ТЕМА №6 . Зв’язок та передавання інформації .

Час (2 год)

План лекції

1. Комунікація: Принципи роботи доступних засобів зв’язку.
2. Правила радіообміну, робота з радіостанціями малої потужності, засобами супутникового зв’язку.
3. Використання стандартів зв’язку та телекомунікаційних протоколів.
4. Безпека: Захист інформації та дій в умовах застосування противником засобів підслуховування, перешкоджання і придушення зв’язку.

Рекомендована література:

1. Бакулін В. М., Козелков С. В. — *Теорія інформації та кодування*. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти.
2. Цимбал В. П. — *Теорія інформації та кодування*. Підручник, який детально розглядає математичні основи передачі сигналів.
3. Семенко А. І., Воробієнко П. П. — *Телекомунікаційні системи та мережі*. Книга охоплює принципи побудови сучасних мереж зв'язку.
4. Оліфер В. Г., Оліфер Н. О. — *Комп'ютерні мережі. Принципи, технології, протоколи*. Класичне видання для розуміння мережевої архітектури та передачі даних.
5. Ендрю Таненбаум, Девід Ветеролл — *Комп'ютерні мережі* (перекладне видання). Найвідоміший світовий підручник про архітектуру мереж, рівні моделі OSI та протоколи передавання інформації.
6. Клод Шеннон — *Математична теорія зв'язку* (The Mathematical Theory of Communication). Фундаментальна праця, яка заклала основи всієї сучасної теорії інформації.
7. Джон Прокіс — *Цифровий зв'язок* (Digital Communications). Книга вважається «золотим стандартом» для вивчення методів модуляції, кодування та завадостійкості.

Текст лекції

Сучасні доступні засоби зв’язку працюють на принципах перетворення, кодування, передачі та декодування інформації через фізичні або цифрові канали.

Будь-який комунікаційний процес складається з відправника, повідомлення, каналу зв’язку та одержувача.

Нижче наведено класифікацію та базові принципи роботи найпопулярніших і найдоступніших на сьогодні засобів комунікації:

Цифрові та мережеві засоби (Інтернет-комунікація)

Це месенджери (Telegram, Viber, WhatsApp), електронна пошта (Gmail), соцмережі та платформи для відеозв'язку (Zoom, Teams).

- **Принцип кодування:** Будь-який текст, звук або відео перетворюються у двійковий код (нулі та одиниці).
- **Пакетна передача:** Інформація розбивається на маленькі частини — «пакети». Вони передаються мережею Інтернет найкоротшими маршрутами (через оптоволоконні кабелі, Wi-Fi або супутники) і знову збираються в єдине повідомлення на пристрої одержувача.
- **Синхронність та асинхронність:** Можуть працювати як у реальному часі (дзвінки), так і з відкладеною відповіддю (email).

Мобільний (стільниковий) зв'язок

Традиційні телефонні дзвінки та SMS-повідомлення.

- **Стільникова структура:** Територія покриття розділена на зони («стільники»), у центрі кожної з яких стоїть базова станція (антена).
- **Радіохвилі:** Ваш смартфон перетворює голос на цифровий радіосигнал і передає його на найближчу антену. Далі через кабельні або радіорелейні мережі оператора сигнал йде до антени, яка обслуговує слухача на іншому кінці, і перетворюється назад у звук.

Радіозв’язок (Рації)

Доступний засіб прямого зв'язку (наприклад, PMR-рації, які не потребують ліцензій), що є критично важливим під час відсутності інтернету чи мобільної мережі.

- **Пряма передача:** Сигнал йде безпосередньо від однієї рації до іншої через ефір без посередництва вишок чи серверів.
- **Симплексний режим:** Зазвичай працює за принципом «натисни і говори» (PTT — Push-to-Talk). Користувачі спілкуються на одній частоті по черзі: поки один говорить, інші лише слухають.
-

Таблиця: Порівняння доступності та автономності засобів зв'язку

Засіб зв'язку	Залежність від інфраструктури (вишки, світло)	Швидкість передачі	Основна перевага
Месенджери / Email	Висока (потрібен Інтернет)	Миттєво	Мультимедійність (текст, фото, відео)
Мобільний зв'язок	Висока (потрібні базові станції)	Миттєво	Доступність на будь-якому телефоні
Радіостанції (рації)	Нульова (працюють автономно)	Миттєво	Енергонезалежність, робота в горах/лісі

Основні правила радіообміну та роботи з технікою зв'язку базуються на трьох принципах: **секретність, лаконічність та чіткість**. Усі переговори мають вестися так, ніби ворог слухає вас прямо зараз.

