Затверджено
науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від «29» червня 2023 р.
№9

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для самостійної роботи
з навчальної дисципліни
«АНАЛІЗ І СИНТЕЗ ВИПРОМІНЮЮЧИХ СИСТЕМ»

для студентів освітнього ступеня «магістр»
спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»
освітньо-професійна програма «Телекомунікації та радіотехніка»
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій
кафедра комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях

Розглянуто і рекомендовано
на засіданні кафедри
комп'ютерних технологій
у медицині та телекомунікаціях
протокол від «11» травня 2023 р. №3

Розробник: к.т.н., в.о. завідувача кафедри комп'ютерних технологій
у медицині та телекомунікаціях ЧУХОВ Владислав

Житомир
2023 р.

Чухов В. В. Методичні рекомендації для самостійної роботи з навчальної дисципліни «Аналіз і синтез випромінюючих систем» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр» спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / В. В. Чухов– Житомир: Житомирська політехніка, 2023.– 26 с.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою дисципліни «Аналіз і синтез випромінюючих систем» є вивчення студентами впливу поширення радіохвиль на параметри та способи побудови антенних систем, а також основ аналізу і синтезу типових антенних систем телекомунікаційних і радіотехнічних систем.

Завданнями вивчення дисципліни «Аналіз і синтез випромінюючих систем**»** є:

– вивчення теоретичних основ, принципів побудови і функціонування сучасних та перспективних антенних систем;

– набуття навичок інтерпретування результатів аналізу і синтезу антенних систем, оцінювання їх адекватності та ефективності;

– вміння локалізовувати та оцінювати стан проблемної ситуації на етапах дослідження, проектування, модернізації, впровадження та експлуатації сучасних та перспективних телекомунікаційних і радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів, формулювати пропозиції щодо її вирішення з усуненням виявлених недоліків.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування таких **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК7. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

СК1 (ФК1). Знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів та методології наукових досліджень.

СК2 (ФК2). Здатність до реалізації принципів системного підходу при проведенні досліджень процесів, що протікають в телекомунікаційних і радіотехнічних системах, комплексах та пристроях.

СК3 (ФК3). Здатність обґрунтовано обирати та ефективно застосовувати математичні методи, комп'ютерні технології моделювання, а також технічні підходи для оптимізації телекомунікаційних і радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів на всіх етапах їх життєвого циклу з метою отримання техніко-економічного виграшу.

СК4 (ФК4). Здатність застосовувати комплексний підхід до вирішення задач забезпечення надійності, живучості, завадозахищеності, інформаційної безпеки та пропускної здатності телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

СК5 (ФК5). Здатність розробляти, вдосконалювати та використовувати сучасне програмне, апаратне та програмно-апаратне забезпечення телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв (засобів, систем, комплексів).

СК6 (ФК6). Здатність здійснювати діяльність з розробки охоронних документів на об’єкти права інтелектуальної власності (патенти на винахід та/або корисну модель),

дотримуватися правових і етичних норм з питань інтелектуальної власності.

СК7 (ФК7). Здатність працювати з науково-технічною літературою та іншими джерелами інформації.

СК8 (ФК8). Здатність розв'язувати складні професійні завдання і проблеми на основі застосування новітніх технологій передавання, приймання і обробки інформації.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими таких **програмних результатів** навчання за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»:

РН3 (ПРН3). Знати теоретичні основи, принципи побудови і функціонування сучасних та перспективних телекомунікаційних і радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів.

РН5 (ПРН5). Знати, розуміти та вміти застосовувати сучасні методи наукових досліджень, організації та планування експерименту, комп'ютерних методів та технологій моделювання і обробки отриманих результатів у сфері телекомунікації та радіотехніки, інтерпретувати результати досліджень, оцінювати їх адекватність та ефективність.

РН8 (ПРН8). Вміти локалізовувати та оцінювати стан проблемної ситуації на етапах дослідження, проектування, модернізації, впровадження та експлуатації сучасних та перспективних телекомунікаційних і радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів, формулювати пропозиції щодо її вирішення з усуненням виявлених недоліків.

2. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Вплив поширення радіохвиль на параметри та способи побудови антенних систем

Тема 1. Поширення радіохвиль у вільному просторі

Структура радіолінії. Групи радіоліній. Склад та будова атмосфери. Електричні параметри атмосфери. Рівняння для ідеальної радіолінії.

Особливості поширення радіохвиль на реальних трасах. Діапазонні особливості поширення радіохвиль.

Зони Френеля. Домінантна область простору. Земні радіохвилі. Критерій Релея. Дальність прямої видимості. Інтерференційний множник. Ділянка поверхні, суттєва для відбиття радіохвиль від Землі

Вплив тропосфери та іоносфери на поширення радіохвиль. Види та способи огляду простору у радіолокації.

Змістовий модуль 2. Основи аналізу і синтезу типових випромінюючих систем

Тема 2. Синтез рупорних антен

Особливості синтезу рупорних антен. Оптимальні рупори. Алгоритм синтезу оптимального рупора.

Тема 3. Синтез дзеркальних антен

Особливості синтезу дзеркальних антен. Алгоритм синтезу дзеркальної параболоїдної антени.

Тема 4. Антенні решітки з електричним скануванням

Основні співвідношення для лінійної антенної решітки (АР). АР з оптимальним амплітудним розподілом.

АР з керованою діаграмою направленості: лінійні та двомірні АР. Способи електричного керування положенням антенного променя. Багатопроменеві АР. Спотворення форми ДН при скануванні.

3. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Денна форма навчання

Змістові модулі і теми	Кількість годин				
	Всього	Лекції	Практичні	Лабораторні	Самостійна робота
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Вплив поширення радіохвиль на параметри та способи побудови антенних систем					
Тема 1. Поширення радіохвиль у вільному просторі	67	16	16	0	35
Разом змістовий модуль 1	***67***	***16***	***16***	***0***	***35***
Модуль 2					
Змістовий модуль 2. Основи аналізу і синтезу типових випромінюючих систем					
Тема 2. Синтез рупорних антен	20	4	2	0	14
Тема 3. Синтез дзеркальних антен	24	4	6	0	14
Тема 4. Антенні решітки з електричним скануванням	39	8	8	0	23
Разом змістовний модуль 2	***83***	***16***	***16***	***0***	***51***
ВСЬОГО	***150***	***32***	***32***	***0***	***86***

Заочна форма навчання

Змістові модулі і теми	Кількість годин				
	Всього	Лекції	Практичні	Лабораторні	Самостійна робота
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Вплив поширення радіохвиль на параметри та способи побудови антенних систем					
Тема 1. Поширення радіохвиль у вільному просторі	57	3	4	0	50
Разом змістовий модуль 1	***57***	***3***	***4***	***0***	***50***
Модуль 2					
Змістовий модуль 2. Основи аналізу і синтезу типових випромінюючих систем					
Тема 2. Синтез рупорних антен	28	1	2	0	25
Тема 3. Синтез дзеркальних антен	27	2	0	0	25
Тема 4. Антенні решітки з електричним скануванням	38	2	0	0	36
Разом змістовний модуль 2	***93***	***5***	***2***	***0***	***86***
ВСЬОГО	***150***	***8***	***6***	***0***	***136***

4. Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Нормовані опори та провідності	2	0
2	Вхідні опори фідерів антен		
3	Визначення напруженості поля у діапазоні	2	0

