



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»**



Матеріали

І Міжнародної науково-технічної конференції

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИКИ
ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ**

07-08 грудня 2017 р.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Національний науковий центр «Інститут метрології»

Білоруський національний технічний університет

Технічний університет-Софія

Талліннський технологічний університет

Технічний університет Братислави

Університет Любляни

м. Харків, 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Харківський національний університет радіоелектроніки
Національний науковий центр «Інститут метрології»
Білоруський національний технічний університет
Технічний університет - Софія
Талліннський технологічний університет
Технічний університет Братислави
Університет Любляни*

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИКИ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

**Матеріали I Міжнародної
науково-технічної конференції**

07-08 грудня 2017 року

**Харків
2017**

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЛАЗЕРОВ

Гнатенко А.С., Обозная В.П., Кальная О.А.,
Васько К.А., Бачило А.К.

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
кафедра «Фотоники и лазерной инженерии», пр. Науки, 14, Харьков,
Украина 61166, тел. (057) 702-10-57; e-mail: oleksandr.hnatenko@nure.ua*

Одной из сфер использования ЖК является их применение в качестве электроуправляемых фазовых пластинок для обеспечения синхронизации мод в волоконных кольцевых лазерах. Одним из важных недостатков способа синхронизации мод с насыщением поглотителей, есть то, что они, как правило, на выходе имеют более длинные импульсы и гораздо более низкую мощность. Решением этой проблемы стали лазеры, в которых реализована синхронизация мод за счет нелинейного вращения поляризации (нелинейной эволюции поляризации – НЭП). Синхронизация мод с помощью НЭП получается, когда состояние поляризации внутри резонатора выровнено должным образом. Это обычно достигается набором волновых пластин, которые можно вращать вокруг своей оси [1]. Большой проблемой является не количество волновых пластин, а механизм их регулирования. В большинстве случаев положение этих пластин должно быть скорректировано вручную. А так как любое движение волокна, изменение температуры или даже включение кнопки накачки может привести к срыву режима синхронизации мод, эти конфигурации требуют постоянной подстройки. В качестве решения данной проблемы можно использовать ЖК-ячейки управляемые напряжением, вместо волновых пластинок. Но для создания лазера с ЖК контроллерами поляризации необходимо изучить теоретические принципы управления поляризацией лазерного излучения при подаче напряжения на жидкие кристаллы.

В данной работе исследована возможность применения электроуправляемых ЖК фазовых пластинок для обеспечения синхронизации мод волоконных лазеров, путем решения уравнения Франка-Озеена [2]. Свободную энергию Озеена-Франка F можно представить в виде:

$$F = \int_0^d \left\{ \frac{1}{2} K_{22} \left(\frac{d\theta}{dz} \right)^2 - \frac{1}{2} \epsilon_0 \Delta \epsilon E^2 \sin^2(\theta) \right\} dz, \quad (1)$$

предполагая отсутствие кручения жидкого кристалла, где K_{22} – константа упругости, $\Delta \epsilon$ – диэлектрическая анизотропия, $\theta(z)$ – наклон директора кристалла от оси z и E – напряженность электрического поля, d – толщина слоя жидкого кристалла. Равновесное значение функции $\theta(z)$ таково, что оно минимизирует функционал F . Принимая вариации первого порядка,

находим что $\theta(z)$ должно удовлетворять следующему дифференциальному уравнению:

$$K_{22} \frac{d^2\theta}{dz^2} + \varepsilon_0 \Delta \varepsilon E^2 \sin(\theta) \cos(\theta) = 0. \quad (2)$$

Уравнение (2), это дифференциальное уравнение второго порядка. Чтобы решить (2) численно, его сначала нужно преобразовать, введя дополнительные переменные, в систему из двух уравнений первого порядка. Результатом решения уравнения (2), является зависимость, представленная на рисунке 1.

