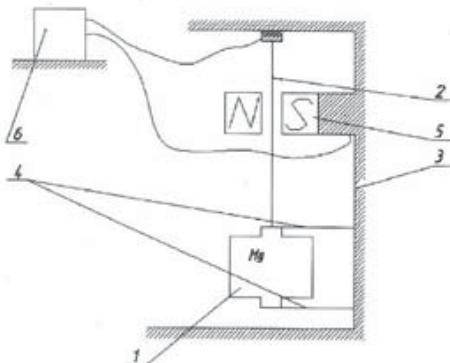


Рис 1. Принципова схема СГ

Вантаж -1 вагою  $Mg$ , підвішений до рамки 3 за допомогою гнучкої нерозтяжної струни 2, виготовленої з матеріалу з малим електричним опором. Верхній кінець струни електрично ізольований від рами. Горизонтальному переміщенню вантажу запобігають дві тонких стрічкових пружини, поперечна жорсткість яких дуже мала. В ідеальному струнному гравіметрі, коли можна нехтувати натягом обмежуючих пружин 4, струну вважаємо ідеально гнучкою, а амплітуду поперечних коливань нескінченно малою, частота  $f$  поперечних коливань буде рівна :

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{Mg}{\rho S}} = K \sqrt{g},$$

де  $K = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{Mg}{\rho S}}$ ,  $l$  – робоча довжина струни;  $\rho$  – питома густини матеріалу струни;  $S$  – площа поперечного перерізу струни.

Вважаючи, що параметри струнного гравіметра залишаються незмінними, і змірявши на початковій точці при довідковому значенні  $g_n$  частоту коливань  $f_n$ , визначаємо К, а потім, вимірючи на пунктах спостережень частоту  $f_i$ , обчислюємо поточне значення  $g_i$ .

При кінцевій амплітуді коливань струни А частота  $f_i$  коливань визначається виразом:

$$f(l + \mu A^2) = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{Mg}{\rho S}},$$

Наук.керівник: Безвесільна ОМ., професор, д.т.н.

УДК 621. 317.

Урсулова В. І., студент, Медяний Л. П., старший викладач  
Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ, Україна  
**Апроксимація характеристики газового сенсора**

Характеристика напівпровідникового газового сенсора при не нульовій концентрації аналізованого газу задається рівнянням:

$$R_S = \frac{R_\Pi}{C^\alpha}, \quad (1)$$

де  $R_S$  – опір сенсора в присутності аналізованого газу

$C$  – концентрація газу,

$\alpha$  – константа,

$R_\Pi$  – константа, залежить від конструкції сенсора, виду газу [Ом].

Експериментально визначена характеристика TGS2442 показана на рис. 1 і відповідає першому рядку таблиці 1.



Рисунок 1 – Характеристика TGS2442

Таблиця 1.

ppm	30	40	50	70	80	90	100	200	300	400	600	700	800	900	1000
$R_s$ кΩ	240	180	126	77	72	62	60	24,6	14,4	10,8	7,5	7,2	6	5,4	4,8
$R_s$ кΩ	243	177	136	90	79	69	61	28	16	12	8	6,7	5,8	5,1	4,5

Проведена програмна апроксимація експериментальних даних характеристики TGS2442 і отримано придатний для розрахунків аналітичний вираз:

$$R_S = \frac{11\ 800\ 000}{C^{1,14}}. \quad (2)$$

Дані розраховані по виразу (2) наведені у другому рядку таблиці 1.

Науковий керівник: Медяний Л. П., старший викладач

---

---

УДК 543.271.4

Білик М.А., магістрант, Тараборкін Л.А., к.ф.-н., доцент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

**Екомоніторинговий реінжиніринг**

**офісних приміщень**

У наш час існує певний дефіцит офісних приміщень у містах нашої країни. Тому часто будь-які старі приміщення перебудовують або просто перепрофілюють у офіси, не зважаючи на те, що в них розташувалось до цього, в яких районах вони знаходяться тощо. Тому для арендарів таких приміщень та їхніх працівників це може привести, крім незручностей у роботі, до реальних загроз для здоров'я.

Для того, щоб створити максимально сприятливі умови для офісних працівників, на ринку програмного забезпечення існують комплекси програм для екомоніторингового реінжинірингу приміщень. Аналіз наявних програм-аналогів дозволив виділити цілий ряд недоліків, які були усунуті в створеній нами програмі. Здебільшого зазначені недоліки обумовлено тим, що програми-аналоги створено для європейського ринку, отже, вони не відповідають українським реаліям.

На попередньому етапі розробки нового програмного забезпечення було проведено роботу з дослідження умов у пересічних офісних приміщеннях міста Києва, які були свого часу перепрофільовані. Отримані висновки використані для створення розрахункової програми для економіторингу офісних приміщень.

Зокрема, виділено два основні напрямки роботи: підготовчий і власне проектування. До підготовчого віднесли дослідження розташування офісу, визначення основних проблемних факторів і вимірювання певних характеристик саме у приміщенні офісу. Описані дані є вхідними для розробленого програмного забезпечення, яке у кінцевому підсумку уможливлює проведення екомоніторингового реінжинірингу офісного приміщення.

У рамках виконаної роботи також було оновлено та значно розширено базу приладів і пристройів для забезпечення безпечної перебування в офісі. Визначено найбільш економічно вигідні пропозиції на ринку. Крім цього, запропоновано методики для власників офісів, які хочуть власноруч виконати відповідну розрахункову оцінку.

Розроблене програмно-методичне забезпечення дозволяє вирішити багато проблем щодо організації офісних приміщень міст України, причому важливою позитивною його властивістю є можливість дистанційного використання (в режимі он-лайн), а також неперервної актуалізації шляхом регулярного оновлення бази даних.

*Наук. керівник: Тараборкін Л.А. , к.ф.-м. н., доцент, каф. НАЕПС*

УДК 621.382

*Муненко В.Л. провідний інженер-дослідник*

*Національна академія наук України*

*Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона, м. Київ, Україна*

**Застосування цифрових генераторів для тестування  
п'єзоперетворювачів**

У сучасній промисловості ультразвуковий неруйнівний контроль (УЗНК) посідає чільне місце серед всіх видів неруйнівного контролю. За допомогою УЗНК перевіряють якість зварних з'єднань, наявність дефектів та включень у промислових матеріалах та ін. Важливим елементом системи контролю є п'єзоелектричний перетворювач (ПЕП).

Для збудження ПЕП використовують різні генератори, серед яких останнім часом поширення знаходить цифрові генератори, побудовані за технологією прямого цифрового синтезу – DDS (Direct Digital Synthesis). Наприклад, до даної групи генераторів можна віднести серійний генератор SIGLENT SDG 5082. Його ключові характеристики: 1) вихідна напруга –  $U_{\text{вих}}$ : від -10 В до +10 В; 2) частота вихідного сигналу – до 80 МГц; 3) розрядність даних – 14 біт; 4) кількість каналів: 2.

Частоти вихідного сигналу даного генератора цілком достатньо для ультразвукових досліджень. Плавне і миттєве регулювання частоти сигналу дозволяє з легкістю знімати амплітудно-частотну характеристику контуру та виявляти реальну резонансу частоту будь-якого ПЕП.

Перевагою цифрового генератора є формування сигналу практично будь-якої форми: від одиничного імпульсу до сигналу колоколоподібної форми або створеного за допомогою програмного забезпечення сигналу особливої форми.

До недоліків цифрового генератора у випадку його використання для збудження ПЕП варто віднести наступне: при підключені перетворювача відбувається спотворення форми сигналу через зворотній зв'язок з генератором. Також було експериментально встановлено максимальну силу струму, яку можна отримати на виході генератора SDG 5082, – 200mA, що в більшості випадків виявляється недостатнім для ефективного збудження ПЕП. Тому, щоб отримати кращі результати потрібно використовувати на виході генератора додатковий підсилювач потужності.

В цілому серійні цифрові генератори дозволяють провести тестування ПЕП, але їх використання для систем контролю потребує додаткових досліджень.

Ключові слова: п'єзоелектричний перетворювач, цифровий генератор

*Науковий керівник : Галаган Р.М. к.т.н., ст. викл. каф. ПСНК*

УДК 621. 317.

Женілова А. Д., студент, Медяний Л. П., старший викладач

Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ, Україна

**Компенсація поляризації робочого електрода**

В процесі роботи електрохімічної комірки відбувається поляризація робочого електрода і зміна його потенціалу. Застосування схеми потенціостата (рис. 1) дозволяє автоматично підтримувани потенціал робочого електрода незмінним.

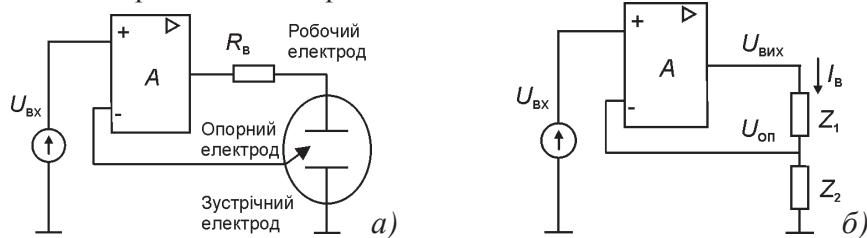


Рис. 1 Потенціостат і комірка: основна схема – а, еквівалентна схема – б

Електрохімічну комірку й вимірювальний резистор  $R_B$  замінимо двома опорами  $Z_1$  і  $Z_2$  (рис. 2). Вихідна напруга підсилювача:

$$U_{\text{вих}} = K(U^+ - U^-) = K(U_{\text{вх}} - U_{\text{оп}}). \quad (1)$$

де  $K$  – коефіцієнт підсилення.

Струм комірки може бути написано двома способами:

$$I_B = \frac{U_{\text{вих}}}{Z_1 + Z_2}, \quad (2)$$

$$I_B = \frac{U_{\text{оп}}}{Z_2}. \quad (3)$$

Об'єднаємо (2) і (3) та отримаємо:

$$U_{\text{оп}} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} U_{\text{вих}} = K_{33} U_{\text{вих}} \quad (4)$$

де  $K_{33}$  – коефіцієнт НЗЗ підсилювача.

Об'єднаємо (1) і (4) і отримаємо:

$$\frac{U_{\text{оп}}}{U_{\text{вх}}} = \frac{K_{33} K}{1 + K_{33} K} \quad (6)$$

Коли посилення петлі  $K_{33} K \gg 1$ , то вираз (6), спрощується:

$$U_{\text{оп}} = U_{\text{вх}}. \quad (7)$$

Таким чином підсилювач підтримує напругу між опорним і робочим електродами близько до вхідної напруги.

*Науковий керівник: Медяний Л. П., старший викладач*

УДК – 681.78

Єлісєєв А. М.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

**Метод визначення інтегральної сигнальної характеристики пзз-  
матриці телевізійної вимірювальної системи**

При використанні телевізійних засобів для вимірювання геометричних параметрів об'єкту джерелом випромінювання є сам об'єкт або його поверхня, освітлена стороннім джерелом. Частина потоку випромінювання об'єкта потрапляє через об'єктив на світлоочутливий шар ПЗЗ і створює на ньому оптичне зображення об'єкта, яке перетворюється в сигнальні електрони.

Сигнальна характеристика ПЗЗ-матриці – це залежність величини сигналу ( $A$ ) від освітленості пікселя ( $E'$ ). Так як освітленість пікселя величина пропорційна відносному отвору діафрагми об'єктива можна отримати інтегральну сигнальну характеристику камери як графік залежності величини сигналу від величини відносного отвору  $\left(\frac{D}{f'}\right)^2$ .

Тому було проведено експеримент на лабораторному макеті, що являє собою телевізійний мікроскоп, який підключений до комп'ютера і спеціального програмного забезпечення OWLEYE. Між джерелом випромінювання і камерою був встановлений об'єктив, в якому є можливість змінювати величину відносного отвору з фіксованими значеннями. Було проведено вимірювання сигналу на кожному значенні відносного отвору і побудовано графік залежності величини сигналу від величини відносного отвору, який відображений на рисунку 1.

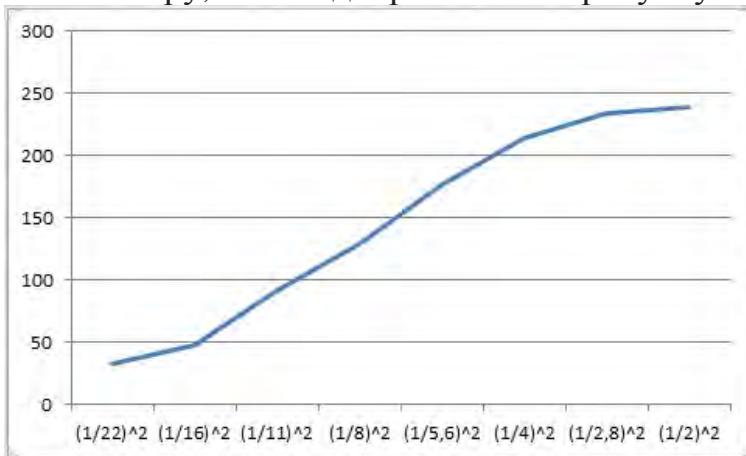


Рисунок 1 – Залежність сигналу від відносного отвору об'єктива

З графіку можна побачити, що сигнальна характеристика лінійна в діапазоні значень сигналу приблизно від 50-ти до 170-ти. Тобто, в зв'язку з пропорційністю відносного отвору і освітленості пікселя можна отримати світло-сигнальну характеристику ПЗЗ-матриці.

Науковий керівник: Маркін М. О., к. т. н., доцент, старший викладач

УДК 621.281

Зайченко С.В., студент

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна**Методика вимірювання сил тертя в екологічно чистих  
направляючих**

В роботі розглянута методика виміру направляючих ковзання лінійного п'єзоелектричного двигуна, виконаних з екологічно чистих матеріалів.

Методика включала в себе дві головні схеми: схема вимірювання динамічної сили тертя і схема формування та вимірювання сили тиску (рис.1). Схема вимірювань динамічної сили тертя в направляючих, включала в себе комп'ютеризовану направляючу NTS 100 [1], яка формувала рівномірний рух та швидкість 0,1 мм/с на якій встановлений цифровий вимірювач сили DPS11-R. Схема формування та вимірювання сили тиску включала в себе мікроманіпулятора PSF-3 [2] (для формування навантаження) з встановленим на ньому цифровим вимірювачем WeiHeng WH-A11.

За допомогою даної методики досліджувались направляючі ковзання, пари яких були виконані з матеріалу “сталь45-капролон” і “сталь45-тефлон”. Було проведено вимірювання коефіцієнту тертя в цих направляючих, за формулою:

$$K_F = \frac{F_F}{F_p},$$

де  $F_F$  - сила тертя; $F_p$  - сила тиску.

Результат отриманий за допомогою цієї методики було покладено в основу проектування направляючої ковзання для лінійного п'єзоелектричного мікродвигуна.

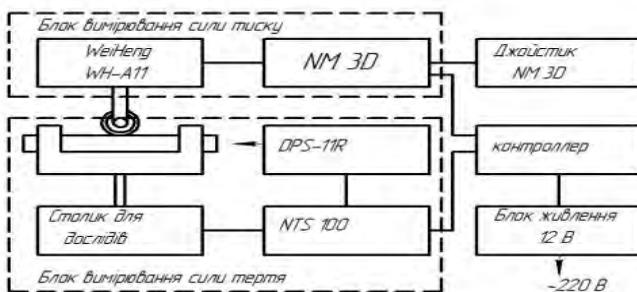


Рис. 1 Методика вимірювання сил тертя

Використана література:

1. [www.discovtech.com](http://www.discovtech.com)
2. [www.piezomotor.com.ua](http://www.piezomotor.com.ua)

Науковий керівник: Трасковський В.В., доцент, к.т.н.

УДК 681.518

Онопрієнко Ю.В. ,студентка  
НТУУ «КПІ» , гр..ПН-11 ПБФ

## Недокументовані параметри мікросхем КМОН-логіки

При розробці та впровадженні пристройів, побудованих на елементах КМОН-логіки, виникає проблема їх використання на границях документованих параметрів, зокрема напруги живлення. Такі досліди можна виконувати лише у лабораторних умовах. Програми-симулятори, такі як EWB Multisim та інші, не підтримують роботу у таких режимах .

Для досліду було обрано мультивібратор на 3 елементах КМОН-логіки I-II. Напругу живлення подавали від лабораторного джерела. Форму імпульсів контролювали цифровим осцилографом Tektronix TDS 1002. Дослід проводився за схемою, що зображена на рис. 1.

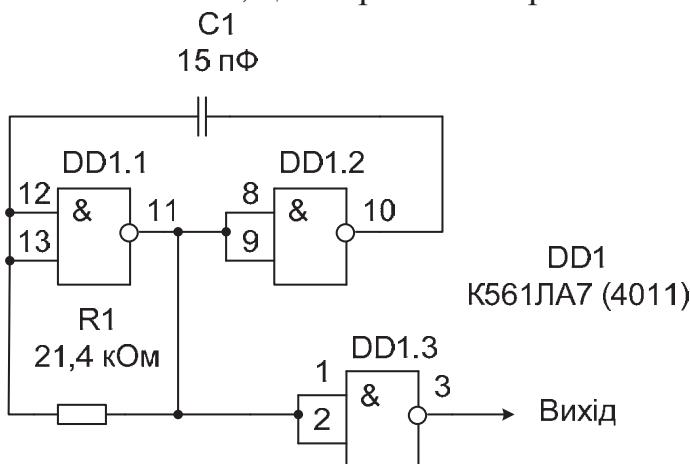


Рис.1 – Схема мультивібратора на елементах КМОН-логіки типу К561ЛА7 (4011)

Нами виявлено, що граничне значення напруги у майже у 1,4 рази менше за значення напруги, прийняту у технічних стандартах . За стандартом мінімальне значення напруги має бути не менше 3В. Граничне значення перевірено на двох мікросхемах: 4011 , 2009 року виготовлення, та K561ЛА7 (аналог 4011), 1987 року виготовлення. Вимірювана нами залежність чистоти від напруги наведена у табл..1

Табл.1-Залежність частоти від напруги

Напруга, V	Частота, kHz	
	4011	K561ЛА7
3	576	590
2	256	270
1,8	181	215

1,7	170	-
1,6	-	-

Вітчизняна мікросхема К561ЛА7 перестає подавати дійсний цифровий сигнал( з тривалістю вершини у 1/3 від періоду Т) вже при 1,7 В, а 4011- при 1,6 В. Сигнали приведені до розгляду на рис.2,3, проте у різних масштабах.

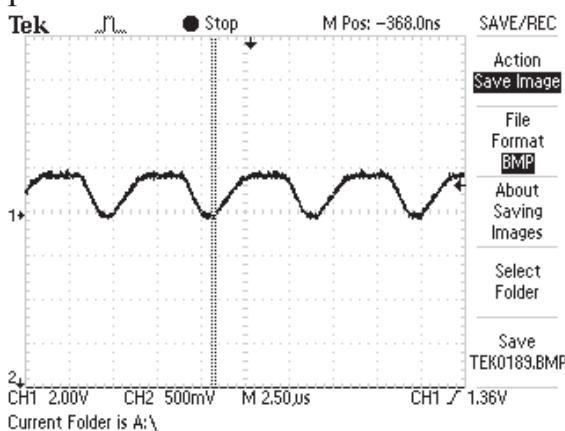


Рис.2-Вихідний сигнал при 1,7В  
(4011)

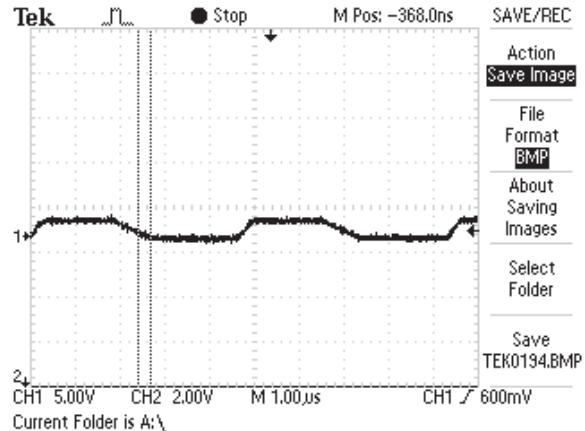


Рис.3-Вихідний сигнал при 1,6В  
(К561ЛА7)

В результаті дослідів доведено:

- перевищення максимального терміну зберігання мікросхем( за стандартом – це 15 років) не впливає на їх функціональну здатність;
- можливе використання мікросхем КМОН-логіки у діапазоні 1,6(1,7)В – 3В із зменшенням робочої частоти до 3 раз.