	гектометрових хвиль		
4	Розрахунок зони впевненого прийому	2	0
5	Розрахунок робочих частот для радіозв'язку у діапазоні коротких хвиль	2	0
6	Висоти підйому антен та домінантна область простору (частина 1)	2	0
7	Висоти підйому антен та домінантна область простору (частина 2)	2	0
8	Висота підйому антени над земною поверхнею та супутні параметри (частина 1)	2	2
9	Висота підйому антени над земною поверхнею та супутні параметри (частина 2)	2	2
10	Синтез рупорної антени	2	2
11	Розрахунок дзеркальної антени (частина 1)	2	0
12	Розрахунок дзеркальної антени (частина 2)	2	0
13	Розрахунок дводзеркальної антени	2	0
14	Випромінювання рівномірної лінійної решітки вібраторів (частина 1)	2	0
15	Випромінювання рівномірної лінійної решітки вібраторів (частина 2)	2	0
16	Випромінювання двовимірної антенної решітки	2	0
Разом		32	6

5. Завдання для самостійної роботи

Тема 1. Поширення радіохвиль у вільному просторі

1. Опрацювання лекційного матеріалу

2. Питання для самостійного вивчення у темі 1: плоскі хвилі при довільній орієнтації у просторі [2]; Закони Снеліуса [2]

3. Підготовка до практичних занять №1 – 8.

4. Підготовка до КМР №1.

Тема 2. Синтез рупорних антен

1. Опрацювання лекційного матеріалу
2. Питання для самостійного вивчення у темі 2: спеціальні функції [2, 4].
3. Підготовка до практичного заняття №9.

Тема 3. Синтез дзеркальних антен

1. Опрацювання лекційного матеріалу
2. Підготовка до практичних занять №10 – 12.

Тема 4. Антенні решітки з електричним скануванням

1. Опрацювання лекційного матеріалу
2. Підготовка до практичних занять №13 – 16.
3. Підготовка до КМР №2.

6. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання для самостійної роботи студентів не передбачено навчальним планом.

7. Методи навчання

Методами навчання під час викладання дисципліни є: лекції (теорія), практичні та лабораторні заняття, самостійна робота, консультації.

8. Методи контролю

Під час вивчення дисципліни застосовуються поточний, модульний контроль і підсумковий контроль знань студентів. Останній здійснюється у формі екзамену.

Об’єктом оцінювання знань студентів є програмний матеріал дисципліни різного характеру і рівня складності, засвоєння якого відповідно перевіряється під час поточного контролю і на екзамені. Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою.

1. Поточний контроль. В процесі поточного контролю здійснюється перевірка запам'ятовування та розуміння програмного матеріалу, набуття вміння і навичок конкретних розрахунків та обґрунтувань, набуття навичок практичної роботи з вимірювальними прилади.

Об'єктами поточного контролю знань студента є:

1) систематичність та активність роботи на практичних заняттях;

2) виконання завдань для самостійного опрацювання;

4) виконання модульних робіт (контрольних занять).

При контролі систематичності та активності роботи на лекційних заняттях оцінці підлягають: рівень знань продемонстрований в письмових та усних відповідях на практичних заняттях, результати контролю.

При контролі виконання завдань для самостійного опрацювання оцінці підлягають: самостійне опрацювання тем в цілому чи окремих питань, проведення контрольних робіт.

При виконанні модульних (контрольних) завдань оцінці підлягають: тести, виконання письмових завдань під час проведення контрольних робіт, інші завдання.

2. Система підсумкового контролю

Формою підсумкового контролю з дисципліни є екзамен. Екзамен проводиться в усній формі. Студент має право отримати оцінку за результатами модульного контролю, якщо він виконав всі види навчальної роботи без порушення встановлених термінів і отримав позитивну (за національною шкалою) підсумкову оцінку.

Якщо студент отримав незадовільну оцінку або не згоден з оцінкою за результатами модульного контролю, він повинен скласти екзамен.

3. Перелік екзаменаційних завдань

Теоретичні питання, наведені у білетах, добираються з тематичного плану дисципліни, лекційного матеріалу, переліку питань для самостійного вивчення дисципліни, питань самостійної роботи студентів.

9 Схема нарахування балів

Загальна кількість балів за якими оцінюється вся поточна робота розподіляється між об'єктами контролю таким чином (денна форма навчання):

- дві письмові контрольні модульні роботи 36 балів;
- робота під час 16 практичних занять 64 бали;

Разом 100 балів.

