

С И Л А Б У С  
ВИБІРКОВОЇ ДИСЦИПЛІНИ ДЛЯ АСПІРАНТІВ  
Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова НАН України

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Назва дисципліни          | <b>Вибрані питання сучасної фізичної електроніки</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Кількість кредитів        | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Рівень вищої освіти       | третій (освітньо-науковий) рівень                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Статус                    | За вільним вибором                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Період викладання         | другий рік навчання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Відповідальний за курс    | Прокопенко Юрій Володимирович, д. фіз.-м. н., старший науковий співробітник                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Контактна інформація      | <a href="mailto:prokopen@ire.kharkov.ua">prokopen@ire.kharkov.ua</a><br>+38(096)9335611 моб.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Програмні цілі дисципліни | <p><b>Знання:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Процесів формування, фокусування і руху електронних потоків в електричних та магнітних полях, а також їх математичні описи.</li> <li>Положень управління потоками заряджених частинок, що транспортуються в високочастотних полях.</li> <li>Фізичних принципів різних видів емісії заряджених частинок, що використовуються в електронних приладах різних призначень.</li> <li>Особливостей виникнення нестійкостей систем з потоками заряджених частинок і їх застосування в приладах. Ефектів, що виникають при взаємодії електронів пучка і хвиль просторового заряду з власними хвилями сповільнюючих структур різних конфігурацій.</li> <li>Особливостей підсилювання і генерації високочастотних коливань в приладах з тривалою взаємодією О- та М-типу міліметрового та субміліметрового діапазонів.</li> <li>Основ релятивістської електроніки та нетрадиційних методів, що застосовуються при створенні потужних і надпотужних генераторів НВЧ і КВЧ діапазонів.</li> <li>Сучасних уявлень і теорії будови твердого тіла.</li> <li>Фізичних ефектів взаємодії потоків заряджених частинок з твердотільними структурами різних конфігурацій, в тому числі що містять плазмоподібні і штучні середовища, а також малорозмірні заряджені поверхні.</li> </ul> <p><b>Вміння:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Застосовувати взаємозв'язок різних розділів фізичної електроніки, яка є основою сучасної техніки.</li> </ul> |

|                                                        |                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Реалізовувати знання фізичних закономірностей емісій електронів і принципів отримання їх потоків в практичній діяльності при розробці нових приладів міліметрового і субміліметрового діапазонів.</li> <li>• Здійснювати електродинамічний аналіз взаємодії пучків заряджених частинок зі сповільнюючими структурами різних конфігурацій, що складаються з різних середовищ, в тому числі плазмоподібних і штучних (метаматеріалів).</li> <li>• Застосовувати і вдосконалювати математичні моделі процесів взаємодії потоків заряджених частинок з різними середовищами, як газоподібними, так і твердотільними.</li> <li>• Виробляти перспективні шляхи мініатюризації і мікромініатюризації при розробці електронних приладів. Використовувати нові досягнення фізичної електроніки для створення генераторів, підсилювачів та інших приладів електронної техніки.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Номер та назва розділу                                 | Викладачі                                                                                              | Зміст                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>I. Вакуумна електроніка та класична НВЧ-техніка</b> | <p>д.ф.-м.н., проф. Кулешов Олексій Миколайович</p> <p>д.ф.-м.н., с.н.