*Керівник Божко К.М., ст..викладач  
кафедри НАЕПС, ПБФ, НТУУ «КПІ»*

УДК 535.08

Конончук Н. І., студентка  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

**Підвищення точності і швидкодії виміру  
концентрації оксиду вуглецю та вуглеводнів у  
викидах автомобільних двигунів**

Вимірювання концентрації оксиду вуглецю та вуглеводнів є невід'ємною складовою контролю за станом атмосферного повітря. Основними процесами, які приводять до підвищеного забруднення навколошнього середовища, є ті, котрі зв'язані з одержанням енергії в різних формах. На автомобілях, тракторах, будівельних і дорожніх машинах джерелами механічної енергії є двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ). При технічній експлуатації таких двигунів викидається ряд шкідливих для людини і навколошнього середовища речовин. Це приводить до того, що в місцях, де широко використовуються машини, спостерігається підвищене забруднення атмосфери, ґрунту, водоймів

Метою даної роботи було підвищення точності вимірювання концентрації оксиду вуглецю та вуглеводнів за допомогою інфрачервоного газоаналізатора шляхом зменшення його загальної похибки.

Для цього, в конструкцію газоаналізатора додатково були введені, вирішаючий пристрій (мікропроцесор) та датчики температури та тиску. Датчики потрібні для стабілізації вузла кювети, що зменшить похибку викликану зміною ходу променя, та для контролю зміни характеристики елементу фільтрації, що виділяє необхідну ділянку спектру для аналізу.

Вирішаючий пристрій допомагає стабілізувати умови роботи джерела випромінювання, що перешкоджає зменшенню інтенсивності в смузі аналізу, і зменшує похибку реєстровану приймачем потужності. Мікропроцесор забезпечує підтримку чутливості на одному рівні.

Крім того, було вибрано спектральні діапазони різних каналів, для того, щоб забезпечити максимальну вибірковість вимірювань.

Запропонована схема газоаналізатора забезпечує зменшення загальної похибки з 5% (аналог) до 3%.

**Ключові слова:** інфрачервоний газоаналізатор, зменшення похибки, вимірювання концентрації.

*Науковий керівник: Морозова І. В., старший викладач*

УДК 620.179

Сумленний А. В., аспирант  
ІІІС ім. Е. О. Патона, НАНУ

**Разработка конструкции тележки съемных ультразвуковых двухниточных рельсовых дефектоскопов**

Своевременная диагностика железнодорожных рельсов является очень актуальной задачей, поскольку позволяет повысить безопасность движения поездов. Решать эту задачу позволяют съемные ультразвуковые двухниточные рельсовые дефектоскопы, которые предназначены для обнаружения дефектов и определения их параметров в обеих нитях железнодорожного пути по всей длине и сечению рельсов (за исключением перьев подошвы). В Украине в основном используются рельсовые дефектоскопы РДМ-22 (Молдова), УДС2-73 (Украина), а в ближнем зарубежье – Спрут (Россия), АВИКОН-11 (Россия) и АДС-02 (Россия).

На данный момент большинство из рассмотренных ультразвуковых рельсовых дефектоскопических тележек имеют цельносварную раму. Основным минусом такой конструкции являются габариты и невозможность трансформации, что существенно усложняет транспортировку. Поэтому предложена разработка модульной конструкции тележки. Плюсами такой конструкции будет не только более комфортабельные условия транспортировки устройства, но и унификация отдельных узлов, что позволит создать однониточный дефектоскоп на основе уже готовых блоков, более быстрый ремонт и замена деталей конструкции.

Не менее важным элементом такого дефектоскопа является механическая следящая система, которая должна удерживать блок преобразователей по центру головки рельса параллельно направлению движения. От ее характеристик и надежности зависит акустический контакт и точность позиционирования преобразователей, а соответственно, и достоверность контроля.

В результате исследований были разработаны 3D модели конструкции тележки (рис. 1) и блока преобразователей, в которых учтены недостатки рассмотренных решений.



*Рис. 1. Разработанная модель конструкции тележки*

*Галаган Р. М., к.т.н., ст. преподаватель каф. ПСНК*

УДК 543.08

*Гальчинський С.В., студент*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

### **Система моніторингу шкідливих речовин на ТЕЦ**

Нині викиди ТЕЦ в Україні у 5-30 разів перевищують норми ЄС. ТЕЦ є одним з основних валових забруднювачів повітря в Україні. Продуктами спалювання палива, головним чином вугілля, є тверді частинки золи(пил), оксиди сірки( $\text{SO}_2$ ), оксиди азоту( $\text{NO}_x$ ), та вуглецю( $\text{CO}_2$ ).

Розглянемо модель побудови автоматизованої системи екологічного моніторингу. Система моніторингу – це система спостережень, збирання, оброблення, передачі, зберігання, й аналізу інформації про стан навколошнього середовища, прогнозує його зміни і розроблення науково обґрутованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень про запобігання негативним змінам довкілля.

Система складається з декількох блоків. Блоки «Спостереження» і «Прогнозу стану», які тісно пов’язані між собою, оскільки прогноз стану довкілля можливий лише за наявності досить коректної інформації про фактичний стан. Роботу системи умовно можна розбити на три етапи: порівняння рівня концентрації шкідливих викидів з гранично допустимою концентрацією (блок  $N_1$ ); ідентифікація аварійних ситуацій (блок  $N_2$ ); прогнозування розвитку подальшої ситуації (блок  $N_3$ ). Результатом прогнозування ситуації є функція:

$$N_i = K_i M_i R_i;$$

де  $K_i$  – міра перевищення нормативів,  $M_i$  – функції визначення ступеня небезпеки,  $R_i$  – ранг аварійності ситуації,  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Інформаційно-вимірювальна мережа має об’єднувати автоматичні станції моніторингу навколошнього середовища і стаціонарну аналітичну лабораторію, обладнану терміналами введення в систему результатів аналізів. Також потрібна мережа передачі даних, яка забезпечуватиме збір вимірювальної інформації по радіо або телефонним каналам зв’язку. Центр моніторингу представляє собою розподілену систему обробки даних на базі локальної комп’ютерної мережі. Вона виконує функції прийому, накопичення, обробки і розподілу даних.

Розглянута система моніторингу дозволяє здійснювати спостереження за шкідливими викидами ТЕЦ і прогнозувати розвиток екологічно небезпечних ситуацій.

*Наук. керівник: Приміський В.П., доцент, каф. НАЕПС*

УДК 543.271.3

Гальчинський С.В., студент

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

### Хемілюмінесцентний метод вимірювання оксидів азоту

У хемілюмінесцентних газоаналізаторах вимірюють інтенсивність люмінесценції, збудженої завдяки хімічній реакції контролюваного компоненту з реагентом в твердій, рідкій або газоподібній фазі. Суміш, яка визначається, і реагент через дроселі поступають в реакційну камеру. Насос забезпечує необхідний тиск в камері. При наявності в суміші компонент випромінювання, супроводжує хемілюмінесцентну реакцію, через світлофільтр подається на катод фотопомножувача, який розташований в безпосередній близькості до реакційної камери. Електричний сигнал з фотопомножувача, пропорційний концентрації контролюваного компоненту, після посилення поступає на вторинний прилад.

Для вимірювання складу  $\text{NO}_2$  в приладі передбачений конвертер, де  $\text{NO}_2$  перетворюється в  $\text{NO}$ , після чого суміш, яка аналізується, прямує в реакційну камеру. При цьому вихідний сигнал пропорційний сумарному змісту  $\text{NO}$  і  $\text{NO}_2$ . Якщо ж суміш поступає, минувши конвертер, то по вихідному сигналу знаходить концентрацію тільки  $\text{NO}$ . По різниці цих сигналів судять про вміст  $\text{NO}_2$  в суміші. Висока вибірковість хемілюмінесцентних газоаналізаторів обумовлена специфічністю вибраної реакції, проте супутні компоненти в суміші можуть змінювати чутливість приладу. Такі газоаналізатори застосовують для визначення  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{O}_3$  у повітрі в діапазоні 0-1%. Принцип хемілюмінесцентного методу заснований на фотометруванні світлового потоку, який випромінюється в результаті хімічної взаємодії вимірювального компонента газової суміші з хемілюмінесцентними реагентами.

Цей метод має високу чутливість та відрізняється відносною простотою. Він використовується для аналізу оксидів азоту  $\text{NO}$  і  $\text{NO}_2$ , мікродомішок озону  $\text{O}_3$  та оксиду сірки  $\text{SO}_2$  в атмосферному повітрі. Прилади на основі хемілюмінесцентного методу мають високу швидкодію. Межі виявлення аналізованих компонентів наступні: для  $\text{SO}_2$  -  $8,5 \cdot 10^{-4} \text{ мг}/\text{м}^3$ ; для  $\text{O}_3$  -  $3,1 \cdot 10^{-3} \text{ мг}/\text{м}^3$ ; для  $\text{NO}$  і  $\text{NO}_2$  -  $1,4 \cdot 10^{-2} \text{ мг}/\text{м}^3$ . Тобто цей метод є досить чутливим. Однак головним його недоліком є невисока селективність, оскільки спектри люмінесценції зазвичай являють собою широкі смуги і часто перекриваються. І лише деякі речовини володіють досить характерними спектрами люмінесценції.

Наук. керівник: Приміський В.П., доцент, каф. НАЕПС

УДК 681.518

Конончук Н. І., студентка

Національний технічний університет України  
Київський політехнічний інститут, м. Київ, Україна

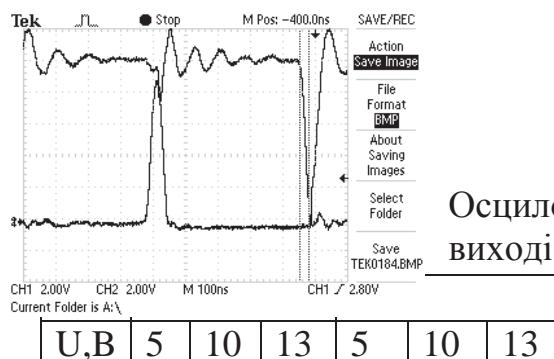
## Часові затримки логічних елементів I-HI серії 4000 та K561(4011 та K561ЛА7)

Компоненти логіки (CMOS – complementary metal-oxide semiconductor) є одними з основних сучасних цифрових пристрій. Важливим параметром мікросхем CMOS-логіки є затримка сигналу проходження одного елементу.

Нами виконанні вимірювання часової затримки для логічних елементів I-HI серії 4000 та K561(4011 та K561ЛА7). Стендом для вимірювань було обрано схему мультивібратора на елементах I-HI, цифровий двоканальний осцилограф Tektronix TD1002 лабораторне джерело живлення БП-47.

Часові параметри мікросхеми: час переходу з стану логічного 0/1 до логічної 1/0, час затримки розповсюдження сигналу при включені/виключенні мікросхеми, середня швидкість розповсюдження сигналу

Рис. 1.  
часу на вході та



Осцилограма затримки  
виході мікросхемі

Таб.1. порівняння мікросхем CMOS-логіки серії 4011 та K561ЛА7

Метою цього досліду було встановлення можливостей роботи мікросхеми після завершення терміну придатності та визначення їх часових параметрів. Зрівнявши часові затримки виявилося, що мікросхема K561ЛА7 1987 року виготовлення має значно кращі показники перед мікросхемою серії 4011. Отже використання мікросхеми не залежить від терміну використання.

Науковий керівник: Божко К. М., старший викладач

---

---

УДК 615.847.8

*Кос О.С., магістрант*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна.*

### **Автоматизований терапевтичний апарат з адаптивним контролем**

Стан здоров'я людини, його оцінка та підтримання необхідного рівня є найважливішими задачами розвиненого суспільства. Тому вдосконалення відомих і створення нових методів та засобів лікування різних патологій є і будуть актуальними і важливими. Одним з перспективних методів лікування є магнітотерапія, що широко застосовується в медичній практиці в даний час.

Магнітне поле є складним фізичним фактором середовища проживання людини, яка характеризується геомагнітним полем Землі, фоновими полями біосфери, штучними стаціонарними та нестаціонарними магнітними полями, зумовленими діяльністю людини, а також магнітними полями самого біооб'єкту.

На сьогодні низькочастотна магнітотерапія це область медицини, яка інтенсивно розвивається та вирішує практичні завдання з відновлення і реабілітації організму людини та лікування ряду захворювань.

Запропонований автоматизований терапевтичний апарат для магнітотерапії, містить секціонований соленоїд, кожна секція якого підключена до джерела живлення через розподільник, блок керування і пов'язаний з ним блок аналізу стану пацієнта. При цьому секціонований соленоїд виконаний у вигляді скафандра, а блок керування у вигляді програмованого багатофункціонального засобу для формування сигналів, корегуючих параметри магнітного поля по стану пацієнта незалежно від пульсу або синхронно з пульсом та додатково містить блок порівняння та блок датчиків аналізу стану пацієнта, а вихід його підключений до блоку індикаторів, причому блок датчиків стану пацієнта зв'язаний з датчиком струму та датчиками Холла, розміщених на поверхні секцій соленоїда, що прилягають до тіла пацієнта та під'єднаних до блоку індикаторів [1].

Підвищення функціональних можливостей апарату магнітотерапії можливе шляхом автоматизації процедури лікування з одночасним адаптивним контролем заданих параметрів магнітного поля для забезпечення ефективної дії на об'єкт лікування.

1. Заявка на патент України № 201402471 Автоматизований апарат для магнітометрії // Терещенко М.Ф., Кос О.С.

*Науковий керівник: Терещенко М.Ф., к.т.н., доцент.*

**УДК 57.087**

*Скрупский Ф.В., студент Гр. ПБ-82м*

*Национальный технический университет Украины «КПИ»*

## **Акселерометрический метод измерения нейромышечной блокады**

Акселерометрический метод (АМ) является наиболее перспективным методом интерпретации реакции мышцы на электронейростимуляцию (ЭНС) при оценке уровня нейромышечной блокады (НМБ). Данный метод возможно применять в проекциях различных нервов, что позволяет измерять НМБ на разных участках тела. АМ меньше подвержен электромагнитным наводкам (например, в сравнении с электромиографическим и магнитомиографическим). Недостатком метода является большая погрешность при оценке действия малых доз миорелаксантов.

Точность всего метода в первую очередь зависит от точности применяемого датчика – МЭМС акселерометра. В связи со спецификой применения, к техническим параметрам датчика выдвигаются следующие требования: количество осей измерения – 3 (датчик может быть закреплен в любом положении и его движение может происходить в любом направлении); диапазон измеряемых ускорений – до 1g (физиологические особенности сокращения мышц, при применении на малоподвижных участках тела 0,5g); полоса пропускания – 400 Гц (частота дискретизации сигнала с периодом 5 мс); погрешность – 1%; температурный диапазон работы – от 0 до 50 °C; габаритный размер – не больше чем 10x10x5 мм. Этим параметрам соответствует МЭМС акселерометр ADXL313.

При исследовании малых сокращений мышц (признак значительной НМБ) полезный сигнал малоразличим на фоне естественных «шумов» (артефактов движения). Для снижения «шумов» была разработана конструкция сенсора, в которой добавлен дополнительный акселерометр, выполняющий роль "опорного". Он предназначен для получения "опорных" данных с участка тела, которое не находился в проекции стимулирующего нерва. До начала процедуры измерения НМБ выполняется установка датчиков, и определение их пространственного расположения. Вычисляя разность между показателями измерительного и опорного акселерометра, получаем результирующий вектор ускорения сокращения без артефактов движения, но с удвоенной погрешностью измерения акселерометров.

Таким образом, при использовании предложенного способа улучшения АМ измерения уровня НМБ обеспечивается уменьшение погрешности при оценке действия малых доз миорелаксантов и его подверженность артефактам движения.

*Научный руководитель: Тымчик Г.С., профессор, доктор технических наук;  
Стельмах Н.В., доцент, кандидат технических наук.*

---

---

УДК 612.172

*Іваницька А.Л., магістрант, Терещенко М.Ф., к.т.н., доцент,  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна.*

### **Апаратне дослідження моделей руху нижніх кінцівок людини**

Необхідність оцінки функціонального стану нижніх кінцівок людини часто виникає в травматології, ортопедії, неврології, спортивній та авіакосмічній медицині.

На сьогодні відомі різні способи оцінки функціонального стану нижніх кінцівок людини, наприклад: гоніометрія - вивчення і оцінка рухливості суглобів нижньої кінцівки; міографія - вивчення і оцінка міографічних характеристик м'язів нижніх кінцівок; тонусометрія - вивчення і оцінка реологічних характеристик м'язів нижніх кінцівок.

Однак, вищевказані способи не враховують силові характеристики м'язів, які є вкрай важливими для оцінки функціонального стану нижніх кінцівок.

Дану задачу можна вирішити за рахунок використання моделі оцінки функціонального стану нижніх кінцівок, яка містить блоки реєстрації та аналізу силових характеристик м'язів, які забезпечують рух в тазостегновому суглобі, реєстрацію швидкості зміни сили м'язів при ізометричному скороченні, обрахуванню середньої швидкості за час скорочення, і, якщо середня швидкість менше номінальної (12 Н/с), то функціональний стан нижньої кінцівки оцінюють як незадовільний, при цьому замірюють та порівнюють мінімальну та максимальну силу, кути, час витримки та швидкість зміни кутів згинання колінного, тазостегнового суглобів та стопи і при умові, що ці значення менше середніх номінальних, то функціональний стан нижньої кінцівки оцінюють як незадовільний.

Дана модель дозволяє суттєво розширити функціональні можливості в оцінці функціонального стану та рухливості колінного, тазостегнового суглобів та стопи людини з значним підвищенням комплексної точності оцінки стану кінцівки за рахунок взяття до уваги силового та ізометричного скорочення, його кутів і швидкості їх зміни та статичного навантаження протягом часу його витримки.

*Науковий керівник: Філіппова М.В., к.т.н., доцент*

УДК 615.831.7

*Печена М.Р., студентка*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

**Біоіміджинг лазерної та магнітної терапії за допомогою  
інфрачервоного теплобачення**

Для діагностики та терапевтичного лікування біологічних об'єктів на сьогодні існує безліч різних методів, які в будь-якому разі впливають на організм. І досить часто такий вплив в надлишковій кількості може нести за собою негативні наслідки. Щоб апаратне лікування йшло дійсно на користь, потрібно контролювати процеси таких змін під час проведення терапевтичних процедур.