Загальна кількість балів за якими оцінюється вся поточна робота розподіляється між об'єктами контролю таким чином (заочна форма навчання):

- письмова контрольна модульна робота 64 балів;
- робота під час 3 практичних занять 36 бали;

Разом 100 балів.

Передбачено 5 додаткових балів за підготовку та виступ з презентацією за темою дисципліни.

Мінімум балів при яких студент допускається до екзамену – 50 балів.

10. Розподіл балів

Поточне тестування та самостійна робота				Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2			
Т1	Т2	Т3	Т4	100
54	15	15	16	

Підсумкову оцінку студент отримує за загальною сумою балів згідно таблиці:

За шкалою	Екзамен	Залік	Бали
A	Відмінно	Зараховано	90-100
B	Добре	Зараховано	82-89
C			74-81
D	Задовільно	Зараховано	64-73
E			60-63
FX	Незадовільно	Не зараховано	35-59
F		Не зараховано	0-34

Основна література

1. Constantine A. Balanis Antenna theory: analysis and design – Fourth edition. – John Wiley & Sons, Inc, 2016. – 1095 p.

2. Robert J. Mailloux Phased Array Antenna Handbook – Second edition. – Artech House inc, 2005. – 515 p.

3. Kyohei Fujimoto Mobile Antenna Systems Handbook – Third edition. – Artech House inc, 2008. – 790 p.

4. The Electrical Engineering And Applied Signal Processing Series: MIMO System Technology For Wireless Communications / Edited by Alexander Poularikas. – Taylor & Francis Group, 2006. – 395 p.

5. Електродинаміка та поширення радіохвиль. Ч. 2. Випромінювання та поширення радіохвиль Підручник для студентів ВНЗ / В. М. Шокало, В. І. Правда, В. А. Усін, В. С. Вунтесмері, Д. В. Грецьких; під ред. В. М. Шокало та В. І. Правди. – Харків: ХНУРЕ; Колегіум, 2009. – 436 с.

Допоміжна література

1. Слободянюк П. В. Теорія і практика управління використання радіочастотного ресурсу / П. В. Слободянюк, Т. М. Наритник, В. Г. Благодарний, В. Г. Сайко; за ред. В. Г. Кривутци. – К.: ДУІКТ, 2012. – 596 с.

2. Манойлов В. П. Широкосмугові рупорні антени зі складною формою поперечного перерізу / В. П. Манойлов, В. В. Павлюк, Р. Л. Ставісюк. – Житомир: ФОП О. О. Євенок, 2016. – 212 с.

3. Захарія Й. А. Методи прикладної електродинаміки. – Львів: Бескид Біт, 2003. – 352 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. www.iec.ch – Міжнародна електротехнічна комісія.

2. www.itu.int – Міжнародний союз з телекомунікацій.

3. www.cenelec.org – Європейський комітет стандартизації в області електротехніки.

4. http://www.rrt.ua/ – Концерн радіомовлення, радіозв'язку та телебачення.

5. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1208-2005-%D0%BF – Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Національної таблиці розподілу смуг радіочастот України» №1208 від 15 грудня 2005 р.

6. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1280-iv – Закон України «Про телекомунікації» №1280-IV від 18 листопада 2003 р.

7. https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/3759-12 – Закон України «Про телебачення і радіомовлення» № 3759-XII від 21грудня 1993 р.

8. https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/1770-14 – Закон України «Про радіочастотний ресурс» №1770-III від 1червня 2000 р.

10. http://www.zeonbud.com.ua/ – ТОВ «Зеонбуд»

11. https://www.rohde-schwarz.com – компанія «Rohde & Schwarz», продукція бездротового зв'язку, контрольно-вимірювальне обладнання для радіовимірювань, телерадіомовлення ті мультимедіа, керування повітряним рухом, радіозв'язок, кібербезпека та мережеві технології.