с. Хуторян Едуард Михайлович</p> | <p><b>Лекція 1. Вакуумні електронні прилади міліметрового та ТГц діапазонів</b><br/>Лектор: д.ф.-м.н., проф. Кулешов Олексій Миколайович</p> <p><i>План лекції:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Класифікація електровакуумних приладів мм та ТГц діапазонів: прилади О-типу, М-типу та на швидких хвилях</li> <li>2. Магнетрони мікрохвильового та міліметрового діапазонів</li> <li>3. Модуляція електронів за швидкістю та групування у просторі дрейфу. Клістри</li> <li>4. Прилади на випромінюванні Вавілова-Черенкова: ЛБХ, ЛЗХ, клинотрон</li> <li>5. Прилади на випромінюванні Сміта-Парсела: генератор дифракційного випромінювання, оротрон</li> <li>6. Прилади на магнітогальмівному випромінюванні: мазер на циклотронному резонансі, лазер на вільних електронах</li> </ol> <p><b>Контрольні запитання:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Класифікація вакуумних електронних приладів міліметрового та ТГц діапазонів.</li> <li>2. Принцип роботи магнетронів. Теорія магнетрону поверхневої хвилі.</li> <li>3. Формування циліндричних електронних пучків. Гармата Пірса.</li> <li>4. Модуляція електронів пучка за швидкістю. Пролітний клістрон. Вібдивний клістрон.</li> <li>5. Вакуумні електронні прилади міліметрового та ТГц</li> </ol> |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>діапазонів на випромінюванні Вавілова-Черенкова: лампа біжучої хвилі, лампа зворотної хвилі, клинотрон.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Формування та транспортування інтенсивних стрічкових електронних пучків у клинотронах.</li> <li>7. Дисперсія хвиль у сповільнювальній системі клинотронів міліметрового та ТГц діапазонів.</li> <li>8. Вакуумні електронні прилади міліметрового та ТГц діапазонів на випромінюванні Сміта-Парсела: ГДВ та оротрон.</li> <li>9. Формування гвинтових електронних потоків та електронно-хвильова взаємодія у мазерах на циклотронному резонансі.</li> <li>10. Ондуляторне випромінювання. Лазери на вільних електронах.</li> </ol> <p><b>Література:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A. S. Gilmour, Jr., <i>Klystrons, Traveling Wave Tubes, Magnetrons, Cross-Field Amplifiers, and Gyrotrons</i>. Boston-London: Artech House, 2011. 859 p.</li> <li>2. Shulim E. Tsimring, <i>Electron Beams and Microwave Vacuum Electronics</i>. John Wiley &amp; Sons, 2006. 600 p.</li> <li>3. Усиков А. Я., Канер Э. А., Трутень И. Д. и др. <i>Электроника и радиофизика миллиметровых и субмиллиметровых волн</i> / под ред. А. Я. Усикова. Киев: Наукова Думка, 1986. 368 с.</li> <li>4. . Я. Левин, А. И. Бородин, А. Я. Кириченко и др. <i>Клинотрон</i> / под ред. А. Я. Усикова. Киев: Наук. Думка, 1992. 200 с.</li> <li>5. Шестопапов В.П., Вертий А.А., Ермак Г.П. и др. <i>Генераторы дифракционного излучения</i> / под ред. В. П. Шестопапова. Киев: Наук. думка, 1991. 320 с.</li> </ol> <p><b>Лекція 2. Формування гвинтових електронних пучків для низьковольтних мазерів на циклотронному резонансі. Механізм азимутально-фазового групування при низьких прискорювальних напругах у МЦР. МЦР з перестроюванням частоти у широкому діапазоні</b></p> <p>Лектор: д.ф.-м.н., проф. Кулешов Олексій Миколайович</p> <p><i>План лекції:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Прилади класу МЦР. Гіротрони середньої потужності</li> <li>8. Формування гвинтових електронних пучків. Магнетронно-інжекторна гармата</li> <li>9. Механізм азимутально-фазового групування. Додатковий механізм групування у низьковольтних МЦР</li> <li>10. Гіротрони з перестроюванням частоти у широкому діапазоні</li> <li>11. Планарні МЦР зі стрічковими ВЕП</li> </ol> |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p><b>Література:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. A. Kuleshov, Y. Ishikawa, Y. Tatematsu, S. Mitsudo, T. Idehara, E. Khutoryan, S. Kishko, S. Ponomarenko, M. Glyavin, I. Bandurkin, V. Manuilov, A. Fedotov, T. Saito, "Low-Voltage Operation of the Double-Beam Gyrotron at 400 GHz", IEEE Trans. on Electron Devices, vol. 67, № 2, pp.673–676, 2020.