Найпершим показником, який вказує на проходження багатьох процесів в організмі людини є температура. Вона є одним з найважливіших параметрів стану біологічних систем. Просторовий розподіл температур дозволяє визначити локалізацію патологічних процесів при вирішенні завдань медичної діагностики, реєструвати розподіл поглинання електромагнітних випромінювань, ультразвуку та лазерного впливу в гетерогенних біологічних системах, що є одним з найважливіших завдань при дослідженні механізмів біологічних ефектів неіонізуючих випромінювань, аналізувати теплові патерни на поверхні рідких середовищ, пов'язані з конвективними і дифузійними процесами. Найбільш досконалим способом реєстрації просторового розподілу температур є метод інфрачервоної (ІЧ) термографії.

Метою подальших досліджень являється визначення впливу магніто- та лазеротерапії на зміну температури біологічних тканин за допомогою інфрачервоної (ІЧ) камери та побудувати залежності температури від часу та інтенсивності опромінення.

На основі проведених дослідів буде можливість зробити висновки про вплив лазерного та магнітного опромінення на шкіру людини. Виходячи з отриманих результатів, також буде розглянута можливість розробки ефективних терапевтичних апаратів з адаптивним контролем теплової енергії в місці опромінення.

*Ключові слова:* інфрачервона термографія, магнітотерапія, лазерна терапія, просторовий розподіл температур.

*Наук. керівник: Тимчик Г.С., доктор тех. наук, професор.*

---

---

УДК 616-78

Захаров В.Ю., студент

Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ, Україна

### Біологічний мікроскоп

На сьогодні мікроскопи є основною ланкою біологічних досліджень, що відкривають сучасні можливості розшифрування механізмів клітинних реакцій з урахуванням молекулярних змін. Отримання зображення з високою роздільнотою здатністю біологічних речовин, до тепер було складним етапом реалізації у мікроскопії будь-якого типу, що пов'язано зі специфікою біологічних об'єктів: малі розміри, складність рельєфу поверхні, прозорість, м'якість, легкість пошкодження при дослідженнях [1]. Тому правильний вибір типу освітлювальної системи є найбільш актуальним питанням при певних типах біологічних досліджень.

Біо-об'єкти мають вигляд малих безбарвних чи напівпрозорих речовин, тому для одержання інформації про їх склад або функціонування, потрібно підвищити контраст біо-об'єктів, завдяки використанню барвників, що дає можливість підвищити роздільну здатність зображення, але фізіологічні властивості досліджуваного об'єкта змінюються, що не є задовільним фактором.

У роботі розглянуто застосування фазово-контрастного методу [2], що дозволить підвищту контраст біо-об'єкта, без додаткової зміни зразка та відкриває можливість без похибок одержати відомості про процеси, які протікають в клітинах.

Також, розглянуто можливість підвищити контраст завдяки розміщені у передньому фокусі конденсора апертурну діафрагму, ірисову, зображення якої будеться у задньому фокусі об'єктива, там же встановити фазову пластинку, на поверхні якої є виступ у вигляді кільця - фазове кільце. Не відхилені в препараті промені від джерела світла, що будують зображення діафрагми, мають проходити фазове кільце, яке в свою чергу послаблює їх і змінює фазу. Промені, що відхилені в препараті на малий кут і проходять фазову пластину, минаючи фазовий кільце, і не зазнають додаткового зрушення фази. В результаті інтерференції світла в площині зображення біологічного об'єкту ми отримаємо помітний контраст зображення структури препарату.

#### Література:

1. Оптическая биомедицинская диагностика: [в 2 т.]. Т.1/ Пер. с англ. под. ред. В.В. Тучина. – М.: Физматлит, 2007. – 560 с.
2. Murphy, D., Phase contrast microscopy., Fundamentals of Light Microscopy and Electronic Imaging, Wiley-Liss, New York, 97-112 (2001).

Яковенко І.А., асистент

УДК 535.362

Чмир Ю.В., студентка гр. ПБ-82м  
Національний технічний університет України «КПІ»

## Визначення оптичних характеристик досліджуваного середовища за допомогою потокових моделей

Математичний опис поглинальних і розсіювальних характеристик світла можна представити двома способами: аналітичною теорією і теорією перенесення випромінювання (ТПВ). Теорія переносу справедлива для ансамблю віддалених один від одного розсіювачів, не має строгості аналітичної теорії і з успіхом застосовується для рішення ряду практичних задач із оптики біотканин. Існують різні методи чисельного рішення рівняння переносу випромінювання, такі як, однократне розсіювання, дифузне наближення та багатопотокова теорія, до якої належать прямий та інверсний методи додавання-подвоєння, прямий та інверсний методи Монте-Карло та потокові моделі [1]. У багатопотоковій теорії рівняння переносу випромінювання перетворюється у матричне диференціальне рівняння для освітленості по багатьом дискретним кутам, що забезпечує наближення до більш точних значень, але вимагає громіздких обчислень.

В роботі проаналізовано особливості практичного застосування потокових моделей Кубелки-Мунка в методах та засобах оптичної біомедичної діагностики. Практично всі модифікації потокових моделей наглядні і дозволяють отримати прості кінцеві розрахункові формули у явній аналітичній формі, і не складні в автоматизованій обробці. Внутрішні оптичні властивості мутних середовищ повністю характеризуються погонними оптичними коефіцієнтами поглинання і розсіювання випромінювання.

Було проведено вимірювання оптичних характеристик досліджуваного середовища при реєстрації тільки відбитого світла із використання колімованого освітлення. Для проведення досліджень було використано фотометричний прилад, білу та чорну підкладки [2]. Виміряні значення коефіцієнта яскравості досліджуваного зразка на білій  $R_b$  та чорній підкладках  $R_w$  і коефіцієнт яскравості білої підкладки  $R_{w'}$  застосовувались для розрахунку коефіцієнту внутрішнього пропускання при направленому освітленні.

### Перелік посилань:

1. *G. Dassios, Dimitrios I. Fotiadis, Christos V. Massalas and K. Kiriaki Scattering Theory and Biomedical Engineering Modelling and Applications // Published by World Scientific Pub Co Inc (2000-12-15)*
2. *Бумага. Методы определения прозрачности и непрозрачности. ГОСТ 8874-80*

Безугла Н.В, асистент

---



---

УДК 535.317

*Студент гр.ПБ-02 Кужелев С.Л.  
Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”*

## **Використання п'єзорезонансних механотронів у вимірах параметрів стану людини.**

Для вимірювання параметрів стану людини наразі застосовується велика кількість різноманітних методів. Одним із найбільш перспективних є метод сфігмометрії, що, в свою чергу, є традиційним методом діагностики стану гемодинаміки людини.

П'єзорезонансні механотрони (ПРМТ) є перетворювачами з керуванням його резонансної частоти зміною величини зазору між електродами збудження п'єзоелемента [1].

Повне еквівалентний опір схеми буде мати вигляд:

$$\omega_{r,a}^2 = \frac{C_{n3}R_1^2(C_0 - C_3)}{2C_0L_1(C_1 + C_3)} \pm \frac{1}{2L_1C_0} \sqrt{\left( \frac{C_{n3}R_1^2(C_0 - C_3)}{L_1(C_3 + C_1)} \right)} - \frac{4C_0^2}{C_1C_3} \quad (1)$$

Для типових значень параметрів КР:  $R_1=10$  Ом,  $C_1=22$  Пф,  $L_1=11.5$  мкГн,  $C_0(1\dots10)$  пФ,  $C_{n3}=(2\dots3)$  пф, на основі (1) побудована характеристика керування ПРМТ.[1]

У порівнянні з існуючим зовнішнім ємнісним керуванням частотою (ЗЕКЧ), ПРМТ краще в перетворенні отриманого сигналу. Але, з огляду на економіку, вони програють ЗЕКЧ, тому доцільно використовувати ЗЕКЧ в приладах невисокої точності для зниження їх вартості та підвищення їх конкурентної спроможності на ринку.

Існує ще одна проблема ПРМТ, яка є найголовнішою. Сутність її полягає в тому, що для точного проведення моніторингу параметрів стану людини, електроди перетворювачів мають знаходитись симетрично на тілі пацієнта, що є важко реалізуємим, але цю проблему можливо вирішити на етапі проектування конструкції перетворювача.

Можна зробити висновок, що незважаючи на недоліки ПРМТ, з точки зору медицини, їх застосування доцільне в медичних приладах високого класу для більш точних і швидких вимірювань серцево-судинної системи людини.

*Канд. техн. наук, доцент Ключко Т.Р.*

### **Література:**

1. Колпаков Ф.Ф. Пьезорезонансные механотроны в измерениях параметров сердечно-сосудистой системы человека / Ф.Ф. Колпаков, С.К. Пидченко, А.А. Таранчук, А.Е. Опольская. –Хмельницкий, 2009 - С. 60-70.

УДК: 616.12-008:612.085:612.06

Захарчук Н. В. аспірант кафедри біобезпеки і відновної біоінженерії

## Діагностичне значення часу локальної електромеханічної затримки в сегментах лівого шлуночка

*Актуальність роботи:* В патогенезі серцевої недостатності значну роль відіграє електрична і механічна дисинхронія шлуночків, в комплексному лікуванні якої важливе місце займають електрокардіостимуляційні (ЕКС) методи. Проте механізми позитивного ефекту ЕКС є до кінця не вивченими. Механізм електромеханічної дисинхронії неповністю відображається загальноприйнятими електрокардіографічними та ехокардіографічними показниками. Тому пошук нових просторових діагностичних критеріїв є актуальним.

*Мета роботи:* вивчити діагностичні можливості показника сегментарної електромеханічної затримки (ЕМЗ) для поглиблена розуміння електричних та механічних процесів в міокарді лівого шлуночка у здорових людей та пацієнтів з гіпертрофією.

*Матеріали та результати дослідження:* Обстежено 12 пацієнтів з гіпертрофічною кардіоміопатією та 10 пацієнтів без кардіологічної патології (контрольна група).

Для більш глибокого розуміння електромеханічних процесів серця в нормі і при патології нами запропоновано новий кількісний показник: «сегментарна електромеханічна затримка». Просторовий аналіз векторкардіограм дозволяє визначити, на якій мілісекунді починається збудження кожного із загальноприйнятих в ЕхоКГ анатомічних сегментів лівого шлуночка. Наступним кроком була реєстрація кривих поздовжньої та радіальної деформації згаданих сегментів з використанням методики «Speckle tracking». Час ЕМЗ кожного сегмента обчислювався від початку збудження відповідного сегмента до піку кривої його механічної активності (деформації). Отримані значення сегментарної ЕМЗ наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники сегментарної електромеханічної затримки

Сегменти ЛШ	Серце без патологічних змін	Серце з гіпертрофією ЛШ	Характеристики механічної активності
Апікально-боковий	327 мс	400 мс	Поздовжня деформація
	169 мс	310 мс	Радіальна деформація
Середньо-задній	327 мс	400 мс	Поздовжня деформація
	169 мс	310 мс	Радіальна деформація

*Висновки:* Використання запропонованого нами показника сегментарної ЕМЗ поглиблює розуміння складного явища дисинхронії і є простим та легко відтворюваним критерієм при діагностиці і оцінці ефективності ЕКС лікування.

Білинський Є. О., к.м.н, доц. кафедри біобезпеки і відновної біоінженерії  
УДК 615.471

Стецька А. В. , магістрант  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

## До питання програмного забезпечення для пульсоксиметра

Прогнозування станів на межі норми і стресу (патології) є комплексною медико – біологічною проблемою. Метод фотоплетизографії (ФПГ) призначений для попереднього обстеження людини в профілактичній медицині. Досить актуальною є рання діагностика захворювань за допомогою пульсоксиметра.

Методика фотоплетизографії базується на методі оптичної денситометрії з кількісною та якісною оцінкою характеру поглинання або розсіювання світла в тканинах організму. Висока чутливість, достовірність і добра відтворюваність показників методу пальцевої фотоплетизографії дають можливість об'єктивізувати динамічну оцінку змін функціонального стану окремих ланок і в цілому стану серцево-судинної системи та впливу на неї центральних відділів нервової і вегетативної нервової системи у хворих.

Сьогодні на ринку медичного обладнання в Україні наявно багато новітніх розробок пульсоксиметрів, як закордонного виробництва, так і українського. Деяка частина цих пристрій має суттєвий недолік, а саме, обмежені функціональні можливості програмного забезпечення що поставляються в комплекті з пульсоксиметрами. Є можливість запису в базу даних тільки значення оксигенациї крові та частоти серцевих скорочень, а параметри кривих ФПГ не вивчаються, проте вони є досить інформативними.

Розробка програмного забезпечення є актуальну та дозволить розширити функціональні можливості пристрій, тобто проводити обробку параметрів ФПГ в режимі реального часу. Це надасть змогу швидко та без використання зайвої апаратури визначати функціональний стан організму людини.

*Ключові слова:* фотоплетизограма, програмне забезпечення, пульсоксиметр.

*Науковий керівник: Тимчик Г. С. , професор, д. т. н.*

**УДК 57.084.1: 616-71: 636.09-614.3**

*Лиса Я.П. аспірант, Беспалова О.Я. к.б.н., доцент каф. БМІ, Тиндик В.С. зав.  
сектором поживних середовищ та ліофільної сушки  
НТУУ «КПІ», Державний науково-контрольний інститут біотехнології і  
штамів мікроорганізмів*

**Дослідження можливості оптимізації процесу ліофілізації  
мікроорганізмів за допомогою датчиків температури**

Еритроцити регулярно вводяться пацієнтам зі складними гострими та хронічними хворобами. Тим не менше, вони можуть зберігатись в умовах гіпотермії тільки до 42 днів, що приводить до періодичних дефіцитів. При кріоконсервації використовують високі концентрації гліцерину, які повинні бути видалені до переливання, тому клітини промивають до 1 години. Ось чому заморожені еритроцити мають обмежене застосування при гострих та травматичних ситуаціях. Крім того, перевезення заморожених еритроцитів є складним процесом, який потребує багато коштів. Саме тому велику увагу приділяють питанню ліофілізації червоних кров'яних тілець.

В умовах лабораторії проводили ліофілізацію біологічних об'єктів за допомогою приладу LyoQuest-50 (Telstar). На основі порівняльної характеристики основних параметрів, які впливають на якість вихідного зразка, здійснено аналіз можливих шляхів оптимізації процесу.

Особливої уваги заслуговує питанням контролю параметрів ліофільної сушки та їх вплив на якість вихідного матеріалу. Моделювання, оптимізація та оволодіння методикою контролю, зокрема температури, в процесі ліофілізації є дуже актуальними, оскільки в подальшому може допомогти як при скороченні процесу, так і в покращенні якості вихідних зразків.

Температура продукту є один із найважливіших параметрів, який в подальшому визначає ознаки якості ліофілізованих об'єктів. Серед них зовнішній вигляд, залишкова вологість, стабільність при зберіганні, час відновлення та ін. Однак її неможливо контролювати безпосередньо. На ній впливають такі параметри як температура полиці, тиск у камері, опір продукту, а також попереднє переохолодження та ін. Температура продукту не повинна перевищувати температуру критичної точки на етапі первинної сушки, оскільки це може спричинити колапс або розставання.

Тому досліджена можливість використання термодатчиків для постійного контролю температури продукту та камери.

Датчики температури, такі як термопари, резистивні датчики температури, термістори, мають недостатні властивості для застосування їх при оптимізації процесу ліофілізації. Пропонується розробка датчика температури для вдосконалення системи, що потребує подальших досліджень.

*Беспалова О.Я. к.б.н., доцент каф. БМІ ФБМІ*

УДК 616-534.292

Олійник Є.В., студентка

Національний технічний університет України «КПІ»

**Дослідження та принципи побудови інтелектуальних систем УЗД**

Існує пряма залежність характеру ультразвукової діагностики (УЗД) від типу біологічних тканин.

Регулюючи тимчасову компенсацію підсилення по близькій і дальній зоні (time gain compensation, TGC) на ультразвуковій діагностичній системі (далі УЗДС) типу Sonoline LX, було проведено експериментальні дослідження зображення на моніторі, що залежить від ехогенності кожного типу тканин - здатності відображати ультразвук різної інтенсивності. Спостерігали цю залежність на прикладі м'яких (ладоня, печінка, м'язи серця) та твердих тканин (фаланги пальців, плечова кістка) в режимі В і М. Також отримали таку залежність:

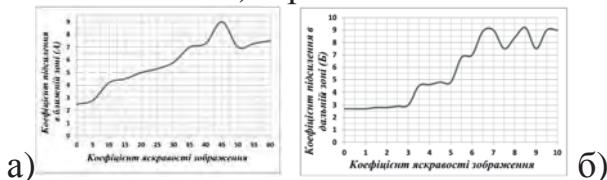


Рис.1. Залежність коефіцієнта яскравості зображення від коефіцієнта підсилення в близькій зоні (а) та дальній зоні (б) в В-режимі.

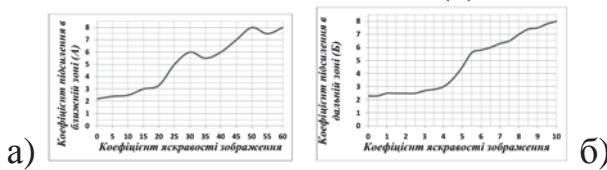


Рис.2. Залежність коефіцієнта яскравості зображення від коефіцієнта підсилення в близькій (а) та дальній зонах (б) в М-режимі.

На основі обробки результатів експериментальних досліджень на УЗДС типу Sonoline LX виявлені недоліки: 1) інтервал оптимальних величин підсилення для твердих тканин потребує чіткого обмеження; 2) діапазон підсилення м'яких тканин є більш широким, підсилення зони комфорту бачення у м'яких тканин є вище, ніж у твердих; 3) яскравість зображення прямо залежить від коефіцієнта підсилення; 4) з підсиленням зростає рівень шумів та похибка зображення, що призводить до нечіткого, неякісного, неправдоподібного зображення біологічних тканин на моніторі ультразвукової діагностичної системи типу Sonoline LX. Для їх усунення були запропоновані нові способи та принципи побудови систем УЗД з автоматизованим інтелектуальним налагодженням під досліжуемий тип біологічної тканини [1].

1. Заявка на патент України № u201400290 від 14.01.2014.

Терещенко М.Ф., канд. техн. наук, доц.

УДК 616-073.8; 616-71

*Маслюк К.А., студент,  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»*

## **Дослідження фізіологічного стану людини методом газорозрядної візуалізації**

Сучасна діагностика зробила величезний крок на шляху прогресу в медицині, що дозволяє діагностувати роботу кожного органу організму людини, але це не межа. Прогресивні технології в області діагностики допомогли побачити людині те, що не можна побачити звичайним оком, а саме поля (біополя) навколо людини, які вона генерує.

Існує багато видів діагностики біополя людини, однак метод газорозрядної візуалізації (ГРВ) є одним з найефективніших. Метод ГРВ унікальний тим, що можливо швидко, нешкідливо і наочно оцінити загальний стан здоров'я людини, із зазначенням окремих органів і систем. При цьому можливо різко звузити діагностичний пошук, виключити додаткові дослідження.

Реєстрація газорозрядного світіння виконувалась за допомогою телевізійної системи «Стимер». Математична обробка отриманих результатів за допомогою спеціального програмного забезпечення «GDV Explorer 2006», що дозволяє зробити висновок про поточний фізіологічний стан людини. Проте інтерпретовані дані проведених нами досліджень показали, що існує ймовірність помилкової діагностики, яка пов'язана із складністю комп'ютерної інтерпретації отриманих даних при впливі різних факторів зовнішнього середовища на організм людини, неточного розміщення біологічного об'єкту на пристрії, тощо.

Коректна інтерпретація результатів дослідження фізіологічного стану людини методом ГРВ включає врахування всіх виникаючих проблем при фіксуванні параметрів біополя людини чи при математичній обробці даних.