12. http://kvantefir.com/ – НВП «Квант-Ефір», обладнання для телерадіомовлення

13. https://www.kathrein.com/ – Kathrein, антени, антенна техніка

14. www.schwarzbeck.com – компанія «Schwarzbeck»

15. www.ets-lindgren.com – компанія «TS-Lindgren»

16. www.teseq.com – компанія «Teseq»

17. www.aaronia.de – компанія «Aaronia»

18. https://tera.pro – «ТЕРАПРО» ,обладнання для телерадіомовлення

19. http://vigintos.com/ – «Vigintos Elektronika», обладнання для телерадіомовлення

20. www.ied.org.ua – Інститут електродинаміки Національної академії наук України.

21. www.ire.kharkov.ua – Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова.

22. www.nbuv.gov.ua/ – Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського.

23. www.lib.zt.ua/ – Житомирська обласна універсальна наукова бібліотека ім. Олега Ольжича.

24. www.lib.ztu.edu.ua/ – бібліотека Державного університету «Житомирська політехніка».

25. www.akoninc.com – AKON, Inc, електронні пристрої з цифровим керуванням для діапазону частот 0,5...40 ГГц.

26. www.minicircuits.com – компанія Mini-Circuits, ВЧ та НВЧ пристрої.

27. www.flann.com – Flann Microwave, антени, НВЧ пристрої, тестове та вимірювальне обладнання для діапазону частот 2...170 ГГц.

28. www.etiworld.com – Electromagnetic Technologies Industries (ET Industries), компоненти та системи ВЧ та НВЧ діапазонів.

29. www.eclipsemicrowave.com – Eclipse Microwave, Inc , НВЧ компоненти.

30. www.ditom.com – DiTom Microwave, феритові пристрої для діапазону частот 250 МГц... 40 ГГц.

31. www.aml-microtec.com – AML Microtechnique Lorraine, НВЧ пристрої та вироби для бортової авіаційної та космічної апаратури.

32. www.barryind.com – Barry Industries, пасивні електронні компоненти.

33. www.datadelay.com – Data Delay Devices, Inc. (DDD), лінії затримки, генератори, помножувачі частоти, фільтри.

34. www.emifiltercompany.com – EMI Filter Company, фільтри.

35. www.ionbeammilling.com – Ion Beam Milling, прецизійні радіочастотні елементи.

36. www.ums-gaas.com – United Monolithic Semiconductors, ВЧ та НВЧ мікросхеми.

37. www.rogerscorp.com – Rogers Corporation, радіоматеріали.

38. www.semiconductorenclosures.com – Semiconductor Enclosures, Inc. (SEI), корпуси для НВЧ та оптоелектронних пристроїв, керамічні підложки, кристали на підложці.

39. www.precidip.com – PRECI-DIP, контакти та з’єднувачі.

40. www.passiveplus.com – Passive Plus Inc, НВЧ компоненти.

41. www.coaxicom.com – Coaxial Components Corporation (COAXICOM, коаксіальні радіочастотні компоненти.

42. www.diamondantenna.com – Diamond Antenna & Microwave Corporation, обертові зчленування.

43. www.megaphase.com – MegaPhase, НВЧ та оптичні кабелі і роз'єми

44. www.microtech-inc.com – Microtech, Inc., хвилеводи, хвилеводні пристрої.

45. www.ni-microwavecomponents.com – National Instruments, вимірювальна апаратура, радіочастотні компоненти та пристрої.

46. www.signalhound.com – Test Equipment Plus, тестове обладнання.

47. https://romsat.ua/ – «ROMSAT» – українська компанія, яка спеціалізується на комплексних поставках обладнання систем телебачення та телекомунікації.

48. https://www.amos-spacecom.com – Spacecom, оператор супутникових послуг.

49. https://www.ses.com – SES, оператор супутникових послуг.