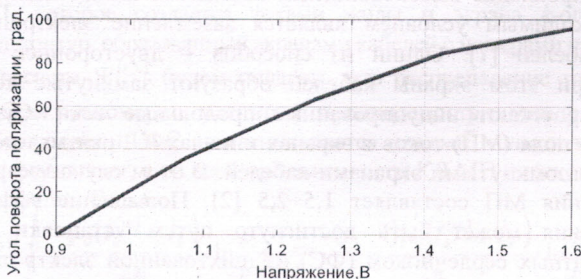


Рисунок 1 – Теоретическая зависимость угла поворота поляризации излучения от прикладываемого напряжения к ЖК ячейке.

Из зависимости на рисунке 1, можно сделать вывод, что при прикладывании маленького напряжения ЖК поляризатор переориентирует поляризацию излучения в пространстве от 0 до 90 град, что нужно для реализации синхронизация мод с помощью НЭП.

Метод решения уравнения (1), дает возможность исследовать применение электроуправляемых ЖК поляризаторов в кольцевых волоконных лазерах для обеспечения синхронизации мод. Следующим этапом представленной работы будет практическая реализация конструкции лазера.

Список литературы

1. S. Smirnov [et al.] // Three key regimes of single pulse generation per round trip of all-normal dispersion fiber lasers modelocked with nonlinear polarization rotation. Optics Express. 2012. Vol. 20, No 24. P. 27447 – 27453.
2. Stewart I.W. The static and dynamic continuum theory of liquid crystals. // Taylor & Francis. – London – 2004.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

<i>Несєжмаков П.І., Павленко Ю.Ф.</i> Квантові технології нової SI – майбутнє приладобудування	3
---	---

СЕКЦІЯ 1. АВТОМАТИКА ТА УПРАВЛІННЯ В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

1. <i>Vasylchenkova A.O.</i> Methods of nonlinear fouriertransform in optical communication	5
2. <i>Аицетков С.А., Аицеткова Н.С.</i> Математичне моделювання взаємодії захватного пристрою робота з об'єктом	7
3. <i>Бабіченко А.К., Подустов М.О., Кравченко Я.О., Бабіченко Ю.А., Лисаченко І.Г.</i> Комп'ютерно-інтегрована технологія чисельної оцінки невизначеності коефіцієнту теплопередачі низькотемпературного випарника виробництва аміаку	9
4. <i>Бобух А. О., Переверзева А. М., Подустов М. О., Дзевочко О. М.</i> Принципи розробки комп'ютерно-інтегрованої технології енергопостачання та енергозбереження	11
5. <i>Васильченко О.Г., Сальников Д.В.</i> Метод оптимизации операции нахождения медианы на процессорах с расширенным набором команд Simd	13
6. <i>Волков О.С., Коршунов М.В., Комар М.М., Волошенюк Д.О., Боровик В.О.</i> Розробка інформаційних технологій інтелектуального управління безпilotними авіаційними системами.....	15
7. <i>Волянский Р.С., Волянская Н.В.</i> Интервальная функция Ляпунова	17
8. <i>Воліков В.В.</i> Управління технологічними процесами в транспортній системі Sky way	19
9. <i>Дудник А.В., Артюхов Н.О., Багнюк В.С., Микитюк Д.А., Обухова Т.А.</i> Система анализа сегмента информационного пространства	21
10. <i>Евсеев О. Н.</i> Моделирование суточного температурного режима помещения офисного здания с заданным графиком работы с использованием регулятора с предсказанием	23

11. <i>Ивашко А.В., Лунин Д.А.</i>	
К выбору оптимальных модулей для теоретико-числового преобразования.....	25
12. <i>Караман Д.Г., Азаренко И.А.</i>	
Использование криптографических счетчиков для систем защищенной телеметрии	27
13. <i>Колісник М.О., Піскачова І.В.</i>	
Про деякі результати аналізу методів забезпечення гарантоздатності Internet of things	29
14. <i>Новаш І. В., Романюк Ф. А., Румянцев В. Ю.</i>	
Компьютерные комплексы для испытания релейных защит	31
15. <i>Ошаровская Е.В., Патлаенко Н.А.</i>	
Адаптивное управление пороговыми значениями спектральных коэффициентов цифровых изображений.....	33
16. <i>Поликарговських О.І., Вінчук В.Ю.</i>	
Модельовання поцесу передачі інформації у технології Visible light communication.....	35
17. <i>Постільник І.О.</i>	
Онлайн-сервіс системи попередження про грозову небезпеку	37