Для того, щоб інтерпретація була коректною необхідно вирішити проблему точного центрування біологічного об'єкта (пальців рук людини) шляхом нанесення додаткових міток на діелектрик (прозоре скло, на якому розміщують біологічний об'єкт) пристрію. Для отримання чіткіших знімків біологічного об'єкта бажано використати додаткові змінні елементи, які встановлюються на діелектрик. Це буде зберігати поверхню діелектрика чистою та неушкодженою.

Використання запропонованих рішень для усунення виникаючих похибок при діагностиці методу ГРВ дозволяє отримати коректно інтерпретовану інформацію про фізіологічний стан людини

*Рекомендована професором, д. т. н. Антонюком В.С.*

---

---

УДК 615.847.8-72

Залєвський Т.О., студент

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

## Застосування і перспективи 3d принтерів в медицині

Медицина – одна зі сфер, де широко застосовується і має великі перспективи технологія об'ємного друку за допомогою 3D принтерів. В загальному розумінні 3D принтер – це пристрій, що створює фізичний об'ємний прототип з цифрової моделі методом адитивного друку.

Дана технологія є актуальною в різних сферах промисловості та багатьох інших напрямках, зокрема в біомедичному та вже застосовується в різноманітних областях медицини: стоматології, трансплантології, травматології, хірургії та ін. Об'ємний друк спрощує, автоматизує та надає гнучкості технологічному процесу створення об'єктів будь-якої складності форми. Цифрові моделі можуть створюватись вручну, за допомогою об'ємного сканування 3D сканером чи на основі комп'ютерної томографії та мають високу точність і враховують індивідуальні особливості пацієнта. Для друку створюється G-код спеціальним програмним забезпеченням, який розбиває модель на шари та є адаптивним для принтера з числовим програмним управлінням. Можливість застосування різних матеріалів (органічні пластичні маси, метал, кераміка, композитні та біоматеріали) дозволяє створити прототипи, що задовольняють вимогам до їх фізичних, хімічних, механічних та іншим властивостям.

До прикладів застосування даної технології можна віднести: стоматологічне протезування, створення та заміна частин: скелету, кровоносних судин, шкіри, інших функціональних органів. В терапевтичній практиці це виготовлення анатомічних устілок для взуття, іммобілізаційних пов'язок на заміну гіпсовим. Крім цього доцільно виготовляти інструменти та пристосування для медичної практики, дослідні та діагностичні прототипи.

Перспективою є покращення технології комбінованого друку та переход до молекулярного та атомарного рівня точності побудови. Так теоретично з міжклітинної речовини (матриксу), виділеної фібробластами, що є клітинами сполучної тканини, можна створити «каркас» будь-якого органу. Якщо таку структуру, що фактично відіграє роль строми, заселити власними функціональними клітинами паренхіми і примусити їх працювати, не викликаючи імунного відторгнення, отримаємо готовий до трансплантації функціональний орган.

Науковий керівник: Катрук О.В., асистент

УДК 616-72

Божеску А.О., студент, Кузіч О.М., студент  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»  
**Екстракорпоральна дистанційна ударно-хвильова літотрипсія**

В наш час екстракорпоральна дистанційна ударно-хвильова літотрипсія займає провідне місце в лікуванні урологічних захворювань. Суть методу полягає в дробленні конкременту ударною акустичною хвилею, що проходить через тіло пацієнта, що дозволяє більшості пацієнтів з сечокам'яною хворобою уникнути оперативного втручання.

В даній роботі розглянуто метод ударно - хвильової літотрипсії, що є широко поширеною і ефективною клінічною процедурою, в якій з високою амплітудою, зосереджені ударні хвилі, породжені поза тілом, та використовуються для подрібнення каменів у нирках [1]. Існує задача в пошуку шляхів підвищення ефективності та безпеки літотрипсії. На жаль, більшість нових моделей літотріптерів, виявилися менш ефективними при розриві каменів, ніж самий перший літотріптер введений в клінічну практику. Мало того, що літотрипсія не покращується, але багато клінічних показників, результатів лікування стають все гірше, веаслідок чого частота побічних ефектів знаходиться на підйомі. Тому літотріптери потребують вдосконалення.

У літотрипсії, тиск, що створюється всередині каменю і кавітація у навколоїшній рідині грають важливу роль в подрібнення. Однак, кавітації не приділяється належної уваги при розробці клінічних літотріптерів [2]. Можна створити систему подвійного імпульсу, в якій використовуються два електрогідралічні генератори ударних хвиль, розташовані один навпроти одного. Вони приведені у відповідність, як конфокальні (тобто вони мають однакові точки фокусування). Їх одночасні ударні імпульси, що сходяться локалізують і активізують кавітацію у фокусі. У фокусі імпульси, тиск і інтенсивність кавітації подвоюються. Поза фокусом, в шаховому порядку термін імпульсів пом'якшує кавітацію. Таким чином збільшується обсяг подрібнення каменю із зменшенням травми навколоїшніх тканин.

Отже, подвійний літотрипсійний імпульс та контроль кавітації має унікальний потенціал для покращення подрібнення каменів, зменшення пошкодження тканин, і прискорення лікування.

#### **Література**

1. Лопаткин Н.А., Трапезникова М.Ф., Дутов В.В. и др. Дистанционная ударно-волновая литотрипсия: прошлое, настоящее, будущее. Урология. 2007.
2. Sheir KZ, Elhalwagy SM, et al. Evaluation of a synchronous twin-pulse technique for shock wave lithotripsy: a prospective randomized study of effectiveness and safety in comparison to standard single-pulse technique.BJU Int. 2008 Jun;101(11):1420-6. Epub 2007 Dec 5.

*Науковий керівник: Яковенко І.О., асистент.*

---

---

УДК 615.849.11

Махіня Н. В., студентка,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

### **Контроль дії лазерного випромінювання на біологічну тканину**

Лазерне випромінювання набуло широкого спектру застосування в багатьох сферах людської діяльності, особливо в біології й медицині. Найпопулярнішими галузями застосування лазера є хірургія, онкологія, офтальмологія, терапія, стоматологія, урологія, гінекологія, щелепно-лицева хірургія, нейрохірургія, ендоскопія, фізіотерапія. Тому контроль дії його на біологічну тканину є досить актуальним.

Якщо інтенсивність опромінення велика – можуть уражатися внутрішні органи, виникати набряки, крововиливи, омертвіння тканин та розпад крові. При невеликій інтенсивності випромінювання може виникнути підвищення артеріального тиску, дратівливість, стомлюваність, головний біль. Для повернення нормального стану треба дотримуватись належного режиму праці і відпочинку.

Механічний вплив можна виявити при розриві тканин, що виникає в результаті підвищення тиску, скипанні рідинних структур тканини та ударній хвилі.

**Електрохімічний вплив лазерного випромінювання призводить до утворення нових структур та іонізації рідинних компонентів.**

Тепловий вплив викликає коагуляцію і випаровування (абляцію) тканин. По принципу дії теплового впливу засноване зварювання тканин. Математичний опис характеристик поглинання і розсіяння світла може бути проведено двома способами - за допомогою аналітичної теорії і за допомогою теорії переносу. [ 1 ]

Нами проведені дослідження впливу лазерного випромінювання з інтегральним контролем дії шляхом оцінки зміни температури в зоні опромінення та запропонована перспективна апаратна реалізація [2].

Отже впровадження лазерного випромінювання є важливим вкладом в медицину. За його допомогою ми можемо лікувати багато хвороб. Відомо, що лазерне випромінювання низької інтенсивності має оздоровчу та протизапальну дію. На цей час розвиток і впровадження нових лазерних технологій зростає. Тому ця галузь потребує ще багатьох досліджень у взаємодії з різного типу тканинами.

#### **Література:**

1. Пушкарєва А.Е. Методы математического моделирования в оптике биоткани/ 2008.-230с.
2. Патент України № 70980 Апарат лазерного опромінення/ М.Ф. Терещенко , С.П. Якубовський// Бюл. № 12, 2012 р.

*Науковий керівник: Терецценко М. Ф., доцент, канд. техн. наук.*

УДК 681.723.078

*Афонічев Т.Е., студент*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

## **Конфокальна мікроскопія - принципи дії і галузі застосування**

Розвиток генної інженерії, протеоміки, біотехнологій, сучасної фармацевтики і біомедицини сприяло швидкому впровадженню нових методів конфокальної мікроскопії, і в даний час вони широко використовуються в клітинній біології.

Конфокальну мікроскопію можна розглядати як різновид традиційної флуоресцентної мікроскопії, яка дозволяє досліджувати внутрішню мікроструктуру клітин, причому не тільки фіксованих, але і живих, ідентифікувати мікроорганізми, структури клітини і окремі молекули, спостерігати динамічні процеси в клітинах. Підвищення роздільної здатності досягається завдяки використанню в конфокальних мікроскопах лазерів як джерел світла. Перевага лазерів в порівнянні з ртутними або ксеноновими лампами полягає в високій монохроматичності та когерентності пучка. Ці властивості лазерного випромінювання забезпечують більш ефективну роботу оптичної системи мікроскопа, зменшують число відблисків, покращують точність фокусування.

Новими методиками конфокальної мікроскопії є FRAP (Fluorescence Recovery After Photobleaching) – відновлення флуоресценції після фото випалювання; FRET (Fluorescence Resonance Energy Transfer) – передача енергії за допомогою флуоресцентного резонансу. FRAP застосовується для дослідження рухливості біоорганічних молекул допомогою ініціації фотохімічного розкладання флуорохромами в зоні опромінення і подальшого його роз'єднання з молекулами. Після випалювання молекули з флуорохромом з неопроміненої зони рухаються внаслідок дифузії в опромінену зону зразка. За часом наростання в ній флуоресценції можна судити про рухливість молекул.

FRET застосовується для визначення відстані між молекулами різних типів, їх оточення та взаємодії. Молекули позначаються двома флуорохромами зі спектром випускання донора, перекриваються зі спектром поглинання акцептора. Енергія від донора до акцептора передається на малих відстанях (кілька нм) в результаті резонансу між енергетичними рівнями, а його ймовірність залежить від відстані між молекулами. Потім акцептор випромінює енергію у видимій області спектра, яка реєструється конфокальним мікроскопом.

Таким чином, можна сказати, що метод конфокальної мікроскопії є дуже інформативним, тому є актуальним для використання в біомедичних дослідженнях.

*Науковий керівник: Безуглій М.О., к.т.н., доцент.*

---

---

УДК 681.723.078

Афонічев Т.Е., студент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»  
**Конфокальна мікроскопія - принципи дії і приклади використання**

Розвиток генної інженерії, протеоміки, біотехнології, сучасної фармацевтики і біомедицини сприяло швидкому впровадженню нових методів конфокальної мікроскопії, і в даний час вони широко використовуються в клітинній біології.

Конфокальну мікроскопію можна розглядати як різновид традиційної флуоресцентної мікроскопії, яка дозволяє досліджувати внутрішню мікроструктуру клітин, причому не тільки фіксованих, але і живих, ідентифікувати мікроорганізми, структури клітини і окремі молекули, спостерігати динамічні процеси в клітинах. Підвищення роздільної здатності досягається завдяки використанню в конфокальних мікроскопах лазерів як джерел світла. Перевага лазерів в порівнянні з ртутними або ксеноновими лампами полягає в монохроматичності та високої паралельності випромінюваного пучка світла. Ці властивості лазерного випромінювання забезпечують більш ефективну роботу оптичної системи мікроскопа, зменшують число відблисків, покращують точність фокусування пучка світла.

Новими перспективними напрямками є методики FRAP - Fluorescence Recovery After Photobleaching (Відновлення флуоресценції після фотовипалювання) і FRET - Fluorescence Resonance Energy Transfer (Передача енергії за допомогою флуоресцентного резонансу). FRAP застосовується для дослідження рухливості біоорганічних молекул допомогою ініціації фотохімічного розкладання флуорохромами в зоні опромінення і подальшого його роз'єднання з молекулами. Після випалювання молекули з флуорохромом з неопроміненої зони рухаються внаслідок дифузії в опромінену зону зразка. За часом наростання в ній флуоресценції можна судити про рухливість молекул.

FRET застосовується для визначення відстані між молекулами різних типів, їх оточення та взаємодії. Молекули позначаються двома флуорохромами зі спектром випускання донора, перекриваються зі спектром поглинання акцептора. Енергія від донора до акцептора передається на малих відстанях (кілька нм) в результаті резонансу між енергетичними рівнями, а його ймовірність залежить від відстані між молекулами. Потім акцептор випромінює енергію у видимій області спектра, яка реєструється конфокальним мікроскопом.

Роблячи висновок, можна сказати, що метод конфокальної мікроскопії є дуже інформативним, тому є актуальним для використання в біомедичних дослідженнях.

Науковий керівник: Безуглій М.О., к.т.н., доцент.

УДК 616-7

Рубан М.Л.,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»  
**Комплекс для комбінованої аудіо – та фототерапії**

На сьогоднішній час все більше і більше віддають перевагу лікуванню нейнавазивними методами.

Одним з таких методів є метод лікування комбінуванням кольору та музики, тобто кольоротерапії та аудіотерапії. Комбінування фототерапії (ФТ) та аудіотерапії (музикотерапії) – метод апаратної фізіотерапії, при якому з лікувальною та профілактичною метою використовуються електромагнітних хвиль, спрямованих на створення необхідного біорезонансного стану в тілі пацієнта. Принцип дії аудіотерапії (АТ): нервова система людини та її мускулатура здатні відчувати ритм, музика виступає як подразник, стимулюючи фізіологічні процеси в організмі. Музика може гармонізувати і ритми окремих органів людини, виробляючи своєрідне налаштування їх частот. Отже, доцільна при лікуванні внутрішніх органів людини.

Метою даної роботи є розробити комплекс фото- аудіо терапії, що дозволить впливати на організм пацієнта і світлом і музикою.

Основними складовими апарату для комбінованого лікування є плафон зі світлодіодною лампою, блок та основа на якій змонтовано прилад, куди вмонтовано аудіо програвач.

Структурна схема апарату комбінованої ФТ, що розробляється, має вигляд (Рис.1.):

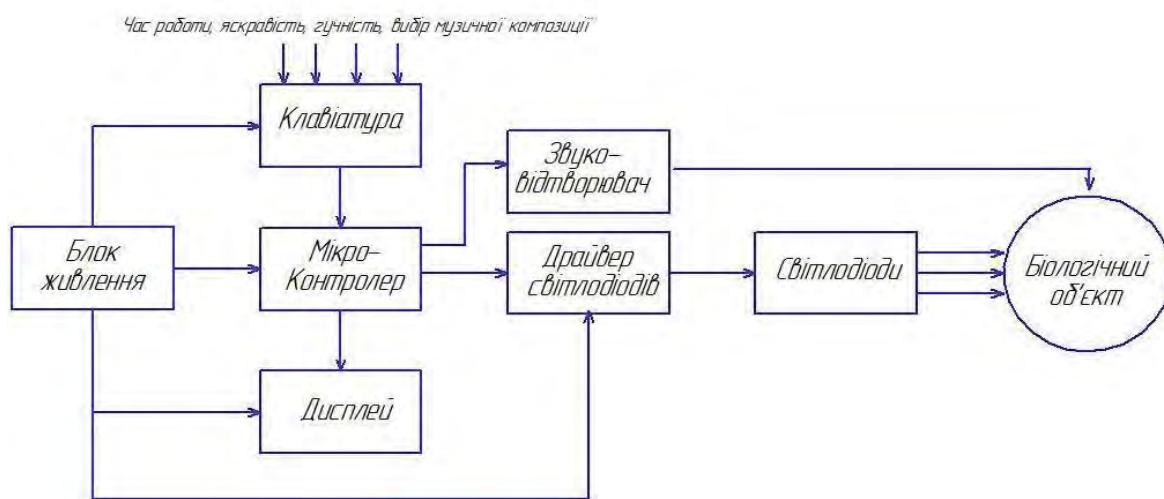


Рис.1. Структурна схема апарату комбінованої ФТ.

В даний час авторами ведуться конструкторські роботи по проектуванню даного комплексу, проводяться необхідні розрахунки та розробляється конструкція приладу.

Науковий керівник: Осадчий О.В. – асистент.

УДК 681.2:537.7

Тимчик Р.Г., аспірант

Національний технічний університет України  
 "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна  
**Лазерна дифрактометрія пористості матеріалів**

Зростаючий інтерес до використання волоконних матеріалів для фільтрації рідких і газових середовищ, капілярного транспорту, транспірації, шумопоглинання, теплоізоляції обумовлений їхньою здатністю повною мірою задовольняти комплексу вимог до матеріалів такого призначення. Оскільки, рівень властивостей пористих волоконних матеріалів нерозривно пов'язаний з параметрами їхньої структури - розміром пор, пористістю, геометричними розмірами й формою волокон, їхнім розподілом у матеріалі й т. д.- для кожного конкретного випадку застосування даних матеріалів, особливо для роботи в екстремальних умовах, необхідна оптимізація цих характеристик. Тому практичний інтерес має активний контроль основних характеристик структури волоконних матеріалів у процесі її формування, а також у готовому виробі.

Найпоширенішим видом напівфабрикату волоконних матеріалів є високопористий аркушевий повст (рис 1.). З одного або декількох шарів такої повсті прокаткою або пресуванням і наступним зміцненням, наприклад спіканням, одержують вироби із заданими параметрами структури й геометричною формою. Отже, властивості волоконних матеріалів формуються вже на стадії одержання напівфабрикату - тонколистової повсті.

Контроль параметрів структури повсті, а також виробів з нього у вигляді тонкого аркуша традиційними методами важко здійснити. Разом з тим відкриваються можливості вивчення структури даних об'єктів з використанням їхніх оптических властивостей (рис. 2).

У цьому зв'язку доцільне застосування оптических методів лазерної дифрактометрії й когерентної оптики, сутність яких полягає в аналізі дифракційного зображення досліджуваного об'єкта.



Рис. 1. Структура тонкого аркуша.  
прозорості

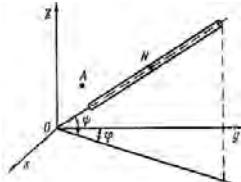


Рис. 2. До виводу коефіцієнта пористого волоконного матеріалу

**Ключові слова:** Лазерна дифрактометрія, пористість матеріалу.

Керівник проф. Румбешта В.О.

УДК 615.847.8-72

Т.О. Залєвський, студент,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

## Магнітотерапевтичні апарати зі зворотним зв'язком

Магнітотерапія – сучасний метод фізіотерапії, який широко та ефективно використовується в практичній медицині та заснований на дії магнітних полів (МП) різних характеристик, що активно використовуються в комплексному лікуванні найрізноманітніших захворювань. Новітній етап розвитку медичного приладобудування характеризується розробкою та впровадженням магнітотерапевтичної апаратури змінного МП зі зворотнім зв'язком. Біокеровані (на принципі зворотного зв'язку) апарати магнітотерапії автоматично оптимізують біотропні параметри лікувального впливу відповідно до фізіологічних показників пацієнта (температури, пульсу, частоти серцевих скорочень, тиску, сатурації крові), здійснюють оперативну діагностику та забезпечують стабільне значення магнітної індукції. Дані апарати дозволяють підвищити терапевтичну ефективність лікування магнітотерапією захворювань організму людини.

На рис. 1 зображена структурна схема зворотного зв'язку біокерованого апарату магнітотерапії, який коректує параметри впливу відповідно до температури, пульсу та сатурації біологічної тканини (БТ), цим самим дозволяє підвищити ефективність дії МП на БТ (рис. 1). Практична апробація біокерованих апаратів магнітотерапії дозволить підвищити лікувальний ефект процедури відповідно до стану та особливостям конкретної людини.