Тестові питання для самоконтролю
(правильні відповіді виділено кольором)

№	Питання	Варіанти відповіді
	Поширення радіохвиль у вільному просторі	
1	Передавальна антена, середовище, приймальна антена – це складові елементи:	А) радіолінії; Б) радіопередавача; В) радіоприймача; Г) детектора; Д) модулятора.
2	Радіолінії бувають:	А) первинні; Б) вторинні;

		В) варіанти А, Б; Г) комбіновані; Д) земні.
3	Якщо інформацію радіосигналу повідомляє передавальна станція, то таку радіолінію називають:	А) первинною; Б) вторинною; В) третинною; Г) комбінованою; Д) земною.
4	Якщо радіосигнал передавальної антени не потрапляє безпосередньо на приймальну антену, а спочатку падає на штучний чи природний об'єкт, внаслідок відбиття від якого потрапляє на приймальну антену, то таку радіолінію називають:	А) первинною; Б) вторинною; В) третинною; Г) комбінованою; Д) земною.
10	Основними областями атмосфери є:	А) тропосфера; Б) стратосфера; В) іоносфера; Г) космосфера; Д) варіанти А, Б та В.
11	Нижньою областю атмосфери є:	А) тропосфера; Б) стратосфера; В) іоносфера; Г) космосфера; Д) мезосфера.
14	Якщо $D(\theta,\varphi)$ – КСД передавальної антени, а P_Σ – випромінювана нею потужність, то вираз $E_m(\theta,\varphi,r)=\frac{1}{r}\sqrt{\frac{D(\theta,\varphi)P_\Sigma W_0}{2\pi}}$ дає значення якої величини у цьому випадку?	А) напруженості магнітного поля; Б) напруженості електричного поля; В) магнітну індукцію; Г) електричну індукцію; Д) густину потоку потужності.
15	Введенням якої величини відрізняється рівняння реальної	А) доданком підсилення;

	радіолінії від рівняння ідеальної радіолінії?	Б) множником підсилення; В) множником послаблення; Г) доданком послаблення; Д) коефіцієнтом спрямованої дії.
17	Як проявляється вплив поверхні Землі на поширення радіохвиль?	А) відбиттям радіохвиль від поверхні Землі; Б) втратами електромагнітної енергії у грунті (воді); В) сферичністю Землі; Г) нерівностями земної поверхні; Д) варіанти А, Б, В та Г.
18	Явище викривлення траєкторії поширення радіохвиль – це:	А) дифракція; Б) рефракція; В) інтерференція; Г) дисперсія; Д) ефект Фарадея.
23	Якщо f_s – сигналу, а f_p – частота Ленгмюра, то умова прозорості іоносфери для радіохвиль – це:	А) $f_s > f_p$; Б) $f_s < f_p$; В) $f_s = f_p$; Г) $f_s = 2f_p$; Д) $f_s = 10f_p$.
25	При якому співвідношенні між частотою сигналу f_s та частотою Ленгмюра f_p іоносфера перестає бути прозорою для радіохвиль?	А) $f_s < f_p$; Б) $f_s = 2f_p$; В) $f_s = 5f_p$; Г) $f_s = 10f_p$;

		Д) варіанти А, Б, В та Г.
26	У скільки разів відрізняються граничні частоти діапазонів радіохвиль?	А) 2; Б) 3; В) 5; Г) 10; Д) 100.
27	На скільки градусів відрізняються фази полів сусідніх зон Френеля?	А) 0; Б) 45; В) 90; Г) 180; Д) 360.
28	Як називають область простору, розташовану нижче лінії радіогоризонту?	А) освітлена область; Б) область тіні; В) область напівтіні; Г) кільця Ньютона; Д) домінантна область простору.
29	Внесок якої зони Френеля є найбільшим у результуюче поле?	А) першої; Б) другої; В) третьої; Г) четвертої; Д) п’ятої.
30	Яку форму має домінантна область простору?	А) сфери; Б) еліпсоїда; В) паралелепіпеда; Г) циліндра; Д) піраміди.
31	Якщо h – висота нерівностей, λ – довжина хвилі; а θ – кут їхнього падіння, то який вираз називають «критерій Релея»?	А) $h = \frac{\lambda}{8}\cos\theta$; Б) $h \geq \frac{\lambda}{8}\cos\theta$; В) $h \leq \frac{\lambda}{8}\cos\theta$;