Нижче наведено базові інструкції та правила для роботи з радіостанціями малої потужності (РМП) та засобами супутникового зв'язку (на прикладі систем типу Starlink та супутникових телефонів).

1. Загальні правила радіообміну (Закони ефіру)

- **Режим мовчання:** Завжди слухайте ефір перед тим, як натиснути кнопку передачі (PTT). Не перебивайте інші кореспонденти, якщо немає загрози життю (сигнал «MedaDay» / «BREAK»).
- **Лаконічність:** Формулюйте думку *до* того, як затиснули кнопку. Передача має тривати **не більше 5–10 секунд**. Довгий сигнал дозволяє ворогу запеленгувати вашу позицію.
- **Перевірка зв'язку (Рапорт):** Оцінюється за двома критеріями: розбірливість та гучність (наприклад: *«Чую тебе на 5»* або *«Розбірливість трійка, сильні шуми»*).
- **Спеціальні коди та таблиці:**
  - Заборонено називати реальні імена, прізвища, посади та координати в чистому вигляді.
  - Використовуйте лише затверджені **позивні** та **кодовані таблиці** (наприклад, замість «привези патрони» — «достав олівці»).
  - Для передачі слів по буквах використовується фонетичний алфавіт (наприклад: *А — Анна, Б — Борис* або *A — Alpha, B — Bravo*).

2. Робота з радіостанціями малої потужності (РМП)

До цієї категорії відносяться портативні рації (VHF/UHF діапазонів, такі як Motorola, Baofeng тощо), які працюють на відстані від 1 до 10 км залежно від рельєфу.

- **Правило натискання:** Натисніть кнопку PTT, **зачекайте 1 секунду** (щоб цифрова мережа або субтон встигли відкритися), і лише тоді починайте говорити. Якщо почати говорити одразу, перше слово відсічеться.
- **Положення антени:** Антена має бути спрямована **вертикально вгору**. Тримання рації горизонтально зменшує дальність зв'язку в рази. Не тримайтеся рукою за антену.
- **Енергоощадність:**
  - Перемикайте потужність передавача (High/Low). Якщо кореспондент близько, працюйте на мінімальній потужності (Low) — це береже батарею та ускладнює пеленгацію.
  - Занижуйте яскравість екрана та вимикайте звукові сигнали (Beep) для маскування.
- **Безпека:** Не залишайте рацію без нагляду. У разі втрати чи загрози полону негайно повідомте командира або зв'язківця для зміни частот/ключів шифрування чи дистанційного блокування рації.

3. Робота із засобами супутникового зв’язку

Супутниковий зв'язок (Starlink, Iridium, Thuraya) забезпечує стратегічний доступ до мережі, але є пріоритетною ціллю для радіоелектронної розвідки (РЕР) ворога.

Тактичні термінали (типу Starlink) [1, 2]

- **Маскування та позиція:** Установлюйте антену так, щоб вона мала пряму видимість неба, але була максимально схована від візуального спостереження (під маскувальною сіткою, яка не містить металізованих ниток).
- **Дистанція від особового складу:** Сам термінал (антену) слід виносити на безпечну відстань від бліндажа чи КСП (від 50 до 100 метрів) за допомогою подовженого кабелю. Це рятує життя, якщо по антені прилетить артилерійський снаряд або КАБ.
- **Кабельна мережа:** Кабель живлення та Ethernet обов'язково закопуйте в землю або ретельно маскуйте під місцевість.
- **Керування живленням:** Не тримайте термінал увімкненим 24/7 без потреби. Вмикайте його за графіком для передачі/прийому оперативних даних. Постійне випромінювання полегшує його виявлення засобами РЕР.