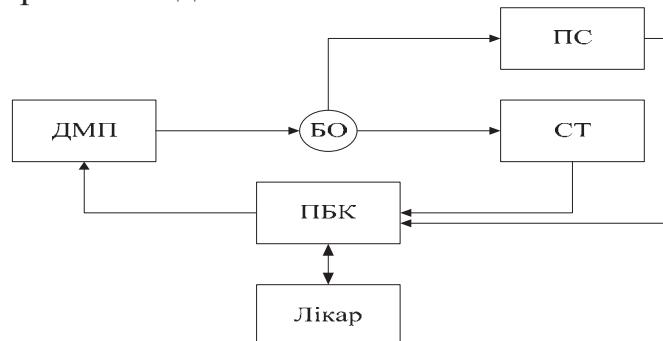


Рис. 1. Структурна схема зворотного зв'язку біокерованого апарату магнітотерапії: ДМП – джерело магнітного поля, ПБК – програмований блок керування, БО – біологічний об'єкт, СТ – сенсор температури, ПС – пульсоксиметр.

*Ключові слова:* магнітотерапевтична апаратура, магнітне поле.

*Науковий керівник: Рудик В.Ю., асистент*

---

---

УДК 616.728.3

Тищковець Ю.О., студентка

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

## Методика визначення індивідуального розподілу навантаження на колінний суглоб

Одне з провідних місць серед патологій опорно-рухового апарату займає артроз колінних суглобів. Фізичний сенс, якого несе в собі біомеханічне навантаження на колінний суглоб. Одним з ключових чинників у розвитку цієї патології є нерівномірний розподіл навантаження на колінний суглоб. Саме тому визначення індивідуального розподілу навантажень в колінному суглобі - одне з актуальних завдань в ортопедії, вирішення якого дозволило б здійснювати профілактику артрозів колінних суглобів, по-новому розглядати питання хірургічної корекції осьових змін форми нижніх кінцівок, використовувати індивідуалізований підхід до ендопротезування колінного суглоба.

Метод визначення індивідуального розподілу навантажень на колінний суглоб заснований на спільному використанні методів медичної візуалізації (магнітно-резонансної та рентгенівської комп'ютерної томографії), нових інформаційних технологій (тривимірне моделювання), а також сучасних діагностичних методиках, що використовуються в ортопедії (стабілометрія, подометрія). Широко вживаний рентгенологічний метод може бути обмежено використаний для діагностики, але не може застосовуватися для прогнозування розвитку артрозу колінних суглобів в силу своєї низької роздільної здатності по відношенню до мягкотканих структур (хрящів, зв'язок). Метод оцінювання індивідуального розподілу навантажень на колінний суглоб полягає у поетапному зборі та аналізі даних і дозволяє розраховувати сили, що діють на поверхню суглоба.

Перший етап дослідження є будівництвом примітивних ваг та створення моделі зважування людського тіла. Другий етап полягає у визначенні результируючої сили, на колінному суглобі в завершальному етапі розподілу сили, що діє на поверхні колінного суглоба, форма якого визначається на основі даних рентгенівської комп'ютерної та магніторезонансної томографії. Таким чином, використовуючи отриманий різними способами розподіл навантаження на площину колінного суглоба можна прогнозування розвиток артрозу, а також для вибору тактики лікування та профілактики патології.

*Науковий керівник Філіппова М.В. кандидат технічних наук*

УДК 620.192.63

*Томашук А.С., магістр, Бабченко А.В., аспірант.  
Національний техніческий університет України  
"Київський політехнічний інститут",  
г. Київ, Україна*

## **Механоакустический контроль в приборостроении**

Многообразие методов, применяемых в контроле качества материалов приборостроительной промышленности, дает широкие возможности для всестороннего исследования объектов. Комплексное использование методов контроля позволяет гарантировать максимальную эффективность обнаружения дефектов в изготовленной продукции.

Обычно в диагностических исследованиях выделяют разрушающий и неразрушающий контроль. В приборостроении преимущественно используется неразрушающий контроль, методы которого очень разнообразны. Среди них: визуальный (наиболее простой), инфракрасный, магнитный, акустический, вибрационный, электрический и др.

По сравнению с другими методами неразрушающего контроля акустическая дефектоскопия имеет важные преимущества: высокую чувствительность к наиболее опасным дефектам типа трещин и пор, большую производительность, возможность вести контроль непосредственно на рабочих местах без нарушения технологического процесса и низкую стоимость контроля.

Установлено, что при упругой деформации пружины в ее металле возникает упругая деформация витков второго рода G в виде скручивания проволоки пружины пропорционально деформации пружины. При этом в металле проволоки возникает взаимное смещение кристаллов металла, их взаимное трение и нарушение связей, что возбуждает акустическую эмиссию. При таком процессе характеристики возникающей акустической эмиссии будут пропорциональны деформации пружины или ее полученной жесткости.

Если величина деформации партии пружин будет одинакова, то характеристики возникающей в них акустической эмиссии будут характеризовать полученную жесткость каждой пружины. А эту акустику легко и быстро возможно замерить чувствительными акустическими пьезодатчиками.

Данный метод контроля является наиболее точным по сравнению с аналогами, при его использовании достигается высокое качество и производительность контроля, позволяет проверять всю партию пружин на наличие дефектов.

*Научный руководитель: Румбешта В.А., д.т.н., профессор.*

---

---

УДК 616.78

Венцурік А.В., студент, Терещенко О. В., студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

### Особливості інфузійно-терапевтичних засобів

Інфузійна терапія - це вливання внутрішньовенно або під шкіру лікарських засобів (хіміотерапевтичних і знеболюючих препаратів) та біологічних рідин з метою нормалізації водно-електролітного, кислотно-лужного балансу організму, а також для форсованого діурезу (у поєданні з сечогінними засобами). Вона поділяється на: внутрішньокісткову, внутрішньовенну та внутрішньо-артеріальну. Інфузійна терапія повинна забезпечити підтримку: енергетичного балансу, азотного балансу, водного балансу, електролітного балансу, кислотну рівновагу та кисневий баланс.

В даній роботі розглянуто методи та засоби для подачі лікарських засобів при проведенні інфузійної терапії. Методами інфузійної терапії можна вважати імпульсне і безперервне (крапельне) введення розчинів. Основними засобами є крапельниці та інфузійні насоси. Останні проводять введення препаратів з більш високою точністю як при високих так і при низьких швидкостях інфузії; мають можливість керувати рідинами інфузійного насосу. Більшість насосів працюють у діалоговому режимі з користувачем, тобто можна установити швидкість інфузії, час введення препарату, дозу препарату. При необхідності може вводитись інформація про вагу пацієнта, концентрацію препарату, або дозу введення з розрахунку в міліграмах на один кілограм ваги. Вдосконаленням також є використання трьохелементних шприців, що збільшує універсальність і підвищує ефективність при проведенні процедури. Сучасні насоси також забезпечені вбудованою системою сигналізації та акумулятору, що дає змогу проводити інфузію в безперервному режимі роботи насоса, а також стежити за роботою насосу, при виникненні будь-якої проблеми запускається звуковий сигнал і висвічується її причина.

Інфузійна терапія є важливим методом інтенсивної терапії, який постійно розвивається і вдосконалюється. Для ефективного використання інфузійних насосів потрібно продовжити розробку і впровадження нових інфузійних засобів, створити рекомендації фахівців з інфузійної терапії, забезпечити лікувальні установи цими приладами.

Науковий керівник: Безугла Н.В., асистент

УДК 615.849.11

*Кравченко А. Ю., студент,*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»*

**Принципи побудови автоматизованих ультразвукових  
терапевтичних систем**

Лікування за допомогою ультразвуку широко застосовується в лікувальній практиці, для лікування різного роду захворювань. Тому контроль інтенсивності його впливу на організм є доволі актуальним.

Ультразвукові хвилі малої та середньої інтенсивності викликають в живих організмах позитивні ефекти, стимулюють протікання природних фізіологічних процесів.[1]

Отже нами був розроблений новий принцип побудови автоматизованих ультразвукових терапевтичних систем [2]. Де окрім випромінювача використовуються тензодатчики. Що дозволяє отримувати сигнали про інтенсивність впливу, які поступають на блок управління, де на їх основі виконується корекція інтенсивності впливу ультразвуком від основного ультразвукового перетворювача.

За рахунок використання трьох тензодатчиків, отримуємо середнє об'ємне значення, що дає більш достовірні дані про інтенсивність впливу та характер взаємодії з біологічною тканиною (БТ).

Необхідною умовою досягнення позитивного ефекту є забезпечення правильної оцінки ефективності впливу частоти і режимів роботи ультразвуку від реакції біологічної тканини на діючі параметри ультразвукового терапевтичного апарату, шляхом контролю за цими параметрами та швидкодії відпрацювання зміни цих параметрів при перевищенні заданих меж вибраних критеріїв. В якості одного із інтегральних критеріїв впливу факторів фізіотерапії використовують температуру і механічні коливання поверхневих та глибинних шарів БТ.

Таким чином, у запропонованому нами принципі побудови автоматизованих ультразвукових терапевтичних систем, реалізовано контроль інтенсивності ультразвукового впливу на організм людини при проведенні процедур ультразвукової терапії.

**Література:**

2. Акопян Б. В. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами/ Б.В. Акопян, Ю.А. Ершов, М: Медицина, 1980.- 201с.
3. Заявка на патент України № u201400093 Ультразвукова автоматизована терапевтична система// Терещенко М. Ф., Паткевич О. І., Кравченко А.Ю.

*Науковий керівник Терещенко М. Ф., доцент, канд. техн. наук.*

---

---

УДК 616-7

*Волосажир Т.В. студентка групи ПБ-02  
Національний Технічний Університет України «КПІ»*

### **Розробка методів і алгоритмів обробки електрокардіограми**

Комп'ютерний аналіз електрокардіограм (ЕКГ) знаходить все більше застосування в кардіологічній практиці. В той же час існуючі комп'ютерні системи все ще не забезпечують необхідну достовірність результатів діагностики. Така ситуація перш за все обумовлена недоліками при розпізнаванні інформативних фрагментів ЕКГ.

Ряд останніх досліджень показує, що навіть у здорових людей у стані спокою серцевий ритм схильний до значних коливань, які не обов'язково являються передвісником яких-небудь патологій організму. При зміні частоти серцевих скорочень (ЧСС) відбуваються неоднакові зміни тривалості окремих фрагментів ЕКГ, що істотно ускладнює морфологічний аналіз реальних ЕКГ у часовій області. Саме тому увагу фахівців спрямовано на пошук альтернативних підходів обробки ЕКГ.

Різноманіття форм реальних ЕКГ, відсутність чітких меж між окремими фрагментами та зміни амплітудно-часових параметрів форми однотипних фрагментів ускладнюють побудову ефективних алгоритмів обробки ЕКГ сигналу у часовій області. Навіть рішення, задачі розділення ЕКГ на окремі цикли вимагає залучення досить складних алгоритмів виявлення QRS-комплексів.

Ще більш серйозні проблеми викликає задача побудови ефективних алгоритмів усереднення ЕКГ циклів у часовій області. Спостереження показують, що при зміні ЧСС не тільки змінюється загальна тривалість циклів, але і співвідношення тривалостей окремих фрагментів цих циклів. Тому тривалість комплексу QRS в меншій мірі пов'язана зі зміною ЧСС, ніж з тривалістю зубців Р і Т. Тож для коректної оцінки еталона потрібно поєднати в часі окремі фрагменти циклів, які усереднюються, що значно ускладнює алгоритми обробки ЕКГ у часовій області.

Для вироблення підходів до автоматичної ідентифікації порушень в роботі серця необхідно побудувати модель еталонного сигналу, що поставлено за мету даної роботи, аналіз моделі допоможе швидко визначити ефективність і доцільність застосування відповідних програмних засобів.

*Науковий керівник: Осадчий О.В. асистент кафедри ВП*

УДК 616-7

*Волосажир Т.В. студентка групи ПБ-02  
Національний Технічний Університет України «КПІ»*

## **Розробка методів і алгоритмів обробки електрокардіограми**

Комп'ютерний аналіз електрокардіограм (ЕКГ) знаходить все більше застосування в кардіологічній практиці. В той же час існуючі комп'ютерні системи все ще не забезпечують необхідну достовірність результатів діагностики. Така ситуація перш за все обумовлена недоліками при розпізнаванні інформативних фрагментів ЕКГ.

Ряд останніх досліджень показує, що навіть у здорових людей у стані спокою серцевий ритм схильний до значних коливань, які не обов'язково являються передвісником яких-небудь патологій організму. При зміні частоти серцевих скорочень (ЧСС) відбуваються неоднакові зміни тривалості окремих фрагментів ЕКГ, що істотно ускладнює морфологічний аналіз реальних ЕКГ у часовій області. Саме тому увагу фахівців спрямовано на пошук альтернативних підходів обробки ЕКГ.

Різноманіття форм реальних ЕКГ, відсутність чітких меж між окремими фрагментами та зміни амплітудно-часових параметрів форми однотипних фрагментів ускладнюють побудову ефективних алгоритмів обробки ЕКГ сигналу у часовій області. Навіть рішення, задачі розділення ЕКГ на окремі цикли вимагає застосування досить складних алгоритмів виявлення QRS-комплексів.

Ще більш серйозні проблеми викликає задача побудови ефективних алгоритмів усереднення ЕКГ циклів у часовій області. Спостереження показують, що при зміні ЧСС не тільки змінюється загальна тривалість циклів, але і співвідношення тривалостей окремих фрагментів цих циклів. Тому тривалість комплексу QRS в меншій мірі пов'язана зі зміною ЧСС, ніж з тривалістю зубців Р і Т. Тож для коректної оцінки еталона потрібно поєднати в часі окремі фрагменти циклів, які усереднюються, що значно ускладнює алгоритми обробки ЕКГ у часовій області.

Для вироблення підходів до автоматичної ідентифікації порушень в роботі серця необхідно побудувати модель еталонного сигналу, що поставлено за мету даної роботи, аналіз моделі допоможе швидко визначити ефективність і доцільність застосування відповідних програмних засобів.

*Науковий керівник: Осадчий О.В. асистент кафедри ВП*

---

---

УДК 616-7

Рубан М.Л.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

### Силіконові присоски як датчик пульсометра

Останнім часом досить поширеним набуває в Україні така проблема, як ожиріння. Це пов'язано, що люди все менше та менше часу приділяють активному способі життя та харчуються «швидкою їжею». Як наслідок, через ожиріння серцю стає все тяжче працювати. Для контролю роботи серця, відстеження навантажень на серце та його реакції слід використовувати пульсометри, що дозволяє запобігти виникненню захворювань та їх ранній діагностиці.

Пульсометр - це один з простих у використанні приладів, досить простий і ефективний діагностичний прилад, що поширене використовується в спортивній медицині. Найбільш вживаними пульсометрами є апарати саме з нагрудним датчиком.

Основний принцип дії пульсометра полягає в наступному, електронні сигнали роботи серця, що виникають в результаті його скорочень, передаються від датчика до приймаючого пристрою, їх обробляє і виводить на дисплей. Крім того, дані, які відображаються на екрані, можна зберігати і відтворювати після тренування.

Існує одна особливість використання даних приладів, для добого контакту з тілом, електроди датчика необхідно змастити гелевмісним гелем на водній основі, але не завжди під час тренування поруч знаходиться ємність з даними гелем. І якщо електрод від'єднався від тіла, то встановити на зворотне місце його майже неможливо без застосування гелю.

Для спрощення використання пульсометра пропонується виготовляти присоски для електродів датчика з силікону [1]. Силікон забезпечується шорсткістю поверхні Ra 0,8 мкм, є приємним на дотик, не пошкоджує поверхню шкіри і досить легко і зручно встановлюється без використання гелевмісних гелів [2]. Кількість використовуваних присосок 2-4 штуки (залежно від кількості електродів), незначного діаметру , а саме від 5-10 мм.

Присоски не зіпсують естетичний вигляд людини. Датчик можна носити під будь-яким одягом і він не є помітним.

#### Література

1. 21 CFR 177.2600 «Гумові вироби, призначення для багаторазового використання» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://www.fda.gov/>
2. ГОСТ Р 50444-92 «Приборы, аппараты и оборудование медицинские». – Москва.: Госстандарт России, 1993.

Науковий керівник: Осадчий О.В. – асистент.

УДК 612.796:621.373.826

Чупика Б.С., студент; Ляшенко О.Г., студентка  
Національний техніческий університет України  
«Київський політехнічний інститут», г.Київ, Україна

## **Температурные эффекты происходящие в биологических тканях при хирургическом воздействии лазерным излучением на кожу человека**

Лазерная хирургия применяется во многих сферах медицины. Благодаря этому методу открылись новые возможности в хирургии и микрохирургии, так как фокусировка лазерного луча позволяет проводить микро воздействие с точностью до 10 мкм (нейрохирургия).

Действие лазера в хирургии (в качестве режущего инструмента или коагулятора) основано на превращении электромагнитной энергии в тепловую.

Все виды лазерных вмешательств в дерматологии могут быть условно подразделены на два типа:

1. Операции, в ходе которых проводят абляцию участка пораженной кожи, включая эпидермис. Это процесс ликвидации участка живой ткани непосредственно под действием на нее фотонов лазерного излучения.

2. Операции, нацеленные на избирательное удаление патологических структур без нарушения целостности эпидермиса [1].

Излучение большинства используемых в хирургии лазеров лежит в видимой и ИК областях спектра.

Так, например, ИК-излучение Er:YAG лазера (2,9 мкм) и CO<sub>2</sub> лазера (10,6 мкм) высокоэффективно поглощаются молекулами воды и имеют глубину проникновения не более 10 мкм. Основное тепловыделение происходит в поверхностных слоях.

Лазеры на красителях (585нм), Nd:YAG лазера (532нм) в основном поглащаются меланином и оксигемоглобином (глубина составляет 0,5-2,5мм). Такие лазеры позволяют осуществлять более глубокое воздействие – коагуляция сосудов, удаление пигментных новообразований и т.д.

Наиболее широкое применение и наибольшую глубину проникновения (до 8мм) имеют диодные лазеры, где рассеяние доминирует [2].

Таким образом можно сделать вывод, что применение лазерных излучений в дерматологии способно вызвать температурные изменения как на поверхности кожи, так и в ее глубинных слоях.

### **Литература**

1. О.В. Шептий. Основные принципы и биологические механизмы воздействия лазерного излучения на кожу, [«Лазери&Эстетика», №01/2012 \(3\)](#).
2. С. В. Ключарева, В. М. Журба, В. А. Ефремов. Применение полупроводниковых лазеров в дерматологии. 2008.

*Научный руководитель: д.т.н., профессор Румбешта В.А.*

---

---

УДК 616-71

Кузіч О.М., студент, Божеску А.О., студент  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»  
**Центрифуги**

Центрифуги, як технологічне обладнання, використовуються в різних галузях промисловості (великогабаритні конусні газові центрифуги для збагачення урану, малогабаритні медичні центрифуги для аналізу крові, центрифуги, що створюють штучну гравітацію, побутові віджимні центрифуги). Головними параметрами, що визначають основні технічні характеристики центрифуг і впливають на вартість машини, є: плече (базовий радіус), діапазон відтворюваних прискорень, маса і габаритні розміри об'єкта, похибка відтворення прискорення.

В роботі розглянуто потужність опору обертанню роторів центрифуг, що складається з трьох складових[1]: розгону і гальмування ротора, подолання аеродинамічного опору, подолання сил тертя в опорах мотор-шпинделя.

Можно зробити припущення, що перша і третя складові оцінюються відносно просто, оскільки потужність аеродинамічних втрат істотно залежить від розмірів і форм роторів, випробовуваних об'єктів і камер, в яких вони обертаються, і для високошвидкісних центрифуг може складати сотні кВт.