		Г) $h = \sqrt{\frac{\lambda}{8}\cos\theta.}$; Д) $h \le \frac{\lambda^2}{8}\cos\theta..$
32	Як називають вид огляду простору, коли зону огляду проглядають одним антенним променем, переміщення якого здійснюється послідовно по часу, куту місця та азимуту?	А) паралельним; Б) послідовним; В) змішаним; Г) денним; Д) нічним.
33	Як називають область простору, розташовану над лінією радіогоризонту?	А) освітлена область; Б) область тіні; В) область напівтіні; Г) кільця Ньютона; Д) домінантна область простору.
35	Яку відстань визначає вираз $R_0[км] \cong 3{,}57\left(\sqrt{h_1[м]} + \sqrt{h_2[м]}\right)$?	А) протяжність освітленої області; Б) протяжність області тіні; В) дальність прямої видимості; Г) висоту підйому передавальної антени; Д) висоту підйому приймальної антени.
37	Який з видів огляду простору має найменший темп поновлення інформації?	А) паралельний; Б) послідовний; В) змішаний; Г) денний; Д) нічний.
	Синтез рупорних антен	
52	Сукупність антени та всіх ланок фідера (лінії передачі) – це:	А) фідерний трактом; Б) антенно-фідерний тракт; В) фазообертач;

		Г) атенюатор; Д) міст.
53	Розміри гостроспрямованої антени:	А) значно менші за довжину хвилі; Б) зіставні з довжиною хвилі; В) десятки довжин хвиль; Г) довільні; Д) є ефективними.
145	Якщо рупор утворено внаслідок розширення круглого хвилеводу, то такий рупор називають:	А) пірамідальним; Б) конічним; В) *E*-площинним секторіальним; Г) *H*-площинним секторіальним; Д) біконічним.
152	Якщо рупор утворено внаслідок розширення круглого хвилеводу, то такий рупор називають:	А) пірамідальним; Б) конічним; В) *E*-площинним секторіальним; Г) *H*-площинним секторіальним; Д) біконічним.
154	Якщо розширення прямокутного хвилеводу відбувається у площині електричного вектора, то такий рупор називають:	А) пірамідальним; Б) конічним; В) *E*-площинним секторіальним; Г) *H*-площинним секторіальним; Д) біконічним.
155	Якщо розширення прямокутного хвилеводу відбувається у площині магнітного вектора, то такий рупор називають:	А) пірамідальним; Б) конічним; В) *E*-площинним секторіальним; Г) *H*-площинним секторіальним;

		Д) біконічним.
156	Якщо розширення прямокутного хвилеводу одночасно відбувається у площинах електричного та магнітного векторів, то такий рупор називають:	А) пірамідальним; Б) конічним; В) *E*-площинним секторіальним; Г) *H*-площинним секторіальним; Д) біконічним.
162	Коли при заданій довжині рупор має максимальне значення КСД, то такий рупор називають:	А) пірамідальним; Б) оптимальним; В) конічним; Г) *E*-площинним секторіальним; Д) *H*-площинним секторіальним.
164	Значення фазового зсуву у крайніх точках розкриву рупора відносно центру розкриву:	А) мінімальне; Б) максимальне; В) незмінне; Г) скориговане; Д) не скориговане.
	Синтез дзеркальних антен	
174	Антени, в яких поле у розкриві формується внаслідок відбиття електромагнітної хвилі від металевої поверхні спеціального рефлектора (дзеркала), називають:	А) рупорними; Б) дротовими; В) дзеркальними; Г) щілинними; Д) антенними решітками.
175	Найпоширенішими дзеркалами є:	А) параболоїд обертання; Б) усічений параболоїд; В) параболічний циліндр; Г) циліндр спеціального профілю; Д) варіанти А, Б, В та Г.

