

ЗМІСТ

Передмова	3
Розділ 1. Загальносистемні поняття та специфіка радіотехнічних систем і їх проектування	5
1.1. Системи та їх атрибутивні характеристики.....	5
1.2. Радіотехнічні системи та їх специфіка	6
1.2.1. Мікрофункції радіотехнічних систем	10
1.3. Проектування радіотехнічних систем.....	13
Вправи і задачі	15
Відповіді на вправи та розв'язки задач.....	15
Розділ 2. Фізичні основи функціонування радіотехнічних систем.....	19
2.1. Електромагнітна хвиля як визначальний елемент структури РТС	19
2.2. Методи радіонавігації та радіолокації	24
Вправи і задачі.....	31
Відповіді на вправи та розв'язки задач	32
Розділ 3. Системотехнічне проектування радіолокаційних систем	35
3.1. Особливості структури і функціонування радіолокаційних систем	35
3.1.1. Структура пристрою виявлення у прийраних коливаннях пере випромінених радіоімпульсів	36
3.1.2. Роздільна здатність за віддаллю.....	41
3.1.3. Роздільна здатність за кутовою координатою	42
3.1.4. Похибка вимірювання віддалі	42
3.1.5. Похибка вимірювання кутових координат	43
3.1.6. Ефективна площа розсіювання РО.....	44
3.2. Рекомендації щодо розрахунків та вибору основних технічних параметрів і структури РЛС.....	45
3.2.1. Визначення довжини хвилі	45
3.2.2. Енергія прийманого сигналу.....	48
3.2.3. Структурні схеми оптимальних приймачів.....	49
3.2.4. Інтегратори.....	53
3.2.5. Передавальний пристрій РЛС	55
3.2.6. Пристрій захисту від пасивної завади	58
3.2.7. Пристрій автоматичного супроводу за віддаллю.....	59
3.2.8. Пристрій автоматичного супроводу за напрямком	62
3.2.9. Відображення просторового положення антени	65
3.2.10. Антени радіолокаційних систем	66
3.2.11. Створення рівносигнальної зони	69
3.2.12. Застосування фазованих антенних решіток (ФАР)	73
3.2.13. Пристрої відображення радіолокаційної інформації	76
3.3. Послідовність системотехнічних розрахунків РЛС колового огляду.....	83

3.3.1. Вибір форми сигналу	84
3.3.2. Визначення необхідного відношення енергії сигналу до енергії шуму	85
3.3.3. Визначення довжини хвилі випромінюваних коливань	87
3.3.4. Визначення тривалості зондуєчи радіоімпульсів	89
3.3.5. Визначення параметрів складного сигналу	89
3.3.6. Визначення періоду повторення і частоти заповнення зондуєчих радіоімпульсів	91
3.3.7. Вибір методу огляду і розрахунок його параметрів	91
3.3.8. Визначення параметрів антени	94
3.3.9. Уточнення числа відбитих радіоімпульсів.....	95
3.3.10. Визначення параметрів приймального пристрою.....	96
3.3.11. Розрахунок основних параметрів передавального пристрою.....	101
3.3.12. Визначення параметрів пристрою захисту від пасивних завад	103
3.3.13. Розрахунок пропускної спроможності РЛС.....	104
3.3.14. Визначення параметрів індикаторного пристрою	105
3.3.15. Визначення роздільної здатності РЛС за кутовою координатою	108
3.3.16. Визначення роздільної здатності РЛС за віддаллю	108
3.3.17. Розрахунок похибки визначення віддалі РЛС	109
3.3.18. Розрахунок похибки визначення кутової координати	109
Вправи і задачі системотехнічного проектування	110
Відповіді на вправи та розв'язки задач	113
Розділ 4. Системотехнічне проектування радіонавігаційних систем	140
4.1. Віддалемірні радіонавігаційні системи	140
4.1.1. Особливості структури і функціонування віддалемірних радіонавігаційних систем	142
4.1.2. Фізична модель радіовіддалеметрії при пасивному перевипромінюванні	142
4.1.3. Віддаль дії системи у втратному середовищі	144
4.1.4. Сутність методу віддалеметрії при імпульсному випромінюванні EX.....	146
4.1.5. Відображення віддалі дії РВ на екрані електронно-променевої трубки	147
4.1.6. Цифровий спосіб вимірювання часу затримки.....	149
4.1.7. Роздільна здатність радіовіддалеміра	149
4.1.8. Похибка вимірювання радіовіддалеміра	151
4.2. Кутомірні радіонавігаційні системи	152
4.2.1. Особливості структури і функціонування кутомірних радіонавігаційних систем.....	152
4.2.2. Вимірювання кутових навігаційних координат одноканальними радіопеленгаторами.....	157
4.2.3. Пеленгування за максимумом амплітуди	158