СЕКЦИЯ 2. МЕДИЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ

1. <i>Аврунин О.Г., Мустецова Е.В.</i>	
Моделирование процесса прохождения воздуха в верхних дыхательных путях человека при храпе	39
2. <i>Batachenko S.N., Tomashevskiy R.S., Kolesnik K.V., Jennifer McClain</i>	
Using a 2.4 ghz radio module for transmitting a spirometer data	41
3. <i>Бархоткина Т.М., Бернадская Т.В., Томашевский Р.С.</i>	
3D морфология эритроцитов и способ ее реализации	43
4. <i>Бондаренко И.С., Аврунин О.Г.</i>	
Магнитная гидродинамика биологической среды.....	45
5. <i>Воропай В.С., Шураев А.А.</i>	
Исследование реакции мозга на ольфакторное воздействие	47
6. <i>Долгопятенко А.Д., Скляр О.И.</i>	
Линейный тренажер зрения на логических элементах	49
7. <i>Зленко С. М., Чернишова Т. А., Тимчик С. В., Лепьохіна Г. С.</i>	
Методи виявлення і визначення циркулюючих пухлинних клітин.....	51
8. <i>Кипенский А.В., Король Е.И.</i>	
Модуляция параметров физиотерапевтических воздействий	53
9. <i>Колесник К.В., Лапта С.С., Озаркова И.С.</i>	
Модуль телемедицинского глюкометра экспериментального стенда	55
10. <i>Куліченко В.В. Махонін М.В. Кузьминський Б.С.</i>	
Модель генератору озону	57

11. Куліш Д. В. , Іванушкіна Н. Г. , Іванько К. О. Обробка зображень за даними внутрішньокоронарного ультразвукового дослідження.....	59
12. Лапта С.С. Новый компьютерно-модельный метод разработки медицинских систем диагностики и терапии	61
13. Лосев Н.В., Томашевский Р.С., Чурсина Ю.В. Портативный биоимпедансометр для телемедицинского комплекса .	63
14. Малярченко Д.Ю., Безугла Н.В. Вплив показника заломлення біологічного середовища на просторовий розподіл розсіяного випромінювання.....	65
15. Мещанинов С.К., Нельга А.Т., Итякин О.С. Математичне моделювання процесу вимірювання температури тіла людини з використанням біологічного зворотного зв'язку	67
16. Мустецов Т. Н., Кожешкурт В. А. Способ локализации температурных аномалий в биологических тканях	69
17. Мустецов Т.М., Мустецова Е.В. Моделирование процесса возникновения храпа.....	71
18. Наконечный И.М., Тымкович М.Ю., Дуденко В.Г. Применение технологии виртуальной реальности в медицине	73
19. Новойдарский Д.Ю., Поворознюк А.И. Система автоматизированной классификации хромосом человека	75
20. Носова Я.В., Аврунин О.Г. Особенности аэродинамики обонятельной области.....	77
21. Павлов С. В., Кривоносос В. Є., Злепко С. М., Барановський Д. М. Особливості експертних систем для діагностики технічного стану біомедичної апаратури	79
22. Перепелица А.Н., Калашиник Ю.М., Аврунин О.Г. 3D прототипирование сплинт-системы после септопластики.....	81
23. Плакса Д.В., Терещенко М.Ф., Матвієнко С.М. Підвищення ефективності лікувального впливу фізіотерапевтичного апарату мікрохвильової резонансної терапії.....	83
24. Томашевский Р.С., Слободчук А.Ю. Малощумлящий пьдсилувач для п'єзоелектричних потенціалів клітинних структур.....	85
25. Смельянец А. В., Шуляк О. П. Обнаружение QRS-комплексов в электрокардиограмме в системе, обучаемой с учителем на основе согласованной фильтрации сигналов	87
26. Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. Цифрова біометрична система дослідження патологічних станів стопи.....	89