176	Для зменшення маси та парусності дзеркал їх роблять:	А) сітчастими; Б) перфорованими; В) фокальними; Г) варіанти А, Б; Д) полюсними.
178	Найкоротшу відстань від поверхні параболічного рефлектора до фокусу параболи – це:	А) фокальна відстань; Б) фокальна лінія; В) фокусна відстань; Г) радіус розкриву; Д) діаметр розкриву.
180	Лінія параболічного циліндра, яка паралельна до твірних циліндра та проходить через фокус параболи – це:	А) фокальна відстань; Б) фокальна лінія; В) фокусна відстань; Г) радіус розкриву; Д) діаметр розкриву.
181	Якщо кут розкриву дзеркала $2\vartheta_0 > \pi$ та $f < 0{,}25d$ (f – фокусна відстань; d – діаметр дзеркала), то такий рефлектор називають:	А) глибоким; Б) короткофокусним; В) мілким; Г) довгофокусним; Д) варіанти А та Б.
182	Найкоротшу відстань від поверхні параболічного рефлектора до фокусу параболи – це:	А) фокальна відстань; Б) фокальна лінія; В) фокусна відстань; Г) радіус розкриву; Д) діаметр розкриву.
184	Якою має бути провідність внутрішньої поверхні дзеркала?	А) мінімальною; Б) максимальною; В) будь-якою; Г) дискретною; Д) неперервною.
	Випромінювання рівномірної лінійної решітки	
187	Найпростіша антенна решітка складається з:	А) однотипних антен; Б) електричного та магнітного вібраторів; В) різнотипних антен; Г) дротової та

		апертурної антени; Д) вібраторної та магнітної антен.
188	Система випромінювачів, розташованих уздовж прямої лінії – це:	А) набір антен; Б) фазована антенна решітка; В) лінійна антена; Г) лінійна решітка; Д) активна фазована антенна решітка.
189	Антенну решітку, в якої відстань між сусідніми випромінюючими елементами однакова, називають:	А) еквідистантна решітка; Б) нееквідистантна решітка; В) рівномірна решітка; Г) фазована антенна решітка; Д) нерівномірна решітка.
192	Діаграма напрямленості системи з N ідентичних та однаково орієнтованих спрямованих випромінювачів визначається добутком діаграми напрямленості одиночного випромінювача на діаграму напрямленості тієї ж системи. Це формулювання теореми:	А) перемноження діаграм; Б) додавання діаграм; В) балансу потужності; Г) балансу активної потужності; Д) балансу реактивної потужності.
193	Якщо лінійна еквідистантна решітка складається з N однакових випромінювачів, а фазовий зсув полів сусідніх випромінювачів становить ψ', то величина $\Psi = N\psi'/2$ – це:	А) узагальнена кількість випромінювачів; Б) узагальнена кутова змінна; В) половинний кут; Г) масштабований половинний кут; Д) модифікований кут.

194	Вираз для узагальненої кутової змінної – це:	А) $N\pi d\left(\sin\theta - K\right)/2$; Б) $\pi d\left(\sin\theta - K\right)/2$; В) $N\psi'/2$; Г) $\psi'/2$; Д) варіанти А, Б.
195	У якому з наведених випадків множник решітки має найбільше значення (N – кількість випромінювачів, $m = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots$)?	А) $m\pi\left(N+2\right)$; Б) $m\pi\left(N+1\right)$; В) $m\pi N$; Г) $m\pi\left(N-1\right)$; Д) $m\pi\left(N-2\right)$.
196	ДН лінійної еквідистантної решітки є:	А) неперіодична; Б) однопелюсткова; В) періодична; Г) багатопелюсткова; Д) варіанти В, Г.
197	Відстань між головними пелюстками ДН лінійної еквідистантної решітки становить:	А) $\pi\left(N+3\right)$; Б) $\pi\left(N+2\right)$; В) $\pi\left(N+1\right)$; Г) πN; Д) πN^2.
198	Скільки бічних пелюсток вкладеться між головними пелюстками ДН лінійної еквідистантної решітки?	А) $N+2$; Б) $N+1$; В) N; Г) $N-1$; Д) $N-2$.