</li> <li>7. Ш. Е. Цимринг «Введение в высокочастотную вакуумную электронику и физику электронных приборов» - Нижний Новгород: Ин-т. прикладной физики РАН. – 2012. – 576 с.</li> <li>8. G.S. Nusinovich / «Introduction to the physics of gyrotrons» // The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, p. 330, 2004.</li> <li>9. A. S. Gilmour, Jr. "Klystrons, Traveling Wave Tubes, Magnetrons, Cross-Field Amplifiers, and Gyrotrons" » - Boston-London: Artech House – 2011.</li> <li>10. Thumm M. State of the art of high power gyro-devices and free electron masers, update 2009 // KIT Scientific Report 7540, Karlsruhe Institute of Technology, 2010. 120 p.</li> </ol> <p><b>Лекція 3. Генератори М-типу</b><br/> Лектор: д.ф.-м.н., с.н.с. Хуторян Едуард Михайлович<br/> <i>План лекції:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рух електронів в статичних схрещених електричному та магнітному полях та при наявності біжучої хвилі в режимі синхронізму в дрейфовому наближенні.</li> <li>2. Орбітальні резонанси.</li> <li>3. Нерелятивістські магнетрони.</li> <li>4. "Харківський" режим магнетронів на просторових гармоніках.</li> <li>5. Безрозжарювальний («холодний») катод.</li> </ol> <p><b>Література:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Трубецков Д. И., Храмов А.Е. Лекции по сверхвысокочастотной электронике для физиков. В 2 т. Т. 1, 2. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 648 с.</li> <li>2. A.S. Gilmour, Jr. "Klystrons, Traveling Wave Tubes, Magnetrons, Cross-Field Amplifiers, and Gyrotrons" » - Boston-London: Artech House – 2011.</li> <li>3. Вайнштейн, Л. А. Лекции по сверхвысокочастотной электронике / Л. А. Вайнштейн, В. А. Солнцев. — М.: Сов. радио, 1973.</li> <li>4. Г.Я. Левин. Теория магнетронов поверхностной волны. — Харьков, 1984. — 39с. — (Препринт /АН УССР. ИРЭ; №240.</li> <li>5. А.Я. Усиков, Э.А. Канер, И.Д. Трутень и др. Электроника и радиофизика миллиметровых и субмиллиметровых радиоволн. — Киев: Наукова думка, 1986. — 368 с.</li> </ol> |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p><b>Лекція 4. Методи формування та транспортування нерелятивістських електронних потоків у приладах О-типу</b></p> <p>Лектор: д.ф.-м.н., проф. Кулешов Олексій Миколайович</p> <p><i>План лекції:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рух заряджених частинок в електричному та магнітному полі. Механізми різних видів електронної емісії. Основні типи катодів вакуумних електронних приладів</li> <li>2. Дія просторового заряду в електронних пучках та приладах. Режим роботи електронного діоду</li> <li>3. Класифікація і основні параметри електронних потоків</li> <li>4. Типи та характеристики електронно-оптичних систем в електронних приладах</li> <li>5. Принципи дії та характеристика систем фокусування електронних потоків</li> </ol> <p><b>Література:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A. S. Gilmour, Jr. "Klystrons, Traveling Wave Tubes, Magnetrons, Cross-Field Amplifiers, and Gyrotrons" » - Boston-London: Artech House – 2011.</li> <li>2. Н.С. Зинченко Курс лекций по электронной оптике. Харьков: Изд. Харьковского ун-та, 1961. 362 с.</li> <li>3. С. И. Молоковский, А. Д. Сушков «Интенсивные электронные и ионные пучки» - Москва: Энергоатомиздат, 1991.</li> <li>4. Клиноотрон / Г. Я. Левин, А. И. Бородин, А. Я. Кириченко и др. Под ред. А. Я. Усикова. - Киев: Наук. Думка – 1992.</li> </ol> <p><b>Лекція 5. Клинотроны непрерывной дії міліметрового та ТГц діапазонів</b></p> <p>Лектор: д.ф.-м.