4.2.4. Пеленгування за мінімальним значенням амплітуди приймальних коливань	159
4.2.5. Пеленгування за методом порівнянь	159
4.2.6. Рівносигнальний метод пеленгування	160
4.2.7. Вимірювання значень амплітуди при пеленгуванні радіоб'єкта	162
4.2.8. Задавання напрямку у просторі	162
4.2.9. Вимірювання відстежених кутових координат	164
4.2.10. Фазо-фазове моноімпульсне радіопеленгування	166
4.2.11. Вимірювання різниці фаз; фазовий кутовий дискримінатор	167
4.2.12. Неоднозначність вимірювання кутової координати	168
4.2.13. Похибка вимірювання кутової координати	168
Вправи і задачі системотехнічного проектування.....	169
Відповіді на вправи та розв'язки задач	173
Розділ 5. Системотехнічне проектування радіотехнічних систем передавання інформації	181
5.1. Особливості структури і функціонування радіотехнічних систем передавання інформації.....	181
5.2. Основні поняття та визначення, що стосуються радіотехнічних систем передавання інформації	184
5.3. Радіоканали систем передавання інформації	189
5.3.1. Характеристики каналів передавання інформації.....	191
5.3.2. Одноканальне передавання інформації.....	195
5.3.3. Багатоканальне передавання інформації з частотним розділенням повідомлень	197
5.3.4. Багатоканальне передавання інформації з часовим розділенням повідомлень	204
5.4. Радіолінії систем передавання інформації	211
5.4.1. Прямі радіолінії систем передавання інформації	211
5.4.2. Радіолінії прямої видимості	212
5.4.3. Тропосферні радіолінії систем передавання інформації	216
5.4.4. Іоносферні радіолінії	218
5.4.5. Метеорні радіолінії передавання інформації.....	223
5.4.6. Супутникові радіолінії передавання інформації.....	230
Вправи і задачі системотехнічного проектування.....	239
Відповіді на вправи та розв'язки задач	243
Список використаної літератури	250
Додаток 1.....	251
Додаток 2.....	252
Додаток 3.....	253
Додаток 4.....	254
Додаток 5.....	255

Передмова

Створення сучасної радіотехнічної системи – складне науково-технічне завдання, яке вирішують за декілька етапів. На першому етапі накопичується інформація про структуру та функціонування подібних систем і розробляються вимоги до майбутньої системи. Далі відбуваються проектування і виготовлення спроектованої системи, її експлуатація і модернізація або утилізація.

Модернізація здійснюється тоді, коли система ще не вичерпала свого структурно-функціонального потенціалу та допускає застосування нової елементної бази і нової технології виготовлення. В протилежному випадку систему утилізують.

Першим етапом проектування є системотехнічне проектування, яке полягає у визначенні за сформованими вимогами, що представлені тактичними (інтегральними) показниками технічних (диференціальних) показників системи. Саме цей етап проектування розглянуто у посібнику.

Із великої сукупності радіотехнічних систем (радіолокаційних, радіонавігаційних, радіокерування, передавання інформації тощо) розглянуто лише: радіолокаційну систему колового огляду; радіонавігаційну віддалемірну і кутомірну; та системи передавання інформації: прямої видимості; тропосферні та іоносферні; метеорні та супутникові.

Оскільки у більшості студентів, які залучені до вивчення цього предмета, відсутні радіотехнічні компетенції, питання розрахунків і проектування супроводжуються коротким викладом питань структури і функціонування вказаних вище радіотехнічних систем. Етап системотехнічного проектування в розгорнутому і деталізованому вигляді висвітлено тільки для радіолокаційних систем, зокрема, для радіолокаційної системи колового огляду. Проектування радіонавігаційних систем і систем передавання інформації подано фрагментарно розрахунками окремих технічних показників. Виклад матеріалу, що стосується фізичних основ функціонування радіосистем, здійснено на середньому рівні фундаментальності.

У першому розділі розглянуто загальносистемні питання і специфіку радіотехнічних систем та їх проектування. Порівняно за складністю функціонування і структури три типи радіосистем: радіолокаційну, радіонавігаційну і систему передавання інформації. Виділено та розглянуто подібні мікрофункції цих радіосистем.

У другому розділі розглянуто фізичні основи функціонування радіотехнічних систем та методи вимірювання радіолокаційних і радіонавігаційних параметрів рухомих об'єктів.

У третьому розділі викладено питання системотехнічного проектування радіолокаційних систем. Спочатку висвітлено особливості структури і фун-

кціонування радіолокаційної системи колового огляду, далі репрезентовано послідовність системотехнічних розрахунків та конкретні приклади обчислень параметрів системи, виділені у підрозділ «Вправи і задачі».

У четвертому розділі розглянуто два типи радіонавігаційних систем – віддалемірні та кутомірні, які часто використовують сумісно, наприклад:

- у радіолокаторах огляду, виявлення і супроводу радіолокаційних об'єктів;
- у радіопеленгаторах-віддалемірах близьких гроз тощо.

На початку підрозділів, у яких розглянуто вищезазначені системи, висвітлено питання їх структури і функціонування. У підрозділі віддалемірних радіонавігаційних систем описано фізичну модель віддалеметрії, що відтворює фізичні процеси пасивного перевипромінювання радіохвиль, як в радіонавігації, так і в радіолокації. Тому розрахунки деяких параметрів, які стосуються радіонавігаційних і радіолокаційних систем, що розглянуто у третьому розділі, збігаються.

У підрозділі, який стосується кутомірних радіонавігаційних систем, розглянуто чотири методи пеленгування за змінами амплітуди сигналів, а також фазово-фазове моноімпульсне радіопеленгування. Визначення окремих параметрів цих систем наведено у підрозділі «Вправи і задачі із системотехнічного проектування», а розрахунки конкретних параметрів – у підрозділі «Розв'язки задач».

У п'ятому розділі розглянуто системи передавання інформації у формі двох взаємопов'язаних частин одного цілого: радіоканалів і радіоліній передавання інформації. В підрозділі, який стосується радіоканалу, описано аналоговий і цифровий способи реалізації, а також одноканальний та багатоканальні методи передавання інформації. В підрозділі, що стосується радіоліній, розглянуто прямі радіолінії та радіолінії передавання інформації прямої видимості, тропосферні та іоносферні, метеорні та супутникові. Приклади системотехнічних розрахунків і визначення параметрів цих підсистем наведено у вправах і задачах та відповідях і розв'язках задач.