27. Шачиков А. Д., Ненаф Р., Шуляк О. П. Сравнение измеренных и смоделированных движений нижних конечностей человека.....	91
28. Швидкий В.В., Терещенко М.Ф. Методи контролю зміни параметрів лазерного випромінювання в біологічних тканинах.....	93
29. Шелофаст В. А., Шуляк А. П. Анализ влияния стабилизации изолинии электрокардиограммы пациента на результативность распознавания типов qrs-комплексов в ее составе.....	95
30. Шелофаст В. А., Шуляк А. П. Процедура корректировки решений по распознаванию типов QRS-комплексов в электрокардиограмме в системе, обучаемой с учителем.....	97
31. Шиникін М.А., Колісник К.В., Голдобін С.М. Універсальний сервер телемедичного комплексу.....	99
32. Штода Д.О., Мустецов М.П. Мікрохвильова візуалізація в медицині.....	101

СЕКЦІЯ 3. ПРИЛАДИ І МЕТОДИ КОНТРОЛЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ РЕЧОВИН

1. Безымянный Ю. Г., Колесников А. Н., Комаров К. А., Талько О. В. Опыт ультразвуковой дефектоскопии мелких партий роликов прокатного стана после их восстановления	103
2. Панасенко Д. П., Смолін Ю. О., Нахмедов С. Н. Аналіз методів обробки слабоконтрастних зображень отриманих за допомогою електронно-оптичних засобів дефектоскопії.....	105
3. Плеснецов С. Ю., Коваленко А. С., Крамаренко Д. С. Використання перетворювача usb-to-comm PL2303 і середовища delphi 10 для організації протоколу обміну даних пристрій-комп'ютер	107
4. Сіренко М. М., Вербицький М. Е., Крутов М. М., Петруша О. В. Особливості визначення характеристик детекторів газоаналітичних приладів і систем	109
5. Скиба О. О., Сучков Г. М. Дослідження характеристик ультразвукових контактних перетворювачів.....	111
6. Смолін Ю. О., Панасенко Д. П., Вяткін В. С. Технічний й оперативно-технічний контроль в первинних мережах телекомунікаційних систем зв'язку	113
7. Хомяк Ю. В., Гонтар В. Ю. Розподіл електромагнітного поля поверхневого дефекта в металевому виробі	115

8. Хомяк Ю. В., Чернявський А. С.	
Джерело струму для калібрувального соленоїду	117
9. Філіппова М. В., Демченко М. О.	
Методика визначення акустопружних коефіцієнтів зв'язку для матеріалу фасонних профілів металевих конструкцій.....	119

СЕКЦІЯ 4. ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ І СИСТЕМИ

1. Балев В.Н.	
Распределенные виртуальные средства измерений.....	121
2. Банзак Г.В.	
Разработка методов и средств увеличения точности и эффективности контроля расхода теплоносителя на АЭС	123
3. Банзак О.В.	
Система измерений собственного гамма-излучения отработавшего ядерного топлива при высоких нагрузках	125
4. Безбородий Є. А., Григоренко І. В.	
Модернізація мікроконтролерного вимірювача технологічного процесу виготовлення кефіру	127
5. Богданов В. О., Ащепкова Н.С.	
Автоматична багатозв'язна система керування якістю виробів	129
6. Борисенко Е. А., Харченко В. В., Благов І.Х.	
Определение значения фазовой скорости при диагностировании кабельных линий рефлектометром	131
7. Вальдемар Вуйцик, Карнакова Гайни Жарасхановна	
Оптические сенсоры для измерения температуры на основе брэгговских решеток с линейным измерением периода	133
8. Вальдемар Вуйцик, Шедреева Индира	
Оценивание влияния температуры на оптические параметры косых брэгговских решеток	135
9. Гаркуша В.В., Тополов І.І.	
Обґрунтування методу миттєвої витрати палива бігенераторним витратоміром.....	137
10. Герасимов С.В., Наконечний О.А.	
Оптимізація засобів вимірювання у складі мобільної лабораторії вимірювальної техніки.....	139
11. Говоров А.С., Тополов І.І.	
Мультиканальна вимірювальна система контролю тиску	141
12. Горкунов Б.М., Львов С.Г., Салиба Абдел Нур, Опрышкин А.С.	
Бесконтактное измерение механических напряжений.....	143
13. Горкунов Б.М., Львов С.Г., Тищенко А. А., Аббасі Жаббар	
Разбраковка металлических пластин с помощью накладного	