Розглянуто та проаналізовано лабораторний відцентровий стенд [2], що призначений для моделювання та дослідження аеродинамічних втрат, а також налагодження програмного забезпечення та відпрацювання типових законів впливу на випробовувані вироби. Стенд включає в себе центрифугу пристрій керування центрифугою у вигляді стійки управління і пульта управління зі спеціальним програмним забезпеченням, що передбачає дослідження впливу різних конструктивних реалізацій роторів, кожухів та геометрії виробів на аеродинамічні втрати.

Також, крім дослідження аеродинамічних втрат лабораторний стенд в подальшому можно використовувати для візначення різних характеристик центрифуг, що дозволить оцінити точність відтворення параметрів руху, відлагодити програмне забезпечення, виконати настройку контурів пристройів керування, відпрацювати закони руху та проаналізувати нові конструктивні елементи та комплектуючі.

Науковий керівник: Яковенко І.О., асистент.

УДК 620.111.3

Яструбов А.О., магістрант; Галаган Р.М., ст. викл., к.т.н.,  
Національний технічний університет України “КПІ”

## **Аналіз сучасного стану патентної активності в області акусто- емісійного контролю цистерн**

Для подальшого створення нових або покращення існуючих приладів дуже важливим є ефективний аналіз патентної інформації в області дослідження. На основі аналізу такої інформації можна зробити висновок про доцільність подальшого проведення власних розробок, а також способи їх вдосконалення.

Перевагою сучасних патентних досліджень є те, що для пошуку патентної інформації можна використовувати безкоштовні бази патентів в мережі Інтернет, наприклад: ukrapatent.org – українська база, findpatent.ru – російська база, ep.espacenet.com – європейська база, uspto.gov – патентна база США. В результаті проведених патентних досліджень (глибина пошуку становила 15 років) в області акусто-емісійного контролю цистерн виявлено: 0 патентів України, 8 патентів Росії, 5 патентів США, 3 патенти Євросоюзу.

Серед європейських розробок можна виділити розробку приладу корейської компанії «KOREA MACH & MATERIALS INST» для контролю контейнерів з газом (патент № 101246594). Основною особливістю приладу є реєстрація декількох параметрів сигналу акустичної емісії та їх обробка за допомогою нейронних мереж.

Серед американських патентів можна відзначити значну частину робіт з приводу моніторингу появи дефектів та розшифрування акусто-емісійного сигналу, зокрема за допомогою використання нейронних мереж.

Серед російських можна відзначити патент на прилад з одноканальною апаратурою з акустичним перетворювачем (№ 2210766) та багатоканальною системою датчиків (№ 2431139), за допомогою якої визначають координати дефектів і судять про ступінь їх небезпеки. В патенті Російської Федерації № 2265817 запропонований метод контролю, який відрізняється від попередніх тим, що додатково використовують датчик акустичної емісії, поміщений всередину контролюваного резервуара і занурений в продукт, яким заповнений резервуар.

За проведеними дослідженнями було поставлено задачу вдосконалення багатоканальної системи акусто-емісійного контролю, зокрема визначення оптимального розміщення датчиків на об'єкті контролю та розробка спеціалізованої нейронної мережі.

*Науковий керівник ст. викл., к.т.н., Галаган Р.М.*

---

---

УДК 620.179.16

Студент гр. ПК-31м (магістрант) Ковтун Г.М.

Студент гр. ПК-01 Топиха Д.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

### Беспроводной ультразвуковой дефектоскоп на базе Linux

Современное приборостроение невозможно приставить без микропроцессоров начиная от мобильного телефона, дефектоскопа и заканчивая рефрижераторной установкой. Микропроцессоры завоевали свою популярность возможностью автоматизировать технологические процессы. В свою очередь компьютерную технику не возможно представить без операционной системы (ОС).

В нашей разработке было предложено использовать ОС Linux. Данная ОС является альтернативой в противовес коммерческим конкурентам. Для дефектоскопии эта ОС интересна возможностью создания разнообразного программного обеспечения, которое позволит применять различные методы (преобразования Гильbertа, Фурье и тд.) для обработки и оцифровки несущих сигналов. Благодаря тому что Linux портирован на очень большое количество процессорных архитектур в тестовом образце был использован процессор на базе ARM STM32F407 компании STMicroelectronics. Он имеет необходимое количество интерфейсов и высокое быстродействие (168MHz CPU, 210 DMIPS, 2xUSB OTG, 6xUSARTs, 12-bit ADC).

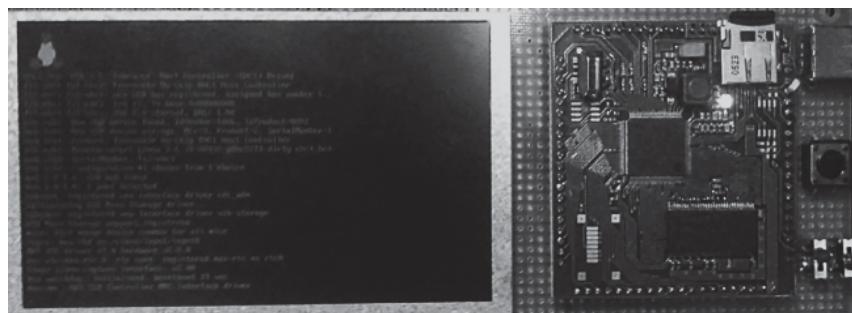


Рис.1 Беспроводной ультразвуковой дефектоскоп МД-1

В нашем дефектоскопе был использован беспроводной интерфейс Wi-Fi. Это дает возможность сократить временные затраты, уменьшить количество обслуживающего персонала при контроле существенно отдаленных объектов (имеющих большую протяженность, отдаленных от оператора и тд.) и не нуждается в использовании соединительных кабелей, что в свою очередь облегчает оператору процесс контроля и позволяет работать в каком-угодно пространственном положении одной рукой.

К.т.н., доцент Петрик В.Ф.

УДК 620.179.16

*Студент гр. ПК-01 Бутко А.С.*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»*

### **Беспроводные технологии передачи данных в дефектоскопии**

Целью внедрения беспроводных технологий является упрощение процесса получения и передачи данных в системах неразрушающего контроля, высокая достоверность передачи данных за счет использования цифровой обработки информации и передачи ее непосредственно от первичного преобразователя к блоку обработки данных (персональный компьютер, на котором будет осуществляться запись, анализ получаемых данных и управления процессом диагностики).

Такой образ может быть реализован с помощью устройства, в состав которого входят: первичный преобразователь, аналоговый блок, блок аналого-цифрового преобразования, блок управления, блок беспроводочной передачи данных и источник питания.

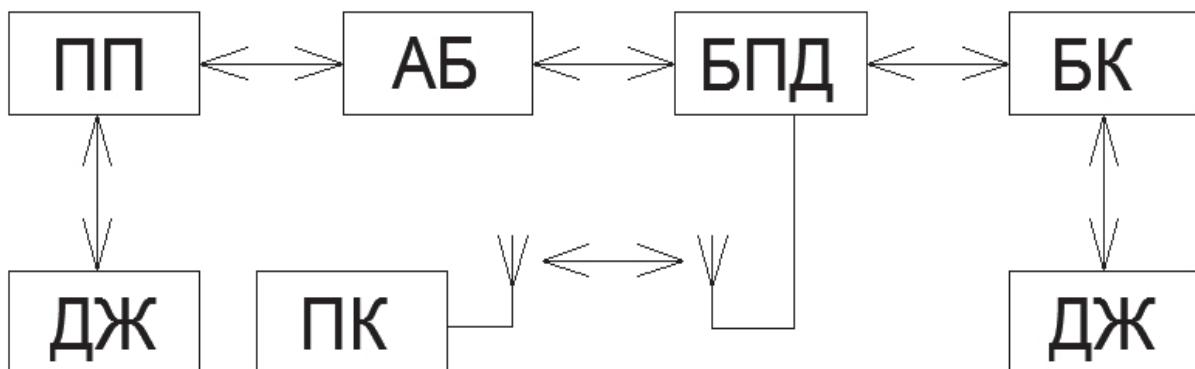


Рис. 1. Схема функциональная обобщена

ПП – первичный преобразователь; АБ – аналоговый блок; БПД – блок беспроводной передачи данных; БК – блок управления; Дж – источник питания; ПК — персональный компьютер.

Подача заданного сигнала на ОК и регистрация сигнала ответа осуществляется с помощью первичного преобразователя, аналоговый сигнал из которого превращается в цифровой и с помощью блока беспроводной передачи данных передается на ПК или другое устройство управления, обработки и систематизации данных, которые осуществляют управление прибором и несут техническую информацию о состоянии объекта контроля в ходе его сканирования.

К.т.н., доцент Петрик В.Ф.

---

---

УДК 615.47

*Корогод А.С. магістрант*  
НТУУ «Київський політехнічний інститут, м.Київ»

**Використання фотометричної стерео-ендоскопії для візуалізації  
захворювань на початкових стадіях**

Ефективність сучасних методів ендоскопічної діагностики та лікування заснована на застосуванні досконалої апаратури, що дозволяє чітко візуалізувати досліджуваний об'єкт і здійснювати при необхідності додаткові діагностичні та лікувальні маніпуляції. Використання відео-ендоскопів і спеціальних засобів дає можливість найбільш повно (у тому числі і колегіально) оцінювати інформацію і архівувати матеріал.

Предметом дослідження за допомогою ендоскопії в гастроентерології можуть бути практично всі відділи кишкової трубки, а при використанні комбінованих і спеціальних методик - жовчовивідні шляхи, підшлункова залоза, печінка і регіонарні органи і тканини. Серед захворювань стравоходу найважливіше місце займають його пептичні виразки (зокрема стравохід Баррета), що розглядаються насамперед у контексті передракових змін.

Але на сьогоднішній день ендоскопи, що використовуються медичними закладами, не завжди можуть виявити перераховані хвороби на початкових стадіях. Для підвищення точності діагностики пропонується використовувати фотометричну стерео-ендоскопію. Даний вид ендоскопії може додавати топографічні вимірювання для звичайного кольору зображень, що у свою чергу збільшує можливість виявлення уражень на початкових стадіях і поліпшити точність класифікації хвороби.

Нами було створено модель прототипу фотометричного стерео-ендоскопа на базі камери з USB-підключенням до комп'ютера та програмне забезпечення, написане на мові програмування Python з відкритою ліцензією.

Одною з переваг даного пристроя є його програмне забезпечення, написане на мові програмування Python, як зазначалось вище, тому що дана мова є крос-платформна, тобто може використовуватися різними операційними системами комп'ютерів та мобільних пристройів.

Дослідження показали, що при фотометричній стерео-ендоскопії отримані результати є більш точними ніж при звичайній ендоскопії, а також даний пристрій може використовуватися як мобільний пристрій у каретах швидкої допомоги.

Наук. керівник: Лігоміна С.М., ст. викладач

УДК 620.179.16

*Козловський А.Г., студент  
НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна*

## **Дослідження ЕМА перетворювача стосовно контролю залізниці**

В роботі приведені дослідження електромагнітно-акустичного (ЕМА) перетворювача стосовно контролю залізниці. Показано, що особливе місце для контролю рейок займає ультразвуковий метод контролю.

ЕМА перетворювач складається з вузла підмагнічування, провідників – випромінювача і провідників - приймача.

Суть ЕМА методу полягає у збудженні та реєстрації пружних хвиль в контролюєму об'єкті без акустичного зв'язку між перетворювачем і об'єктом контролю. Показано перспективність цього методу стосовно контролю залізниці.

Під час дослідження використовувалися основні характеристики середовища контролю і параметрів ЕМА перетворювачів. Розглянуто та описано процес контролю рейок, наведені переваги та недоліки щодо самого процесу вимірювання.

Запропонований ЕМА перетворювач для збудження акустичної хвилі на поверхні рейки, що складається із П - подібного магнітоводу, який повторює форму головки рейсів, за допомогою якого можливо виконувати контроль поверхні залізничних рейок завдяки відповідній формі торців магнітоводів.

Для зміни напруженості та інших характеристик джерела магнітного поля використовують ЕМА перетворювачі з рухомим магнітом.

За допомогою математичного моделювання досліджено вплив відстані від провідників до поверхні об'єкта контролю. Наведено залежність параметрів ЕМА перетворювача, таких як: зміна кута, відстані до поверхні об'єкта контролю, на ефективність контролю.

Відповідно до параметрів, що впливають на формування акустичних хвиль і геометричних параметрів залізничних рейок, запропонована схема ЕМА перетворювача для їх контролю, що дозволяє оперативно проводити контроль на встановленій ділянці рейок. Наведено рекомендації про положення перетворювача під час контролю.

**Ключові слова:** ЕМА, перетворювач, акустичність, неруйнівний, контроль.

*Науковий керівник: Подолян О. О. асистент.*

---

---

УДК 620.179.14

Тесленко В.Ю., студент;

Національний технічний університет України "Київський Політехнічний Інститут",  
м.Київ, Україна

## Дослідження формування магнітного поля електромагнітно – акустичним перетворювачем

Для реалізації електромагнітно-акустичного (ЕМА) методу паралельно поверхні контролюваного об'єкту поміщається система провідників. Локальна ділянка даної поверхні піддається впливу магнітного поля. Одночасно з цим, по провідникам пропускається струм, який в загальному випадку змінюється по гармонійному закону. Під впливом струмового сигналу в поверхневому шарі об'єкта контролю індукують вихрові струми. Взаємодія первинного і наведеного струмів призводить до появи тисків, що змінюються з ультразвуковою частотою.

Зовнішнє магнітне поле сильно впливає на процес формування акустичної хвилі. Одночасно з цим, зовнішнє магнітне поле впливає і на процес поширення акустичної хвилі в об'єкті контролю, впливаючи на доменні структури речовини, змінюючи тим самим загасання ультразвуку. Крім того, параметри відбитої від дефекту акустичної хвилі оцінюються за вихровими струмами, що виникають в результаті взаємодії силових ліній магнітного поля з частинками речовини.

Показано, що параметри магнітного поля визначають ефективність всього процесу контролю об'єкта ЕМА методом. Проаналізовані експериментальні дослідження, що проводилися різними авторами, дозволяють зробити висновок, що для більшості феромагнітних сталей існує оптимальна напруженість зовнішнього магнітного поля, при якій ефективність неруйнівного контролю ЕМА методом буде максимальною.

Встановлено, що магнітні системи ЕМА датчиків апаратури неруйнівного контролю повинні забезпечувати адаптивне регулювання магнітної індукції в контролюваному об'єкті з метою вибору її оптимального значення. Задача найбільш актуальна при контролі об'єктів, що знаходяться під впливом сильних зовнішніх магнітних полів.

Проведений аналіз показав, що для формування магнітного поля із заданими характеристиками в електромагнітно-акустичних перетворювачах систем неруйнівного контролю, як джерело магнітного поля застосовані як електромагніти, так і постійні магніти.

Керівник: Подолян О.О., асистен

УДК 620.179

Животовська А.В. магістрант

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м Київ, Україна

### **Експресний контроль якості нафтопродуктів**

Питання контролю якості нафтопродуктів щораз більше набуває актуальності.

Укомплектованість пересувних лабораторій для перевірки якості нафтопродуктів таким обладнанням може бути певною гарантією ефективності контролю. В сучасних лабораторіях здійснюються випробування на перевірку якості бензину та дизельного пального за більш ніж 15 різноманітними показниками на зразок детонаційної стійкості (показники октанового числа), вміст сірки у пальному, на наявність різних домішок, води, смол тощо. В даній роботі розглядається можливість виконання експрес контролю нафтопродуктів за результатом визначення одного інтегрального параметру - діелектричної проникності нафтопродукту.

Визначення діелектричної проникності забезпечується шляхом взяття проби палива об'ємом менше ніж 20г. у пробірку з вимірювальним перетворювачем – циліндричним конденсатором, ємність якого включена до складу резонансного контуру генератору. Значення діелектричної проникності контролюваного палива визначається співвідношенням:

$$\varepsilon = \frac{C \cdot \ln \frac{r_2}{r_1}}{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot h}$$

Діелектрична проникність бензину чи дизельного палева є показником якості та залежить від вмісту в ньому вологи, сірки та інших домішок. Безперечно, цей параметр не забезпечує однозначний та гарантований контроль якості у відповідності до сучасних стандартів, проте його значення здатне уберегти споживача від використання бракованого(небезпечного) палива

проф., д.т.н Маєвський С.М.

---

---

УДК 615.471+681.1

Роєнко К.С., магістрант 5 курса, кафедра ПСНК  
Національний техніческий університет України  
«Київський політехнічний інститут»

**Исследование перспективности применения  
перистальтических насосов на основе  
пьезоэлектрических двигателей для микродозирования**

На данном этапе развития технической и медицинской диагностики актуальной проблемой является необходимость обеспечивать точное дозирование различных контрастных и флуоресцентных жидкостей для капиллярного метода контроля. Наиболее актуальным это является для сферы медицинской диагностики, где неточная дозировка препаратов может губительно воздействовать на организм человека. В данном исследовании анализируется аппаратный способ введения микродоз препаратов посредством использования перистальтических микронасосов.

В работе рассматривается схема перистальтического микронасоса на основе пьезодвигателя, в которой угол перемещения роликов пропорционален длительности импульса управления. Благодаря этому возможно осуществлять инъекции доз препаратов объёмом от 2 нл, что существенно превышает показатели других систем микродозирования.

Для доказательства рациональности использования исследуемой схемы был проведен сравнительный анализ по основным техническим характеристикам между различными системами микродозирования. В результате анализа было установлено, что по производительности и точности дозирования перистальтические микронасосы опережают остальные системы. Также было проведено исследование предлагаемой схемы перистальтического насоса на основе пьезоэлектрического двигателя, её преимущества по сравнению с микронасосом на индукционном электромагнитном двигателе. По таким основным параметрам, как скорость вращения и размер минимальной дозы инъекции, показатели рассматриваемой схемы на основе пьезоэлектрического двигателя на порядок лучше показателей устройства с другим типом двигателя. Исследуемая схема может работать как в непрерывном, так и в шаговом режимах, что также является бесспорным преимуществом по сравнению с аналогичными устройствами.

Проведенное исследование позволяет утверждать, что использование перистальтических насосов для осуществления микродозирования, в частности, использование перистальтических насосов с пьезодвигателями, является очень перспективным направлением как в технике, так и в медицинской практике.

*Научный руководитель: Павленко Ж.А., ст. преподаватель, кафедра ПСНК*

УДК 534.86

*Роєнко К.С., магістрант 5 курса, кафедра ПСНК  
Національний техніческий університет України  
«Київський політехнічний інститут»*

**Исследование эффективности включения  
первичного преобразователя в состав резонансного контура  
при вихревоковом контроле**

На достоверность результатов вихревокового метода неразрушающего контроля могут оказывать влияние наличие зазора между преобразователем и объектом контроля, изменения электрических или магнитных свойств исследуемого объекта. Из перечисленных факторов наибольшее влияние на результат контроля оказывает наличие непроводящего зазора.

В данном исследовании проводится анализ возможных вариантов решения проблемы неоднозначности результатов вихревокового контроля вследствие наличия зазора. Был проведён анализ существующих методов разделения влияния дефекта и зазора на результат измерения: фазового, частотного, механического, конструкционного и резонансного. Для перечисленных методов были определены преимущества и недостатки, на основе чего последний метод был выбран как наиболее эффективный. Резонансный метод основан на том, что при работе на определённой частоте ( $\omega_{раб}$ ) появление зазора и дефекта приводят к различным изменениям выходного напряжения контура. Предлагается схема прибора, в котором два идентичных контура находятся в режимах холостого хода и нагрузки на бездефектном участке. Меняя частоту входного сигнала, находится рабочая частота, при которой напряжения на выходах обоих контуров равны. На полученной частоте проводится дальнейший контроль потенциально опасных участков объекта контроля. На этой частоте появление зазора в области вихревых токов приводит к уменьшению выходного напряжения контура, а появление дефекта – к увеличению. Таким образом, в данном методе разделение влияния зазора и дефекта проводится путём определения полярности выходного напряжения, что является преимуществом, т.к. детектирование амплитуды проще реализовать чем детектирование фазы. Применение резонансного метода позволяет контролировать на высоких частотах, что приводит к улучшению показателя разрешающей способности.