н., проф. Кулешов Олексій Миколайович</p> <p><i>План лекції:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прилади на випромінюванні Вавилова-Черенкова. Лампа зворотної хвилі (ЛЗХ) і ЛЗХ-клиноотрон</li> <li>2. Формування стрічкових електронних потоків у клиноотронах ТГц діапазону</li> <li>3. Особливості конструкції клиноотронів ТГц діапазону</li> <li>4. Хвилевідний і квазіоптичний виводи енергії клиноотронів</li> <li>5. Гібридні об'ємно-поверхневі хвилі у клиноотронах з неоднорідними сповільнюючими системами</li> </ol> <p><b>Література:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Yu. S. Kovshov, S. S. Ponomarenko, S. A. Kishko, A. A. Likhachev, A. A. Danik, L. P. Mospan, S. A. Steshenko, E. M. Khutoryan, A. N. Kuleshov, "Effect of Mode Transformation in THz Clinotron", Journal of Infrared, Millimeter and Terahertz Waves, vol. 39, № 11, pp.1055–</li> </ol> |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                  |                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  |                                                                                                               | <p>1064, 2018.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Yu. S. Kovshov, S. S. Ponomarenko, S. A. Kishko, E. M. Khutoryan, A. N. Kuleshov, "Numerical simulation and experimental study of sub-THz and THz CW clinotron oscillators", IEEE Trans. on Electron Devices, vol. 65, № 6, pp.2177–2182, 2018.</li> <li>Радиофизика и электроника: Сборник научных трудов / НАН Украины. Ин-т радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова; Ред.: В.М. Яковенко и др. – Харьков, 2007. – 12, спец. вып., 134 с.</li> <li>A. S. Gilmour, Jr. "Klystrons, Traveling Wave Tubes, Magnetrons, Cross-Field Amplifiers, and Gyrotrons" » - Boston-London: Artech House – 2011.</li> <li>Клино́трон / Г. Я. Левин, А. И. Бородкин, А. Я. Кириченко и др. Под ред. А. Я. Усикова. - Киев: Наук. Думка – 1992.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p><b>П.<br/>Дифракційна<br/>електроніка</b></p> | <p>д.ф.-м.н., с.н.с.<br/>Хуторян Едуард<br/>Михайлович,</p> <p>к.ф.-м.н.<br/>Сенкевич Олена<br/>Борисівна</p> | <p><b>Лекція 5. Теорія генераторів дифракційного випромінювання (ГДВ)</b><br/>Лектор: д.ф.-м.н., с.н.с. Хуторян Едуард Михайлович</p> <p><i>План лекції:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Дифракційне випромінювання заряду, що рухається близько до періодичної структури – дифракційної решітки, як випромінювання Сміта-Парсела. Історія виникнення терміну “дифракційна електроніка”</li> <li>Ефект Сміта-Парсела як ефект надвипромінювання. Основні фізичні принципи дії генератора дифракційного випромінювання (ГДВ)</li> <li>Збудження ендовібраторів – об'ємних резонаторів – зовнішніми джерелами</li> <li>Збудження відкритих резонаторів (ВР) внутрішніми джерелами. Спектр резонансних коливань, виділення резонансних додатків і нерезонансного випромінювання</li> <li>Теорія взаємодії прямолінійного електронного потоку з полем ВР ГДВ</li> <li>Одночастинкове наближення та аналітична оцінка граничного ККД</li> <li>Перші теоретичні та експериментальні роботи зі створення ГДВ</li> </ol> <p><b>Лекція 7. Нелінійні явища в ГДВ та деякі модифікації ГДВ</b><br/>Лектор: д.ф.-м.н., с.н.с. Хуторян Едуард Михайлович</p> <p><i>План лекції:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Нелінійна теорія ГДВ: Гістерезис та багатомодові коливання в ГДВ (конкуренція мод)</li> <li>Модифікації ГДВ: ГДВ-ЛМН (з локальною магнітною неоднорідністю)</li> <li>ВГДВ (ГДВ з відбиттям електронного потоку)</li> <li>Генерація в ГДВ на просторових гармоніках</li> </ol> |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>5. Генерація на вищих часових гармоніках струму.<br/>Режим множення частоти</p> <p><b>Лекція 8. Алгоритми розрахунку електронно-хвильової взаємодії в приладах О-типу. Розрахунок взаємодії за допомогою комерційних пакетів</b><br/>Лектор: Лектор: д.ф.-м.н., с.н.с. Хуторян Едуард Михайлович</p> <p><i>План лекції:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рух електронів в полі біжучої хвилі в лінійному наближенні. Аналітичні методи розв'язання рівняння руху та обчислення потужності взаємодії. «Гаряче» дисперсійне рівняння.</li> <li>2. Статистичний розгляд за допомогою кінетичного рівняння.</li> <li>3. Нелінійні рівняння руху електронів. Метод крупних часток. Чисельні алгоритми розрахунку.</li> <li>4. Методи врахування просторового заряду, розкиду швидкостей, неоднорідності електронного потоку.</li> <li>5. Розрахунок руху електронів та взаємодії з електромагнітними полями за допомогою комерційних пакетів.