Супутникові телефони

- **Робота на відкритому просторі:** Супутниковий телефон не працює всередині залізобетонних будівель чи густих бліндажів. Для сеансу зв'язку потрібно вийти на відкриту місцевість або вивести виносну антену.
- **Час сеансу:** Розмова має бути максимально короткою (до 30-40 секунд). Що довше телефон з'єднаний із супутником, то вища ймовірність, що наземні станції перехоплення зафіксують ваші приблизні координати.

Основні заборони в ефірі

1. **Категорично заборонено** виходити в ефір без позивних або використовувати чужі позивні без наказу.
2. **Заборонено** обговорювати будь-які елементи військових операцій (маршрути, кількість техніки, втрати, місця дислокації) відкритим текстом.
3. **Заборонено** вести особисті розмови, сперечатися чи висловлювати емоції в робочих радіомережах.

Використання стандартів зв’язку та телекомунікаційних протоколів є основою для забезпечення сумісності, безпеки, надійності та масштабованості глобальних і локальних мереж. Стандарти визначають єдині правила та технічні параметри для виробників обладнання, а протоколи керують безпосереднім обміном даними між пристроями на різних рівнях

Еталонна модель взаємодії відкритих систем (OSI)

Для структурування роботи протоколів використовують **7-рівневу модель OSI** (або спрощену 4-рівневу модель TCP/IP):

- **Прикладний рівень (Application):** HTTP/HTTPS (веб-сторінки), FTP (передача файлів), SMTP/IMAP (пошта), MQTT/CoAP (Інтернет речей — IoT). [1]
- **Транспортний рівень (Transport): TCP** (гарантована доставка із встановленням з'єднання) та **UDP** (швидка передача без перевірки доставки, наприклад, для стримінгу та відеодзвінків).
- **Мережевий рівень (Network): IP (IPv4 / IPv6)** — забезпечує маршрутизацію пакетів та адресацію пристроїв у глобальній мережі.
- **Канальний та фізичний рівні (Data Link / Physical):** Ethernet (дротові мережі), Wi-Fi (бездротовий зв'язок), архітектура комутації пакетів.

Основні стандарти зв'язку за сферами застосування

Телекомунікаційні стандарти розділяють залежно від середовища передачі та типу мереж:

Сфера застосування	Ключові стандарти та Технології	Особливості та використання

Мобільний стільниковий зв'язок	GSM (2G), UMTS (3G), LTE (4G), 5G NR	Забезпечують голосовий зв'язок, передачу SMS та високошвидкісний мобільний інтернет.
Локальні бездротові мережі	Wi-Fi (IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax/be)	Бездротове підключення пристроїв у межах дому, офісу чи публічних зон.
Персональні мережі (WPAN)	Bluetooth (IEEE 802.15.1), Zigbee, Z-Wave	Енергоефективний зв'язок на малих відстанях для аксесуарів та «розумного дому».
Дротові мережі передачі даних	Ethernet (IEEE 802.3), xDSL, FTTH/GPON	Оптоволоконні та мідні лінії для магістрального та локального високошвидкісного інтернету.

Переваги впровадження єдиних стандартів

- **Інтероперабельність (сумісність):** Обладнання різних брендів (Cisco, Huawei, Nokia, Apple) працює в одній мережі без конфліктів.
- **Безпека даних:** Стандарти (наприклад, TLS/SSL, WPA3, IPsec) містять вбудовані алгоритми шифрування та аутентифікації користувачів.
- **Глобальний роумінг:** Завдяки єдиним міжнародним стандартам (3GPP, ITU) мобільний телефон працює майже в будь-якій країні світу.
- **Регулювання та якість:** В Україні використання стандартів контролюється Національною комісією (НКЕК) та Держспецзв'язку (наприклад, стандарти якості ДСТУ ETSI), що гарантує стабільність зв'язку та захист інформації.
- Описати протоколи **маршрутизації (BGP, OSPF)** для великих мереж.
- Детально розібрати стеки **IoT-протоколів**.
- Пояснити стандарти сигналізації у сучасній телефонії **(SIP, SIGTRAN)**.