На основе проведённого исследования можно утверждать, что включение вихревокового преобразователя в состав резонансного контура гарантирует более высокую точность и однозначность результатов контроля по сравнению с другими методами разделения влияния зазора и дефекта.

*Научный руководитель: Маевский С.М., д.т.н., проф., кафедра ПСНК*

---

---

УДК 620.179.14

Торопов А.С., Дия Абдурауф, аспиранти

Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля,  
г. Луганск, Украина

### Контроль параметров сварного шва

Вихревоковые приборы эффективно используются при неразрушающем контроле качества материалов изделий, для обнаружения в них несплошностей – трещин, раковин и т.д. – при контроле непроводящих материалов и диэлектрических защитных покрытий на наличие металлических включений, для обнаружения взрывоопасных и других металлических объектов. При этом требуется не только обнаружить локальную неоднородность контролируемой среды, но и произвести идентификацию ее параметров: размеров, формы или электрофизических свойств. Известные приборы обнаружения неоднородностей (дефектоскопы, структуроскопы и металлодетекторы) не позволяют осуществить их селективный контроль и произвести идентификацию по основным параметрам. В качестве примера можно привести задачу определения положения сварного шва на трубе с точностью равной половине ширины сварного шва. Сложности при решении данной задачи связаны, прежде всего, с неидентичностью каждого сварного шва и пришовной области, особенно после его зачистки и последующей коррозии. Современные условия производства требуют обнаружить сварной шов за два оборота трубы при скорости вращения 1 об/с с вероятностью 96 – 97%.

Решение данной задачи возможно сегодня вихревоковым методом. Исследование вторичных полей электропроводных ферромагнитных тел при малых значениях обобщенного параметра показало, что для определения параметра объекта целесообразно использовать фазовые соотношения выходных характеристик ВТП. Это связано с тем, что фазы напряженностей вторичных полей практически не зависят от положения локальной неоднородности относительно ВТП, а определяются геометрическими и электрофизическими свойствами контролируемого объекта, а также частотой возбуждающего тока преобразователя.

В общем случае геометрические и электрофизические параметры объекта могут быть определены из системы трансцендентных уравнений при различных частотах, число которых равняется числу контролируемых параметров. На основании полученных решений строится многочастотная система распознавания геометрических и электрофизических параметров локальных неоднородностей и разрабатывается алгоритм ее функционирования.

Научн. руководитель: Мирошников В.В., зав. кафедры “Приборы”, профессор

УДК 620.179.14

Ливцов Ю.В. асп., Безкоровайний А.С. студ., Чуяс С.А. студ.  
Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

## Магнитный метод контроля качества упрочнения поверхностного слоя осей подвижного рельсового состава

Оси подвижного состава, как детали, воспринимающие контактные нагрузки, относятся к наиболее ответственным элементам. Наиболее рациональным способом устранения снятия рабочих поверхностей деталей, искажение их форм, изменения расчетных зазоров между деталями является упрочнения поверхностного слоя.

Основными параметрами технологического процесса упрочнения поверхности путем накатки является микротвердость поверхностного слоя металла и его глубина. Твердость при таком способе определяется по методу Викерса, а за глубину слоя металла с повышенной твердостью принимают расстояние от поверхности оси с максимальной твердостью до глубины с исходящим значение твердости, соответствующей твердости не упрочненного накаткой металла.

Для оперативного контроля разработан и получил приборную реализацию магнитный метод контроля качества упрочняемого слоя оси. [1]

Измерительный преобразователь прибора представляет собой П-образный электромагнит, в магнитопроводе которого размещены датчики Холла для измерения индукции и стержневой феррозонд для фиксации напряженности магнитного поля. В обмотку П-образного электромагнита ступенчато подается ток и происходит намагничивание локального участка оси по кривой намагничивания. Предварительно в обмотку электромагнита подается убывающий по амплитуде синусоидальный ток. После достижения максимального значения намагченности под полюсами электромагнита, ток в обмотке уменьшиться до нуля, этот факт фиксируется феррозондом, одновременно определяется остаточная индукция контролируемого материала.

Полученные данные поступают в компьютер, с помощью которого определяются максимальные значения дифференциальной магнитной проницаемости на «спинке» петли гистерезиса, величина которого несет информацию о глубине упрочненного слоя.

Разработана математическая модель магнитного поля в магнитопроводе датчика, в упрочненном слое металла и в сердцевине оси, которая представляет собой систему из трех нелинейных векторных уравнений, которые редуцируются к системе алгебраических уравнений и решаются численным методом.

Руководитель – Яковенко В.В. проф., д.т.н.

УДК 620.179

Животовська А.В. магістрант

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»**Мікроманіпулятори з використанням біморфних п'єзоелектричних перетворювачів**

Створення мікропереміщень робочих органів (РО) систем неруйнівного контролю для медицини (мікроін'єкторів, мікропіпеток тощо) є дуже актуальним. Вирішення проблеми створення мікропереміщень за допомогою традиційних електромеханічних систем натикається на ряд технічних труднощів. Наприклад, при роботі на низьких швидкостях традиційні електромашинні пристрої працюють в нестійких режимах, що викликає небажані нерегулярні коливання РО. Тому в мікроманіпуляторах широко застосовують п'єзоелектричні двигуни та п'єзоперетворювачі, які мають багато переваг: точність позиціювання, безінерційність, великий момент самогальмування, мініатюрність. Проведений порівняльний аналіз ефективності використання п'єзовдвигунів наведений на рис.1

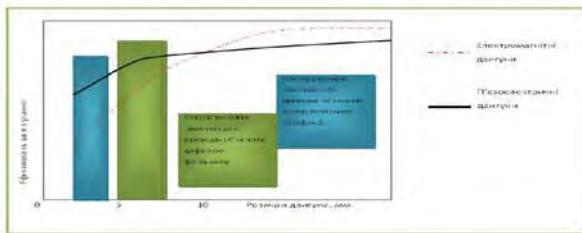


Рис.1

Перспективним є використання біморфних п'єзоперетворювачів (БПП), що складаються з двох чи трьох п'єзокерамічних пластин з відповідним напрямом векторів поляризації і металевої ресори, склеєних між собою рис 2, рис.3

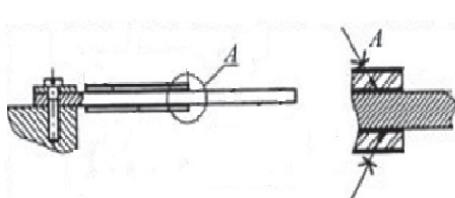


Рис.2.

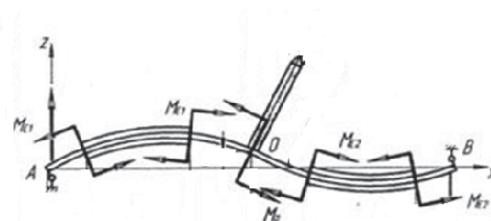


Рис.3.

Застосовуючи дві чи три, з'єднані певним чином, п'єзокерамічні пластини БПП з керованою деформацією, можна на виході отримувати дві чи три ступені вільності, тобто робочий орган матиме незалежні рухи вздовж двох або трьох обраних осей координат.

Проводяться дослідження можливості застосування різних зразків п'єзокераміки і конструкцій перетворювачів, вплив різних параметрів п'єзокераміки на створювані переміщення.

Науковий керівник ст.викладач Павленко Ж.О.

УДК 621.179

*Ходневич С. В.*  
НТУУ „КПІ”, ПБФ, ПСНК  
**Моделювання**  
**електромагнітно-акустичних перетворювачів в програмному**  
**середовищі ELCUT**

Останнім часом зрос інтерес до використання в неруйнівному контролі безконтактних електромагніто-акустичних перетворювачів - ЕМАП, які мають ряд переваг: відсутність контактної рідини, відсутність попередньої підготовки поверхні об'єкта контролю (ОК), висока швидкість сканування, можливість роботи з об'єктом контролю при високій температурі.

Основним елементом ЕМАП є котушка збудження/прийому, від конструкції якої залежить ефективність роботи давача. Існує дві технології виготовлення котушок: з використанням намотаних елементів і з використанням технології друкованих плат.

В даній доповіді описується технологія моделювання ЕМАП з використанням намотаних елементів і з використанням технології друкованих плат.

Створений перетворювач був промодельований в ELCUT. ELCUT – це потужний сучасний комплекс програм для інженерного моделювання електромагнітних, теплових і механічних задач методом кінцевих елементів, який має наступні переваги: російськомовний інтерфейс, простота опису навіть складних моделей, широкі аналітичні можливості комплексу та висока ступінь автоматизації всіх операцій.

Досліджувались параметри ЕМАП та вплив на них зазору між елементами перетворювача та ОК.

Виходячи з отриманих під час моделювання даних можна зробити висновки: зі збільшенням величини зазору між контактуючою поверхнею давача і ОК, глибина проникнення і густина вихрових струмів, що наводяться в ОК, зменшуються, при збільшенні величини зазору індуктивність давача збільшується.

керівник – ст.в. Лігоміна С.М.  
НТУУ „КПІ”, ПБФ, ПСНК

УДК 620.179;004.75

Черновский Т.А., студент гр. ПК-01  
Лашко Е.В., асистент ПСНК  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

## Перспективы применения распределенных вычислений в неразрушающем контроле

В мире высоких технологий в настоящее время начинается новый этап технического переоснащения. Наиболее перспективные области науки и техники (энергетика, биотехнологии, космос, управление климатом и т.п.) требуют все возрастающего объема компьютерных вычислений. Данные потребности способствовали развитию распределенных вычислений и возникновению облачных вычислений и грид-технологий.

Облачные вычисления (англ. cloud computing) - технология распределённой обработки данных, в которой компьютерные ресурсы предоставляются пользователю как Интернет-сервис с использованием веб-технологий. Грид - географически распределенная инфраструктура, объединяющая множество ресурсов различных типов (процессоры, память, системы хранения информации, сети и др.).

Проанализировав англо-, русско- и украиноязычные источники можно сделать вывод, что на данный момент возможности применения распределенных вычислений в неразрушающем контроле мало исследованы. Среди немногочисленных работ в этой области можно отметить предложенную немецкими учеными схему реализации реконструкции томографического изображения с применением параллельных вычислений. Китайские исследователи видят развитие интегрированных технологий неразрушающего контроля в привлечении к обработке данных облачных вычислений.

Применение распределенных вычислений в общем случае может быть предложено для организации передачи, обработки и хранения больших объемов дефектоскопических данных (например, при многопараметрическом контроле), а также при решении задач удаленного контроля.

Ключевые слова: распределенные вычисления, грид-технологии, облачные вычисления, неразрушающий контроль, обработка данных.

Лашко Е.В., асистент кафедры  
приборов и систем неразрушающего контроля

УДК 620.79.14

Жарынин Д.В. (аспирант), Попов Г.П. (аспирант), Матвиенко В.Ю. (студент)

Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля

## Прибор контроля эффективности работы железоотделителя

Эффективность работы железоотделителя (ЖО) определяется следующим соотношением (коэффициентом эффективности):

$$k = \left[ (n - n_0) / n \right] \cdot 100\%,$$

здесь  $n$  – общее количество ферромагнитных тел (ФТ) на конвейере;  $n_0$  – количество неизвлечённых ЖО ФТ.

Для определения коэффициента эффективности необходим прибор для обнаружения ФТ в потоке материала на конвейере после ЖО. Наиболее достоверную информацию о присутствии ФТ в потоке материала может дать прибор, использующий магнитометрический метод, обладающий большей чувствительностью и меньшим порогом чувствительности, чем широко используемый электромагнитный. ФТ намагничиваются в области действия ЖО.

В качестве магнитоизмерительного преобразователя выбран феррозонд второй гармоники, обладающий порогом чувствительности 0,5-2 А/м, температурной и временной стабильностью параметров. Для определения параметров измерительного тракта проведён расчёт магнитного поля рассеяния намагниченных ФТ различной формы и расположенных на разном расстоянии до точки измерения поля феррозондом. Расчёт производится путём решения уравнения

$$4\pi \bar{H} = \text{grad} \left[ \int_V \frac{\text{div} \bar{M}}{R} dV - \iint_S \frac{M_n}{R} dS \right], \quad (1)$$

где  $\bar{H}$  – вектор напряжённости магнитного поля;  $\bar{M}$  – вектор намагниченности в объёме ФТ;  $M_n$  – нормальная составляющая намагниченности на поверхности ФТ;  $R$  – расстояние между точками наблюдения и источника.

Для численного решения уравнения (1) используется метод, предложенный в [1]. Согласно этому методу интегральное уравнение редуцируется к алгебраической системе уравнений

$$\bar{H}_i = \frac{1}{4\pi} \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^6 (\bar{M}_j \cdot \bar{l}_{nj}) \int_{S_k} \frac{\bar{r}_{ij}}{|\bar{r}_{ij}|^3} dS_j,$$

здесь  $N$  – количество элементарных объёмов, на которые разбивается ФТ,  $r_{ij}$  – вектор, соединяющий точку наблюдения с точкой источника.

Прибор для обнаружения ФТ в потоке немагнитного вещества изготовлен и прошёл промышленные испытания.

Научный руководитель – Яковенко В.В., проф., д.т.н.

---

---

УДК 620.179.16

Павлій А. І.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

### Приминение статистической обработки данных в приборах низкочастотного акустического неразрушающего контроля

Статистические методы анализа данных применяются практически во всех областях деятельности человека. Их используют всегда, когда необходимо получить и обосновать какие-либо суждения о группе (объектов или субъектов) с некоторой внутренней неоднородностью.

Основные статистические методы в себя включают: корреляционный анализ, канонический анализ, методы сравнения средних, частотный анализ, кросstabуляция, анализ соответствий, кластерный анализ, дискриминантный анализ, анализ главных компонент и классификация, многомерное шкалирование, моделирование структурными уравнениями, временные ряды, нейронные сети, планирование экспериментов, карты контроля качества и многие другие.

Реализация приборов низкочастотного ультразвукового неразрушающего контроля (НК) с помощью персонального компьютера (ПК) – перспективное направление развития данного вида НК. Использование ПК открывает новые возможности для минимизации размеров крупных приборов, автоматизации контроля на производстве, управления роботизированными сканерами, реализация многопараметровых систем контроля, управляемых одним ПК. При реализации приборов неразрушающего контроля в среде графического программирования LABVIEW следует учесть сложности подключения первичного преобразователя (ПП) к вычислительной части (в данном случае ПК).

Применение ПК дает возможность использовать более сложные алгоритмы анализа данных, с меньшими затратами времени на обработку.

Так же следует отметить, что портативные компьютеры, производимые сегодня, обладают значительно более высокими вычислительными возможностями, нежели их предшественники 5-10-летней давности. В таком случае следует всерьез рассмотреть возможность создания приборов на базе смартфонов, планшетов и устройств-«трансформеров» на операционных системах iOS и Android.

*Керівник: Галаган Р.М., к.т.н., ст. викладач*

УДК 620.179.13

*Глущенко А.В., студентка*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

**Про особливості УЗНК на базі ФАР**

Радіаційний неруйнівний контроль (РНК) використовується для виявлення дефектів в зразках будь-якого розміру та геометричної складності. Цей контроль заснований на просвічуванні об'єкта контролю (ОК) іонізуючим випромінюванням, яке поглинається та розсіюється. За результатами вимірювання інтенсивності випромінювання, що пройшло через ОК, визначають наявність в ньому дефектів.

Вважається, що дублюючим для РНК є ультразвуковий неруйнівний контроль (УЗНК). Але традиційний УЗНК не може повністю замінити РНК і навпаки. Так дефект типу пори за допомогою УЗНК можна ідентифікувати як точку, і амплітуда відбитого сигналу на екрані дефектоскопа буде прийнятною. При використанні РНК цей же дефект вже буде видно як площину і може виявитися не допустимим за розмірами. Водночас вертикальна тріщина, що збігається занапрямком радіоактивного випромінювання, може бути пропущена з причини недостатнього розподілу інтенсивності просвітлюючих променів.

Основною перевагою радіаційних методів контролю є те, що на отриманих знімках аналізуються образи дефектів з подальшою можливістю їх зберігання та повторного аналізу. Але істотним недоліком РНК є необхідність уникнення небезпечного впливу на обслуговуючий персонал іонізуючого випромінювання і шкідливих газів, які утворюються в повітрі під час процесу контролю, необхідно суворо дотримуватися правила техніки безпеки, встановлені нормативними документами.

Існують нові технології для контролю за допомогою УЗНК які заміняться РНК. А саме: ультразвукові методи з використанням фазованих решіток (ФР) + дифракційно-часовий метод (ToFD).

Технологія ФР зарекомендувала себе як передовий засіб для УЗНК. Методи контролю з використанням ФР дозволяє встановлювати такі параметри як діапазон кутів сканування та фокальну відстань для отримання зображення внутрішнього стану ОК.

Існує стандарт ASME 2235-9:2005 « Use of Ultrasonic Examination in Lieu of Radiography Section I ; Section VIII , Divisions 1 and 2 ; and Section XII » по використанню УЗНК замість РНК . На відміну від традиційного ручного УЗНК, при використанні ToFD та перетворювачів у вигляді ФР відбувається документування результатів контролю з високим ступенем його відтворюваності .

*Науковий керівник: Баженов В.Г., к. т. н., доцент*

---



---

УДК 620.79.14

*Івановский П.Ч., Синан Саад Талиб, Бондарь А.И. студентка.*

*Восточноукраинский Национальный университет им. В.Даля*

### **Расчет магнитного потока в сердечниках феррозонда индуцированного дефектом типа «трещина»**

Большинство теоретических исследований магнитных систем феррозондовых дефектоскопов сводится к определению составляющих векторов напряженности магнитного поля рассеяния дефектов. При этом устанавливается зависимость составляющих вектора напряженности поля рассеяния дефекта от размеров дефекта, магнитных характеристик материала контролируемой детали, от величины и направления намагничивающего поля.

В тоже время наиболее важной информацией является не величина напряженности поля рассеяния, а магнитный поток, индуцированный дефектом в сердечниках феррозонда (ФЗ), его зависимость от параметров сердечников и расположенных на них катушек, а так же от геометрических параметров дефектов и от величины намагничивающего поля. Это дает возможность повысить точность расчета коэффициента передачи измерительного тракта дефектоскопа и обоснованно выбрать размеры сердечников ФЗ.

В докладе предлагается новый подход к расчету магнитного поля индуцированного щелевым дефектом ферромагнитной детали, который основан на теореме о взаимности К.М.Поливанова [2]. Принцип взаимности выражается соотношением

$$\Phi = \frac{\mu_0}{iw} \int_V \bar{H} \cdot \bar{M} dV, \quad (1)$$

здесь  $\Phi$  - магнитный поток в сердечнике создаваемый намагниченным объемом  $V$  с намагниченностью  $\bar{M}$ ;  $\bar{H}$  - вектор напряженности магнитного поля, создаваемого током  $iw$  обмотки расположенной на сердечнике ФЗ.

Приводится метод расчета функции  $\varphi$ , основаны на численном решении интегрального уравнения Фредгольма 1-го рода. Т.о. устанавливается зависимость между параметрами дефекта, параметрами ФЗ, их взаимного расположения, магнитной характеристикой контролируемого металла, величиной поля намагничивания.