</li> </ol> <p><b>Література:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Шевчик В.Н. Аналитические методы расчета в электронике СВЧ / В.Н. Шевчик, Д.И. Трубецков. — М. : Сов. радио, 1970.</li> <li>2. Вайнштейн Л.А. Лекции по сверхвысокочастотной электронике / Л.А. Вайнштейн, В.А. Солнцев. — М. : Сов. радио, 1973.</li> <li>3. А.С. Бакай, К.А. Лукин, В.П. Шестопалов. Нелинейная нестационарная теория генератора дифракционного излучения. – Харьков, 1978.- 27с. – (Препринт /АН УССР. ИРЭ; №94).</li> <li>4. B. Goplen, L. Ludeking, D. Smith, and G. Warren, “User-configurable MAGIC for electromagnetic PIC calculations,” Comput. Phys. Commun., vol. 87, no. 12, pp. 54–86, May 1995, DOI: 10.1016/0010-4655(95)00010-D.</li> <li>5. <a href="https://www.3ds.com/products-services/simulia/products/electromagnetic-simulation/particle-dynamics-solutions/">https://www.3ds.com/products-services/simulia/products/electromagnetic-simulation/particle-dynamics-solutions/</a></li> </ol> <p><b>Лекція 9. Огляд сучасного стану розробок ГДВ та перспективних варіантів конструкції ГДВ для освоєння ТГц-діапазону</b><br/>Лектор: к.ф.-м.н. Сенкевич Олена Борисівна</p> <p><i>План лекції:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Місце ГДВ серед сучасних приладів НВЧ-електроніки</li> <li>2. Інтерес в інших країнах до розробки ГДВ</li> <li>3. Використання ГДВ в науці та техніці.</li> </ol> |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                         |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         |                                                          | <p><b>Лекція 10. Фазова неоднорідність у відкритих резонансних системах ГДВ</b><br/> Лектор: Лектор: к.ф.-м.н. Сенкевич Олена Борисівна<br/> <i>План лекції:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Явища конструктивної та деструктивної інтерференції у відкритих резонансних системах ГДВ.</li> <li>2. Моделювання коливальних процесів у відкритих резонаторах зі складною формою поверхні дзеркал.</li> <li>3. Модифікації ГДВ зі сильною та слабою фазовою неоднорідністю електродинамічної системи, ГДВ-орбитрон.</li> <li>4. ГДВ з просторово-розвинутими електродинамічними системами.</li> </ol> <p><b>Лекція 11. Особливості збудження та взаємодії коливань в ГДВ</b><br/> Лектор: Лектор: к.ф.-м.н. Сенкевич Олена Борисівна<br/> <i>План лекції:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Робота ГДВ на вищих просторових гармоніках.</li> <li>2. Робота ГДВ на міжтипових коливаннях.</li> <li>3. Конкуренція та кооперація мод в ГДВ.</li> <li>4. Критичні режими для швидких хвиль в періодичній структурі ГДВ.</li> <li>5. Автостабілізація частоти в ГДВ.</li> </ol> <p><b>Література:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Шестопапов В.П. Дифракционная электроника. Х.: Вища школа. Изд-во при Харьк. Ун-те, 1976. 231 с.</li> <li>2. Генераторы дифракционного излучения / Под ред. Шестопапова В.П.; АН УССР. Ин-т радиофизики и электрон. К.: Наук. Думка, 1991. 320 с.</li> <li>3. Электроника сверхвысоких частот : Основы теории и лабораторный практикум : Учеб. пособ. / О.О. Шматько, Э.М. Одаренко ; Харьковский нац. ун-т им. В.Н. Каразина. Харьков : Факт, 2003.</li> <li>4. E. M. Khutoryan, Yu. S. Kovshov, A. A. Likhachev, S. S. Ponomarenko, S. A. Kishko, K. A. Lukin, V. V. Zavertanniy, T. V. Kudinova, S. A. Vlasenko, A. N. Kuleshov, T. Idehara, "Excitation of hybrid space-surface waves in clinotrons with non-uniform grating", Journal of Infrared, Millimeter and Terahertz Waves, vol. 39, № 3, pp.236–249, 2018.</li> <li>5. Бакай А.С., Лукин К.А., Шестопапов В.П. Нелинейная нестационарная теория генераторов дифракционного излучения. Изв. вузов СССР. Сер. Радиофизика, 1979, Т. 22, № 9.</li> </ol> |
| <b>III. Релятивістська електроніка.</b> | д.ф.-м.н., с.н.с.<br>Прокопенко<br>Юрій<br>Володимирович | <p><b>Лекція 12. Електронний пучок з надкритичним струмом. Генерування НВЧ-випромінювання за допомогою сильнотрумових РЕП</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |



|                                                                                                                     |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Нетрадиційні методи, що реалізуються при створенні потужних електронних приладів НВЧ і ВВЧ діапазонів</b></p> | <p>к.ф.-м.н.<br/>Дормідонтов<br/>Анатолій<br/>Вікторович</p> | <p>Лектор: д.ф.-м.н., с.н.с. Прокопенко Юрій Володимирович</p> <p><i>План лекції:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Генерація та транспортування сильноточових релятивістських електронних пучків (РЕП)</li> <li>2. Електронний пучок з надкритичним струмом. Коливання віртуального катоду</li> <li>3. Генератори на віртуальному катоді</li> <li>4. Діагностика параметрів імпульсів потужного НВЧ-випромінювання</li> </ol> <p><b>Література:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Андреев В.В., Балмашнов А.А., Корольков В.И., Лоза О.Т., Милантьев В.П. Физическая электроника и её современные приложения: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 383 с.</li> <li>2. Трубецков Д. И., Храмов А. Е. Лекции по сверхвысокочастотной электронике для физиков. В 2 т. Т. 2. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 648 с.</li> <li>3. Прокопенко Ю.В., Аверков Ю.О., Дормідонтов А.В. Генерація електромагнітних хвиль на основі ефектів взаємодії рухливих заряджених частинок з полями збуджувальних ними власних мод хвилевідних та резонаторних структур (огляд) // Вісті вузів. Радіоелектроніка. 2024. Т. 67, № 3. С. 137–166. doi: <a href="https://doi.org/10.20535/S0021347024030038">https://doi.org/10.20535/S0021347024030038</a></li> </ol> <p><b>Лекція 13. Автоколивальна система на базі ЦДР з модами шепочучої галереї</b></p> <p>Лектор: к.ф.-м.н. Дормідонтов Анатолій Вікторович</p> <p><i>План лекції:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Збудження багатоструминним електронним пучком власної моди шепочучої галереї циліндричного діелектричного резонатора</li> <li>2. Монотронний механізм генерації</li> <li>3. Конструкція генератора і результати експериментальних досліджень</li> </ol> <p><b>Література:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mathematical model of an excitation by electron beam of "whispering gallery" modes in cylindrical dielectric resonator / Galaydych K. V., Lonin Yu. F., Ponomarev A. G., Prokopenko Yu. V., Sotnikov G. V. // Problems of Atomic Science and Technology. Series: "Plasma Physics". – 2010. – Issue 16, No. 6. – P. 123-125.</li> <li>2. Автоколебательная система на основе диэлектрического резонатора с модами "шепчущей галереи" / Дормидонтов А. В., Кириченко А. Я., Лонин Ю. Ф., Пономарев А. Г., Прокопенко Ю. В., Сотников Г. В., Уваров В. Т., Филиппов Ю. Ф. // Письма в ЖТФ. – 2012. – Т. 38, Вып. 2. – С. 65-73.</li> </ol> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                         |                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                         |                                                                                                                                                                                       | <p>3. Возбуждение миллиметровых волн сильнооточным РЭП в диэлектрическом резонаторе / Галайдыч К. В., Лонин Ю. Ф., Пономарев А. Г., Прокопенко Ю. В., Сотников Г. В., Уваров В. Л. // Вопросы атомной науки и техники (ВАНТ). Серия: Ядерно-физические исследования. 2012. Вып. 58, № 3 (79). С. 174-178.</p> <p>4. Nonlinear analysis of mm waves excitation by high-current REB in dielectric resonator / Galaydych K. V., Lonin Yu. F., Ponomarev A. G., Prokopenko Yu. V., Sotnikov G. V. // Problems of Atomic Science and Technology. Series: "Plasma Physics". – 2012. – Issue 18, No 6(82). – P. 158-160.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>IV.</b><br><b>Твердотільна</b><br><b>електроніка</b> | <p>д.ф.-м.н., с.н.с.<br/>         Прокопенко<br/>         Юрій<br/>         Володимирович</p> <p>к.ф.-м.н.