вихретокового преобразователя.....	145
14. Горкунов Б.М., Львов С.Г., Тищенко А. А., Шибан Тамер	
Бесконтактное измерение параметров проводящих цилиндрических изделий	147
15. Григоренко І. В., Михайличенко А. М.	
Розробка системи контролю параметрів середовища в акваріумі на ба- зі GSM-модуля Neoway m660.....	149
16. Григоренко І. В., Сікора Н. С.	
Дослідження цифрового вимірювача параметрів технологічного процесу виготовлення вина	151
17. Григоренко І. В., Бараненко О. Ф.	
Вимірювальна система параметрів технологічного процесу виготовлення ДСП	153
18. Григоренко І.В., Мартиненко В.В.	
Цифровий вимірювач параметрів технологічного процесу виготовлення біопаливних гранул	155
19. Давидов Е.А., Тополов І.І.	
Система забезпечення життєдіяльності в приміщеннях з пічним опаленням	157
20. Долішній Б.В., Ключко Н.Б., Павлів Т.Р.	
Оцінювання невизначеності результатів вимірювання витрати газу ультразвуковими лічильниками на ГРС Перерісль.....	159
21. Еннан А.А., Тополов І.І.	
розробка інформаційно-керуючої системи кліматичного контролю .	161
22. Коваль Л. Г., Зленко С. М., Макогон В. І., Гомолінський В. С.	
Організація підтримки прийняття рішень безпілотних авіаційних комплексів (БАК)	163
23. Коваль Л. Г., Зленко С.М., Пільганчук О.О., Крекотень Є.Г.	
Обґрунтування вимог до членів екіпажів БАК.....	165
24. Кочан О.В., Гусіна Є.К., Стадник А.О., Рудник П.Р.	
Розроблення теоретичних основ оцінки стану електродів термонар у процесі експлуатації.....	167
25. Кочан О.В., Стадник А.О., Гусіна Є.К. ,Рудник П.Р.	
Метрологічний програмний тест дослідження методу визначення похибки термоелектричних перетворювачів у процесі експлуатації.	169
26. Кошовий М.Д., Заболотний О.В., Кошова І.І.	
Фотоелектричні перетворювачі кутових переміщень.....	171
27. Лавриненко О.В.	
Построение алгоритма диагностики, основанного на применении дискриминантного анализа.....	174
28 Машезов А.В., Тополов І.І.	
Система дозування рідких речовин.....	176

29. Павлюк Ю. М., Григоренко І. В., Григоренко С. М. Система контролю технологічного процесу виготовлення харчової пластмаси.....	178
30. Пантелеев К.В., Воробей Р.И., Тьяловский К.Л., Тьяловский А.К., Самарина А.В., Свистун А.И., Гусев О.К., Жарин А.Л. Метод управления процедурой приближения и слежения за изменени- ем зазора отсчетного электрода цифрового зонда кельвина.....	180
31. Піндус Н.М., Чеховський С.А., Шинкарук Х.М., Піндус О.В. Розробка вимірювача основних параметрів радіоелементів	182
32. Романів В.М., Скробач Н.Є. Аналіз спектрів поглинання основних вуглеводневих компонент природного газу в інфрачервоному діапазоні для оптимізації вибору засобів контролю їх концентрації	184
33. Сеμεць Ю.М., Тополов І.І. Система вимірювання лінійних розмірів об'єктів	186
34. Ткачук А.А., Лапченко Ю.С. Особливості вимірювання витрат води в протяжних трубопроводах великого діаметру з малою швидкістю потоку	188
35. Хіхло В.Ю., Тверитникова О.Є., Хіхло О.В. Розробка програмного забезпечення віртуального випробувального комплексу.....	190
36. Шабанов Д.О., Тополов І.І. Вимірювання освітленості за допомогою цифрової фотокамери.....	192
37. Юр'єв А.О., Тополов І.І. Система забезпечення стабілізації стійкої роботи вітрогенераторної енергоустановки	194