Захист інформації та безпека зв'язку в умовах протидії ворожому РЕБ (радіоелектронній боротьбі) та РЕР (радіоелектронній розвідці) є критичною умовою збереження життя особового складу та успіху бойових дій. Головне правило сучасного поля бою: **будь-яке випромінювання в ефірі — це потенційна ціль для ураження.**

Нижче наведено структуровані правила захисту та алгоритми дій під час підслуховування, створення перешкод і придушення зв’язку з боку противника.

1. Захист від радіоелектронної розвідки та підслуховування (РЕР)

Щоб ворог не зміг перехопити розмову, визначити координати (пеленгувати) або виявити масове скупчення сил

- **Сувора радіодисципліна:**
  - Менше говориш — довше живеш. Виходьте в ефір лише за крайньої потреби.

- Час одного сеансу зв’язку не повинен перевищувати **15–20 секунд**, щоб ворог не встиг запеленгувати джерело.
- **Маскування та кодування:**
- Заборонено передавати відкритим текстом: дійсні назви підрозділів, географічні назви, прізвища, посади та звання.
- Використовуйте лише **позивні, таблиці чергових сигналів, кодовані карти та паролі**
- **Використання мобільного зв'язку:**
- Мобільний телефон — це відкрите джерело інформації. На передовій лінії смартфони мають бути повністю вимкнені (або в режимі «у літаку» з вимкненим GPS).
- **Увімкнення кількох телефонів в одному місці — це гарантований приліт артилерії**.
- Ніколи не використовуйте телефон як Wi-Fi точку доступу. Wi-Fi мережі легко пеленгуються на відстані до декількох кілометрів.
- **Альтернативні канали:**
- За першої можливості розгортайте **дротовий зв’язок (наприклад, польові телефони ТА-57)**. Його неможливо перехопити дистанційно чи придушити засобами РЕБ.
- Використовуйте сигнальні засоби (ліхтарі, прапорці, ракети) або зв'язкових (посильних) для передачі розпоряджень у тактичній ланці

2. Дії в умовах радіоелектронного придушення та перешкод (РЕБ)

Якщо противник увімкнув глушилки і зв’язок зник або супроводжується сильним шумом:

- **Перехід на резервні частоти:**
- У кожній радіомережі заздалегідь мають бути визначені **запасні (резервні) частоти та канали**.
- Якщо основна частота придушена, радіостанції автоматично або за наказом (кодовим сигналом) переходять на резервну
- **Зміна режимів роботи техніки:**
- Використовуйте радіостанції з технологією **ППРЧ (псевдовипадкова перебудова робочої частоти)**. Такі сигнали важче заблокувати звичайним РЕБ.
- Знижуйте потужність передавача до мінімально необхідного рівня. Це зменшує дальність виявлення вашої станції ворогом.
- **Робота з антенами:**
- Використовуйте **спрямовані антени** замість штирових (кругових). Спрямуйте антену точно на свого абонента, сховавши її за природними перешкодами (пагорб, будівля, окоп) від напрямку, де знаходиться ворожий РЕБ.
- Виносьте антени якомога далі від бліндажів чи командних пунктів за допомогою коаксіального кабелю, щоб у разі пеленгації удар прийшов на хибну позицію.
- **Дії оператора при перешкодах:**

- Не виключайте станцію відразу — переконайтеся, що це саме РЕБ, а не поломка чи рельєф.
- Якщо розібрати слова важче, дублюйте важливі команди текстом (якщо радіостанція підтримує передачу даних/дата-повідомлення) або передавайте кодові фрази по одній цифрі/літері.

Короткий чеклист безпеки зв'язку на позиції

Що робити НЕОБХІДНО	**Що робити ЗАБОРОНЕНО**
Робити сеанси зв'язку короткими (до 20 сек)	Називати імена, звання, точні координати
Прокладати польовий дріт (ТА-57) де можливо	Збиратися групою з увімкненими смартфонами
Змінювати позицію після тривалих радіосеансів	Роздавати Wi-Fi з мобільного
Мати чіткий план дій на випадок втрати зв'язку	Користуватися незашифрованими каналам