Приводятся результаты численного эксперимента по определению магнитного потока в сердечнике полуэлемента ФЗ, индуцированного дефектом в виде «трещины».

#### Література

1. Поливанов К.М. Теоретические основы электротехники. / К.М. Поливанов. – М.: Энергия.1989.- 232с.

*Научный руководитель – Яковенко В.В., проф., д.т.н.*

УДК 620.179.14

Безкоровайний В.С. асп., Точиленко Н.В. студ., Холдобин С.С. студ.

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

## **Расчет магнитных полей дефектов с вынесением вторичных источников поля на поверхность ферромагнетика**

Преобладающие в арсенале теоретического обеспечения магнитной дефектоскопии математические модели дефектов представляют собой аналитические зависимости, основанные на том, что по поверхности дефекта располагаются поверхностные фиктивные магнитные заряды, которые являются источниками поля рассеяния дефектов. Величины этих зарядов, не зависят от геометрических параметров дефектов и определяются на основе анализа экспериментальных данных [1].

В настоящее время существуют методы расчета магнитных статических полей в нелинейных средах, основанные на численных методах решения нелинейных интегральных уравнений, которые позволяют не только учитывать магнитные характеристики материала, но и значительно расширить многообразие геометрических форм дефектов, учесть их положение относительно поверхности металла.

Для того чтобы, используя компьютерную технику, можно было реализовать эти методы на инженерном уровне расчета, необходима адаптация современных методов моделирования поля в нелинейной магнитной среде к расчету поля дефектов.

Перспективным способом упрощения расчета магнитного поля дефектов в нелинейной среде является вынесение вторичных источников поля на поверхность ферромагнитного материала. Основой такого метода являются результаты теоретических исследований Синельникова Д.В., где изложены основы метода расчета магнитного поля в нелинейной ферромагнитной среде путем расчета вынесения вторичных источников на поверхность ферромагнитного металла.

В настоящем докладе приводится методика использования метода вынесения вторичных источников на поверхность области при решении задач дефектоскопии для расчета плоскопараллельного магнитного поля. Разработан алгоритм решения задачи расчета полей рассеяния дефектов несплошности материала для поверхностных и подповерхностных дефектов в приложенном и остаточном полях намагничивания. Произведен анализ результатов расчета и оценка его корректности.

### **Литература**

1. Зацепин Н.М. Магнитная дефектоскопия. /М.Н. Зацепин, Л.В. Коржева./ Наука и техника. – М.:1981. – 108с.

*Научный руководитель – Яковенко В.В. проф., д.т.н.*

УДК 620.179

Лашта Р.В., студентка,  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

## Розрахунок акустичного тракту приладу для акусто-емісійного контролю контактного точкового зварювання

Формування литого ядра точкового з'єднання супроводжується різноманітними фізико-хімічними процесами та виникненням дефектів, які обумовлюють появу сигналів акустичної емісії (АЕ). Прилад для акусто-емісійного контролю точкового зварювання дозволяє стежити за формуванням дефектів литого ядра завдяки аналізу сигналів АЕ.

Одним із важливих факторів конструкції такого приладу являється розрахунок акустичного тракту. Враховуючи, що метод АЕ є пасивним методом контролю, то для нього акустичний тракт буде визначатись шляхом ультразвукової хвилі від дефекту до приймача.

Основні розрахункові співвідношення коефіцієнта залежать від розміру дефекту, відстані до приймача і його положення відносно характеристики направленості приймача. Для розрахунку прийнята базова модель акустичного тракту, в якій передбачається: площа дефекту значно менша площі приймача, приймач знаходиться в дальній зоні поля випромінювання дефекту, дефект формує сферичну хвилю, приймач має безпосередній контакт з об'єктом контролю (ОК). В такому випадку можна записати наступну загальну формулу для визначення коефіцієнту акустичного тракту:

$$K_{AT} = A \frac{S_{\text{деф}}}{\lambda H} T_p R(\theta) \chi(\theta),$$

де  $A$  – коефіцієнт, який враховує початкові енергетичні характеристики сигналу АЕ,  $S_{\text{деф}}$  – площа випромінюючої частини дефекту,  $\lambda$  – довжина хвилі в ОК,  $H$  – шлях від дефекту до приймача,  $T_p$  – коефіцієнт проходження по тиску на межі між приймачем і ОК,  $R(\theta)$  – діаграма направленості випромінювання,  $\chi(\theta)$  – коефіцієнт чутливості приймача в залежності від напрямку на дефект.

Враховуючи, що при АЕ формується сферична хвиля, можна вважати, що  $R(\theta) \approx 1$  в будь-якому напрямі випромінювання. Числові величини  $K_{AT}$  дозволить оцінити послаблення, яке зазнає початковий випромінений імпульс АЕ при поширенні в середовищі, і правильно обґрунтувати вибір елементів електричного тракту дефектоскопу для виявлення сигналів АЕ на фоні завад.

*Науковий керівник: Галаган Р.М., к.т.н., ст. викл. кафедри ПСНК*

УДК 620.179

Свистренко І. Г., студентка

Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ, Україна

## Розробка пристрою для прецизійного вимірювання фазової швидкості ультразвуку

Вимірювання фазової швидкості ультразвукових коливань в різноманітних середовищах досить широко використовується в неруйнівному контролі (НК) та наукових дослідженнях. Вимірювання швидкості ультразвуку допомагає вирішити актуальну проблему НК: визначення степені механічних напружень матеріалів та оцінка запасу їх міцності. Дано задача є актуальною для контролю фізико-механічних характеристик сталевих елементів силових конструкцій. На сьогоднішній день існують різноманітні методи та засоби вимірювання фазової швидкості ультразвуку. Серед методів прецизійного вимірювання можна виділити наступні: 1) методи, засновані на прив'язці до амплітудних характеристик сигналу; 2) методи, засновані на прив'язці до фазових характеристик сигналу; 3) методи, засновані на візуальному спостереженні луно-імпульсів на екрані осцилографа; 4) кореляційні методи; 5) метод автоциркуляції імпульсів.

Для реалізації розглянутих методів застосовують різноманітні засоби НК, кожен з яких має свої переваги і недоліки. Один із варіантів реалізації пристрою для точного вимірювання фазової швидкості представлено на рис. 1.

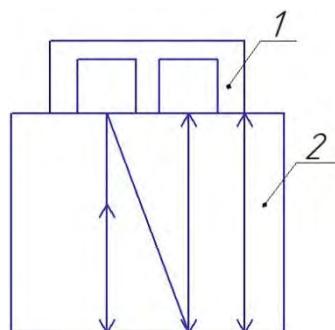


Рис. 1 Схема для вимірювання фазової швидкості ультразвуку: 1 – акустичний перетворювач з розподіленими випромінювачем та приймачем коливань; 2 – об'єкт контролю

Використовуючи даний метод вимірювання фазової швидкості ультразвуку, можливо контролювати векторні величини механічних напружень в конструкційних матеріалах, а також, що є дуже важливим, контролювати степінь втоми матеріалів та визначити їх залишковий ресурс міцності за величиною зміни швидкості розповсюдження ультразвукових коливань.

Науковий керівник: Галаган Р. М., к.т.н., ст. викл. кафедри ПСНК

---

---

УДК 620.179

*Плаксива І.І., студентка,  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

## **Розробка променевої картини акустичного тракту при контролі методом tofd**

Контроль дифракційно-часовим методом (TOFD) заснований на взаємодії ультразвукових хвиль з краями несуцільностей. Головна інформаційна характеристика цього методу – час приходу сигналів по різних шляхах різних типів хвиль. В методі TOFD використовують два перетворювачі, що працюють в роздільному режимі (імпульсний генератор – приймач). Перетворювачі дозволяють створювати в об'єкті контролю поздовжні, поперечні та підповерхневі хвилі, що дозволяє проводити контроль значного об'єму досліджуваного зразка за один цикл вимірювання.

Очевидно, що при розробці променевої картини потрібно враховувати всі типи хвиль. До того ж для кожного типу хвиль та шляхів їх поширення необхідно окремо розрахувати коефіцієнт акустичного тракту. Акустичний тракт – це шлях ультразвукової хвилі від випромінюючого перетворювача до перетворювача-приймача. В цей тракт включаються і власне сам перетворювач – його механічна сторона. Акустичний тракт – це чисто механічний тракт.

Аналіз акустичного тракту в основному зводиться до складання його схеми, розрахунку звукових полів випромінювання-прийому з урахуванням характеристик акустичного тракту.

У випадку використання методу TOFD можна виділити три окремих акустичних тракти: 1) хвиля, що проходить під поверхнею зразка (має найкоротший шлях), 2) хвиля, що відбувається від протилежної сторони (дна) об'єкта контролю (має найдовший шлях), 3) хвиля, що дифрагує на краях тріщини. Загальним для всіх трактів буде проходження хвилі через похилу лінію затримки, після чого необхідно враховувати ефекти трансформації та/або дифракції хвиль на краях тріщини. Також в розроблених моделях трактів враховано, що процеси відбиття та прийому відбуваються в дальній зоні поля випромінювання. Причому як дефект розглядається вертикальна тріщина, що розміщена по центру між випромінювачем і приймачем.

Розрахунки коефіцієнтів акустичних трактів дозволяють оцінити послаблення кожної хвилі (сигналу) за рахунок впливу середовища, що дозволить сформулювати попередні технічні вимоги до електронного тракту дефектоскопу.

*Науковий керівник : Галаган Р.М. к.т.н., ст. викл. каф. ПСНК*

УДК 620.79.14

*Кушнір Н.В. (аспирант), Кривошеев Е.И. (аспирант),*

*Кристиан Анаефуле (аспирант)*

*Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля*

**Совершенствование метода и приборов контроля  
намагниченности ферромагнитных деталей.**

После механической обработки ферромагнитных деталей (ФД) на станках, содержащих источники магнитного поля, ферромагнитные детали намагничиваются. Это приводит к притягиванию к поверхности деталей мелких ферромагнитных частиц (ФЧ), попадающих при сборке в узлы и механизмы машин. Несмотря на размагничивание ФД после обработки, некоторые локальные участки сохраняют некоторый уровень намагниченности, достаточный для притяжения ФЧ [1].

Контроль намагниченности деталей позволяет изъять полностью размагнченную ФД из процесса сборки узлов и подвергнуть ее дополнительному размагничиванию, что повышает качество изделия. Контроль необходимо производить для всех ФД, так как намагничивание ФД может произойти при случайном контакте ФД с намагничивающим устройством или при магнитном контроле ФД. В настоящее время контроль намагниченности ФД производится магнитометрами, в качестве магниточувствительных элементов которых используются преобразователи Холла. Эти приборы имеют высокий порог чувствительности (50 – 100 А/м), что не дает возможности произвести качественный контроль намагниченности и не являются специализированным средством контроля намагниченности ФД. Согласно требованиям ГОСТа напряженность магнитного поля ФД перед сборкой не должна превышать 20 А/м – такой порог чувствительности может обеспечить феррозондовый магнитометр. Поэтому для контроля целесообразно использовать специализированные феррозондовые магнитометры, которые в настоящее время не производятся. Необходимо не только измерять усредненные по поверхности ФД значения напряженности, но иметь возможность определять топографию магнитного поля локального намагниченного участка. Для создания таких приборов проведены исследования поля вектора намагниченности внутри ФД и его функциональная связь с полем, индуцированным в сердечниках преобразователя, и определен диапазон измеряемой намагниченности и погрешность измерения.

Применение контроля намагниченности на производстве повысит качество выпускаемой продукции и устранит производственный износ и поломку производимых механизмов.

**Литература**

1. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник. Под ред. В.В. Клюева. М: Машиностроение, 1989. – 326 с.  
*Научный руководитель – Яковенко В.В., проф., д.т.н.*

УДК 620.179.16

Канівець Дмитро Володимирович

Національний технічний університет України «Київський Політехнічний Інститут»

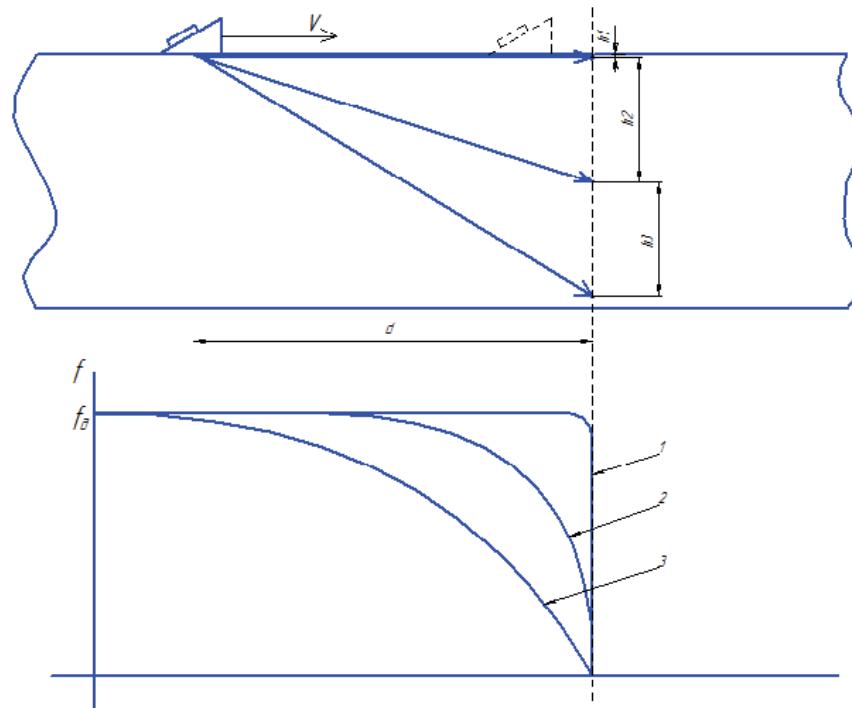
**Спосіб контролю за лізничих рейок на рейсових швидкостях**

У зв'язку з великою протяжністю за лізничих магістралей актуальним виявляється експрес-контроль їх стану синхронно з рухом за лізничих рухомих складів, тобто на рейсових швидкостях.

Пропонується ультразвуковий метод контролю рейок з використанням ефекту Допплера, в частині просторової функції Допплерівського зсуву, що дозволяє не тільки виявити дефект але й визначити його глибину залягання.

Для того щоб просторова функція Допплерівського зсуву залежала лише від глибини залягання частота ультразвуку коректується лінійною швидкістю руху випромінювача-приймача  $V$ . В цьому випадку (рис. 1) крутизна функції Допплерівського зсуву служить інформативним параметром глибини залягання.

Географічне положення виявленого дефекту разом з його характеристиками фіксуються за допомогою служб GPS.

Рис. 1, 1 –  $h_1=0$ ; 2 -  $h_2>0$ ; 3 -  $h_3>h_2$ ;

Цапенко В. К., доцент кафедри ПСНК

УДК 620.179.14

*Овчинников В.В., Кичина Э.А., студенты*

*Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля,  
г. Луганск, Украина*

**Сравнительный анализ индуктивного и магнитного контроля  
ферромагнитных включений в жидкых средах**

Контроль концентрации металлических включений в жидких средах достаточно актуальная и жизненная задача при контроле авиационного топлива, при работе очистных сооружений, при создании тяжелосредных суспензий и т.д. Широкое распространение для этих целей получил индуктивный метод контроля. Его суть заключается в том, что под воздействием металла изменяется индуктивность катушки, которая включена в колебательный контур генератора. Такая схемотехника контроля, несмотря на свою простоту реализации, имеет ряд недостатков. Прежде всего, это относится к стабилизации амплитуды генерируемого напряжения, величина которой существенно зависит от температуры, как окружающей среды, так и контролируемой жидкости. При использовании резонансного режима работы очень сложно поддерживать резонанс при изменяющихся параметрах объекта контроля в широких пределах.

Магнитный метод контроля предполагает измерение изменения постоянного или переменного магнитного поля в заданном объеме. В качестве магниточувствительного элемента лучше всего использовать феррозонд, как обладающий высокой чувствительностью, временной и температурной стабильностью. Достижение высокой разрешающей способности данного метода осуществляется увеличением величины информационного магнитного поля с помощью постоянных магнитов или электромагнитов. При этом в контролируемой области можно создавать магнитное поле любой конфигурации, что обеспечивает помехоустойчивость и повышает достоверность контроля. При таких условиях контроля становится возможным проводить контроль непрерывно движущейся жидкости, что на сегодняшний день является нерешенной задачей.

Таким образом, можно сделать следующий вывод: применяемый индуктивный метод контроля металлических включений в жидких средах работоспособен в лабораторных условиях при статических измерениях, что делает контроль выборочным. Магнитный метод позволяет контролировать жидкости, как в статике, так и в движении, а производительность контроля зависит только от количества контрольных феррозондов.

*Научн. руководитель: Гречишко Н.В., ассистент кафедры “Приборы”*

---



---

УДК 620.179.11

Гудзь С.В. – магістрант

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», приладобудівний факультет, кафедра ПСНК

## Ультразвукова система визначення координат вимірюваного перетворювача дефектоскопа

Основним напрямком вирішення поставленого завдання є використання безконтактних ультразвукових вимірювальних систем.

В основу роботи ультразвукової системи покладено випромінювання акустичних коливань акустичними випромінювачем, які розташовуються на поверхні ВП дефектоскопу та прийому коливань двома акустичними приймачами, які знаходяться на базі вимірювання. Висота розташування випромінювачів і приймачів вибирається з умови уникнення похибок визначення координат за рахунок ревебраційних сигналів, відбитих від поверхні об'єкта контролю. Для випромінювання та прийому ультразвукових коливань використовуються малогабаритні біморфні повітряно – акустичні перетворювачі компанії Sencera (C4016 – відкритого типу), які працюють на частоті 40 кГц. Діаграма направленості (ДН) кожного з перетворювачів має розхил  $30^\circ$ . Випромінювання УЗ коливань відбувається одночасно двома випромінювачами вказаного типу, задля розширення загальної ДН випромінювачів вони розташовані під кутом  $45^\circ$  один відносно одного, таким чином з урахуванням перекривань загальна ДН становить  $\approx 50^\circ$ . Відстані  $l_1$  та  $l_2$  між випромінювачами і приймачами визначаються шляхом вимірювання їх часових затримок коливань  $\tau_1$  та  $\tau_2$ . Таким чином знаючи швидкість розповсюдження ультразвукових коливань в повітрі можемо визначити відстані  $l_1 = \tau_1 \cdot C_{\text{пов}}$  та  $l_2 = \tau_2 \cdot C_{\text{пов}}$ . Координати положення ВП на площині визначаємо з рівнянь:

$$X = \frac{l_1^2 - l_2^2 + B^2}{2B}, \quad Y = \sqrt{l_1^2 - \left( \frac{l_1^2 - l_2^2 + B^2}{2B} \right)^2},$$

де  $B$  – ширина бази вимірювання.

Точність визначення координат в першу чергу залежить від швидкості розповсюдження УЗ коливань у повітрі, яка залежить від температури:  $C_{\text{пов}} = (331,6 + 0,6 \cdot t)^\circ\text{C}$ . Наприклад, при зміні температури від 0 до  $25^\circ\text{C}$ ,  $C_{\text{пов}}$  змінювалась від 331,6м/с до 346,6м/с. Таким чином нехтування фактичною швидкістю може привести до значних похибок. Ці похибки при вказаній температурі могли досягати 0,1м.

Координатний запис результатів контролю дає можливість об'єктивно виконувати моніторинг стану конструкцій. Застосування автоматичної координатної реєстрації знімає проблему суб'єктивності контролю.

*Маєвський С.М. – д.т.н., проф. кафедри ПСНК*