СЕКЦІЯ 5. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СФЕР ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЇ, СЕРТИФІКАЦІЇ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ

1. Demidova Yu. E., Birchenko E.R. Comparative analysis of qualimetric evaluations of education systems.....	196
2. Tverytnykova E.E., Chilindrishvili A.M. The scientific heritage of professor P.P. Kopnyaev (for 150th anniversary of the scientist).....	198
3. Tverytnykova E.E., Portnoy B.S. The development of quality management systems.....	200
4. Дроздова Т.В., Кондрашов С.І. Використання моделей нечіткої логіки мамдані та сугено для моделю- вання процесів вимірювання якості.	202

5. Нікольчук П. П., Дроздова Т.В.	
Впровадження стандарту енергоменеджменту ISO 50001 у промисловості України.....	204
6.Півень О.М., Чуніхіна Т.В.	
Забезпечення окиснювальної стабільності соняшникової олії при виробництві крекериу	206
7. Сергієнко М.П., Штефан І.Ю., Штефан Н.В.	
Особливості оцінювання невизначеності засобів вимірювальної техніки при запровадженні системи керування вимірюваннями	208
8. Штефан В.О., Куць В.Р.	
Аналіз енергоефективних та низьковитратних заходів на прикладі вищих навчальних закладів.....	210

СЕКЦІЯ 6. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ПРОЦЕСИ У ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА ЕЛЕКТРОННИХ ПРИЛАДАХ

1.Борисенко А.Н., Кубрик Б.И., Лавриненко О.В.	
Исследование энергетических процессов в электромагнитном исполнительном устройстве в силовой энергетической установке	212
2.Гетьман А.В.	
Класифікація принципів та методів експериментального визначення просторових гармонік магнітного поля технічних об'єктів.....	214
3.Гнатенко А.С., Обозная В.П., Кальная О.А., Васько К.А., Бачило А.К.	
Исследование применения жидких кристаллов для создания лазеров.....	216
4.Гринченко В.С., Ткаченко А.О.	
Аналитический расчет магнитного поля кабельных линий при двустороннем замыкании экранов кабелей, охваченных ферромагнитными сердечниками	218
5.Гринченко С. В.	
Влияние скорости ионосферной плазмы, индуцированной ветрами нейтральной среды в магнитном поле земли, на формирование высотного профиля электронной концентрации	220
6.Дзюбанов Д.А.	
Динамічні ефекти в е-шарі іоносфери, що створюються вітрами та електричними полями динамо-області.....	222
7.Захаров І.П., Штефан І.Ю., Штефан Н.В.	
Оцінка невизначеності результатів вимірювань кондуктивного паразитного випромінювання методом прямого зчитування	224
8.Козлов С. С.	
Оптимізація енергопостачання науково-дослідного комплексу інституту іоносфери	226
9.Кропачек О.Ю., Коржов И.М., Мигущенко Р.П., Щанов П.Ф.	

Синтез структуры компьютеризированной системы диагностирования и контроля параметров нестационарных процессов 228

10.Левон О.О.

Система керування фільтрокомпенсуючим пристроєм з fuzzy-регулятором другого порядку 230

11.Ревуцкий В.И., Истомин А.Е., Колиушко Д.Г.

Особенности экранирования микропроцессорных управляющих устройств установок для испытания жидких диэлектриков 232

12.Резинкина М.М., Резинкин О.Л., Литвиненко С.А., Gupta H.

Моделирование процессов образования короны на электроэнергетических объектах 234

13.Резниченко А.И., Колосков А.В.

Вариации параметров пробных вч сигналов на средне- и высокоширотных радиолниях 236

14.Шаламов С.П., Галабов К.С.

Компьютерное моделирование процессов распространения электромагнитных импульсов в ТЕМ-камере 238