<br/>         Дормідонтов<br/>         Анатолій<br/>         Вікторович</p> | <p><b>Лекція 14. Взаємодія потоків заряджених частинок з твердотільними структурами різних конфігурацій, в тому числі що містять плазмоподібні і штучні середовища, а також малорозмірні заряджені поверхні</b></p> <p>Лектор: к.ф.-м.н. Дормідонтов Анатолій Вікторович</p> <p><i>План лекції:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Електромагнітне випромінювання зарядженої частинки, що рухається по спіральній траєкторії навколо діелектричного циліндру</li> <li>2. Механізми збудження власних хвиль циліндричних твердотільних структур з двомірним електронним газом (електростатичне наближення)</li> <li>3. Черенковське збудження поверхневих хвиль в циліндричних структурах з двомірним електронним газом (електростатичне наближення)</li> <li>4. Нестійкість трубчатого електронного пучка при розповсюдженні над діелектричним циліндром (врахування ефектів спізнення у циліндрі)</li> <li>5. Взаємодія трубчатого пучка заряджених частинок з диспергуючим середовищем циліндричної конфігурації</li> </ol> <p><b>Література:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Averkov Yu. O., Prokopenko Yu. V., Yakovenko V. M. Numerical Analysis of the Interaction between a Tubular Beam of Charged Particles and a Dielectric Cylinder// JETP, Vol. 130, No. 5, P. 737–747, 2020. DOI: 10.1134/S1063776120030012</li> <li>2. Averkov Yu. O., Prokopenko Yu. V., Yakovenko V. M. Nonlinear Stabilization of Resistive Instability of a Tubular Charged Particle Beam Moving above a Solid-State Plasma Cylinder // Plasma Physics Report, Vol.45, No.6, P. 565–572, 2019. DOI: 10.1134/S1063780X19060011 [https://rdcu.be/bHnUy]</li> <li>3. Yu. O. Averkov, Yu. V. Prokopenko, and V. M. Yakovenko Interaction between a tubular beam of charged particles and a dispersive metamaterial of</li> </ol> |

|                  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |  | <p>cylindrical configuration // Phys. Rev. E. Vol. 96, Issue 1. P. 013205(12), 2017.<br/>DOI: <a href="https://doi.org/10.1103/PhysRevE.96.013205">https://doi.org/10.1103/PhysRevE.96.013205</a>.</p> <p>4. Ю.О. Аверков, Ю.В. Прокопенко, В.М. Яковенко<br/>Потери энергии заряженной частицы при взаимодействии с диэлектрическим цилиндром // Радиофизика и электроника. Т. 25. № 1. С. 60–69. 2020. DOI: <a href="https://10.15407/rej2020.01.060">https://10.15407/rej2020.01.060</a></p> <p>5. Averkov Yu. O., Prokopenko Yu. V., Yakovenko V. M. Instability of a Tubular Electron Beam Moving over a Dielectric Cylinder // Technical Physics, Vol. 62, No. 10. P. 1578–1584, 2017. DOI: 10.1134/S1063784217100061</p> <p>6. Кузелев М.В., Рухадзе А.А., Стрелков П.С.<br/>Плазменная релятивистская СВЧ электроника. М: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.</p> <p><b>Лекція 15. Особливості напівпровідникової електроніки НВЧ і ВВЧ діапазонів</b><br/>Лектор: д.ф.-м.н., с.н.с. Прокопенко Юрій Володимирович</p> <p><i>План лекції</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Напівпровідникові пристрої НВЧ і КВЧ діапазонів та їх властивості</li> <li>2. Підсилювачі та генератори см, мм і субмм хвиль на тунельних діодах, діодах Ганна, ЛПД і транзисторах</li> <li>3. Фактори, що обмежують застосування напівпровідникових підсилювачів і генераторів НВЧ і КВЧ діапазонів та чутливість супергетеродинних приймачів</li> </ol> <p><b>Література:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Техника спектроскопии в дальней инфракрасной, субмиллиметровой и миллиметровой областях спектра. пер. с англ. под ред. Т.М. Лифшица. М: МИР, 1970</li> <li>2. В.С. Эткин Полупроводниковые параметрические усилители и преобразователи СВЧ. М: Радио и связь, 1983</li> <li>3. М.С. Гусятинер, А.И.Горбачев Полупроводниковые сверхвысокочастотные диоды. М: Радио и связь, 1983.</li> <li>4. Дж. Кэррол. СВЧ–генераторы на горячих электронах. М: МИР, 1972</li> <li>5. М. Шур. Современные приборы на основе арсенида галлия. М: Мир, 1991.</li> </ol> |
| <b>Звітність</b> |  | <b>Екзамен</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |