

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО**

Радіотехнічний факультет

Кафедра радіотехнічних систем

«Затверджую»

Завідувач кафедри радіотехнічних систем

«_____» _____ 2023р

Завідувач _____ Сергій ЖУК
/ підпис /

ПАСПОРТ ЛАБОРАТОРІЇ

**радіолокації, радіокерування та радіонавігації
(аудиторія №204)**

КИЇВ 2023

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Відповідальний за лабораторію:

Інженер Малюкіна Людмила Васильівна

Викладачі, які проводять лабораторні роботи:

Доцент Чмельов Вячеслав Орійович

Професор Васильєв Володимир Миколайович

Доцент Катін Павло Юрійович

Загальний вигляд лабораторії



**ПЕРЕЛІК НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН
З ЯКИХ ПРОВОДЯТЬСЯ ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ**

№ п\ п	Дисципліна	Спеціальність, Силабус	Викладач
1	Основи теорії радіолокаційних систем	172 «Електронні комунікації та радіотехніка» https://my.kpi.ua/coursesandbox/syllabusresult?hash=rtf_5e771b407a34	Чмельов Вячеслав Орійович
2	Радіолокаційні системи з цифровим обробленням сигналів	172 «Електронні комунікації та радіотехніка» https://my.kpi.ua/coursesandbox/syllabusresult?hash=rtf_60ab80c9a882	Чмельов Вячеслав Орійович
3	Радіолокаційні системи	172 «Електронні комунікації та радіотехніка» https://my.kpi.ua/coursesandbox/syllabusresult?hash=rtf_62deaa4c6201	Чмельов Вячеслав Орійович
4	Системи радіокерування	172 «Електронні комунікації та радіотехніка» https://rts.kpi.ua/wp-content/uploads/2023/10/po_4_-syllabus_radiokeruvannya.pdf	Катін Павло Юрійович
5	Радіонавігаційні системи	172 «Електронні комунікації та радіотехніка» https://my.kpi.ua/coursesandbox/syllabusresult?hash=rtf_6295e7eab089&trainform=1	Васильєв Володимир Миколайович
6	Сучасні радіонавігаційні системи та комплекси	172 «Електронні комунікації та радіотехніка» https://rts.kpi.ua/wp-content/uploads/2023/10/po_5_syllabus_navigacziya.pdf	Васильєв Володимир Миколайович

ПЕРЕЛІК
лабораторних робіт, які виконуються в лабораторії

Дисципліна «Радіолокаційні системи»:

№	Лабораторна робота	Стенд (макет) виконання роботи
1	Лабораторна робота «Дослідження методів одержання радіолокаційної інформації. Дослідження характеристик ефективної поверхні розсіювання радіолокаційних цілей»	Стенд «Полігон»
2	Лабораторна робота «Дослідження на лабораторній установці властивостей сигналу з лінійною частотною модуляцією»	Стенд №1
3	Лабораторна робота «Дослідження на лабораторній установці властивостей фазоманіпульованого сигналу – код Баркера»	Стенд № 2
4	Лабораторна робота « Дослідження радіопеленгатора. Амплітудні методи визначення напрямку на джерело електромагнітного випромінювання»	Стенд № 3
5	Лабораторна робота « Дослідження Радіометра. Методи пасивної радіолокації виявлення джерела електромагнітного випромінювання нагрітого тіла»	Стенд № 4
6	Лабораторна робота «Дослідження радіолокаційної системи з частотно-модульованим сигналом неперервного випромінювання»	Стенд № 5
7	Лабораторна робота «Дослідження роботи радіолокаційної системи на основі ефекту Доплера. Дистанційний радіовимірювач радіальної швидкості рухомого об'єкту»	Стенд № 6
8	Лабораторна робота «Вивчення властивостей сигналу з лінійною частотною модуляцією на віртуальній моделі системи»	ПК
9	Лабораторна робота «Фазоманіпульовані сигнали. Дослідження властивостей псевдовипадкових послідовностей. М – послідовності на віртуальній моделі системи»	ПК
10	Лабораторна робота «Фазоманіпульовані сигнали. Дослідження властивостей псевдовипадкових послідовностей. Коди Баркера на віртуальній моделі системи»	ПК

Дисципліна «Радіолокаційні системи з цифровим обробленням сигналів»:

№	Лабораторна робота	Стенд (макет) виконання роботи
1	Лабораторна робота «Адаптація цифрової фазованої антенної решітки РЛС до роботи в складних умовах»	ПК
2	Лабораторна робота «Цифровий оптимальний фільтр для оброблення радіолокаційного сигналу»	ПК
3	Лабораторна робота «Дослідження роздільної здатності по дальності імпульсного ЛЧМ радіолокаційного сигналу»	ПК
4	Лабораторна робота «Застосування віконних функцій для підвищення роздільної здатності по дальності складних радіолокаційних сигналів»	ПК
5	Лабораторна робота «Дослідження впливу цифрового накопичувача радіолокаційних сигнал на характеристики роботи РЛС»	ПК
6	Лабораторна робота «Автоматичне регулювання підсилення у приймальному пристрої РЛС»	ПК
7	Лабораторна робота «Визначення швидкостей руху радіолокаційних цілей в РЛС з цифровим обробленням сигналів»	ПК
8	Лабораторна робота «Формування матриці «відстань-швидкість» для інтеграції радіолокаційної інформації»	ПК
9	Лабораторна робота «Система цифрового оброблення сигналів в автомобільному радарі з частотно-модульованим сигналом неперервного випромінювання»	ПК

Дисципліна «Основи теорії радіолокаційних систем»

№	Лабораторна робота	Стенд (макет) виконання роботи
1	Лабораторна робота «Дослідження способів оптимальної обробки радіолокаційних сигналів»	Стенд «Полігон»
2	Лабораторна робота «Дослідження амплітудного методу вимірювання кутових координат цілей»	Стенд «Полігон»
3	Лабораторна робота «Дослідження фазового методу вимірювання кутових координат цілей»	Стенд «Полігон»
4	Лабораторна робота «Дослідження залежності порогового сигналу від кількості імпульсів при лінійному та експоненціальному накопиченні сигналів»	Стенд № 7
5	Лабораторна робота «Графічний інтерфейс цифрової радіолокаційної системи на базі технологій бібліотек Qt»	ПЕОМ

Дисципліна «Системи радіокерування»

№	Лабораторна робота	Стенд (макет) виконання роботи
1	Лабораторна робота 1 «Проектування, розробка, налагодження, документування базових прототипів систем радіокерування» (Апаратна частина)	Стенд №10
2	Лабораторна робота 2 «Основи програмування клавіатури для пульта управління системи радіокерування» (Апаратна частина)	Стенд №10
3	Лабораторна робота 3 «Базові паттерни (шаблони) і архітектура програмної складової систем радіокерування. Програмування мікросхем радіомодулів» (Апаратна частина)	Стенд №10
4	Лабораторна робота 4 «Управління силовими елементами прототипів колісних роботів у режимі реального часу у системі радіокерування» (Апаратна частина)	Стенд № 11
5	Лабораторна робота 5 «Використання АЦП і ЦАП для реалізації функціонального вузла для програмування джойстиків систем радіокерування» (Апаратна частина)	Стенд № 11

Дисципліна «Радіонавігаційні системи»

№	Лабораторна робота	Стенд (макет) виконання роботи
1	Моделювання сигналів і діаграм направленості антен фазо-кутомірних систем.	ПК
2	Моделювання сигналів доплерівського автоматичного радіопеленгатора.	ПК
3	Моделювання процесу визначення пеленга доплерівським радіопеленгатором.	ПК
4	Моделювання частотного радіовисотоміра.	ПК
5	Моделювання імпульсного радіовисотоміра.	ПК
6	Похибки кутомірно-далекомірних радіонавігаційних систем.	ПК
7	Різницево-далекомірний метод визначення положення об'єктів.	ПК
8	Точність різницево-далекомірних радіонавігаційних систем.	ПК
9	Моделювання радіотракту приймача GPS	ПК

Дисципліна «Сучасні радіонавігаційні системи та комплекси»

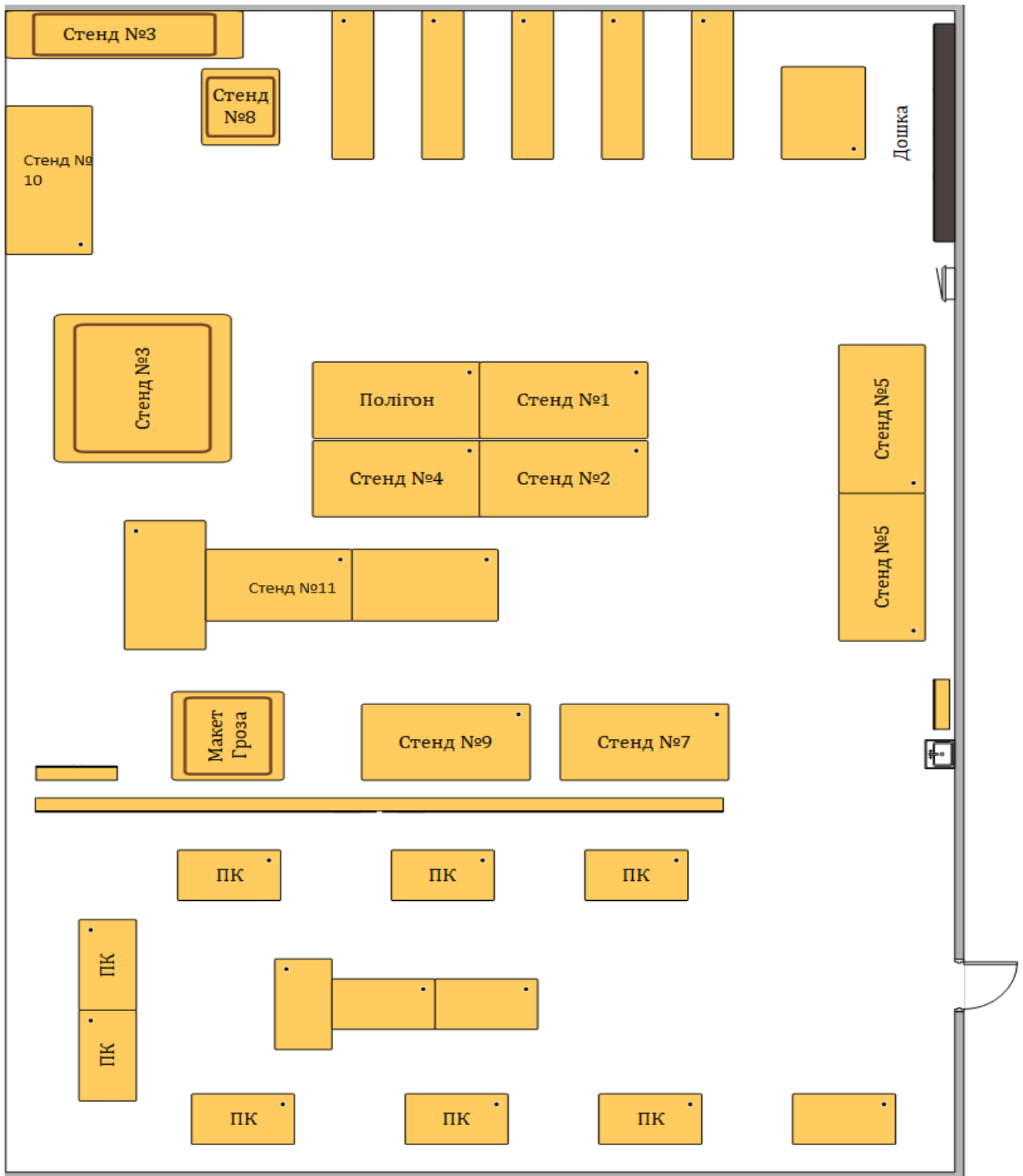
№	Лабораторна робота	Стенд (макет) виконання роботи
1	Визначення робочих зон радіонавігаційних систем	ПК
2	Оцінка відповідності радіонавігаційних систем вимогам RNP	ПК
3	Статистичні методи оцінки в багатопозиційних радіонавігаційних системах	ПК
4	Позиціонування об'єктів за даними супутникової РНС	ПК
5	Комплексування радіотехнічних і не радіотехнічних навігаційних систем	ПК

Додаткові лабораторні стенди (макети) для досліджень за дисциплінами кафедри:

№	Назва лабораторного дослідження	Стенд (макет) виконання роботи
1	Макет метеорологічної РЛС «Гроза»	Стенд № 8
2	Дослідження процесу визначення центру відбитого радіолокаційного сигналу	Стенд № 9

ПЛАН РОЗТАШУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

Площа лабораторії: 108,7 м² Кількість робочих місць: 25



ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ ЛАБОРАТОРІЇ

Лабораторні стенди

1. Універсальна ультразвукова установка моделювання роботи радіолокаційної системи «Полігон»



Лабораторний стенд складається з:

- 1) Апаратний комплекс генерації тестових сигналів; 2) Осцилограф.

Лабораторний стенд №1

Дослідження властивостей сигналу з лінійною частотною модуляцією



Лабораторний стенд складається з:

- 1) Осцилограф; 2) Вимірник частоти; 3) Імітатор сигналів

Лабораторний стенд №2
Дослідження на лабораторній установці властивостей
фазоманіпульованого сигналу – код Баркера



Лабораторний стенд складається з

- 1) Блоки генерації та обробки сигналу КФН Баркера;
- 2) Генератор імпульсів;
- 3) Генератор цифрових сигналів;
- 4) Осцилограф;
- 5) Частотомір-періодомір.

Лабораторний стенд №3
Дослідження радіопеленгатора. Амплітудні методи визначення
напрямку на джерело електромагнітного випромінювання



Лабораторний стенд складається з:

- 1) Генератор НВЧ
- 2) 2 підсилювача потужності;
- 3) генератор імпульсів;
- 4) рупорні антени.

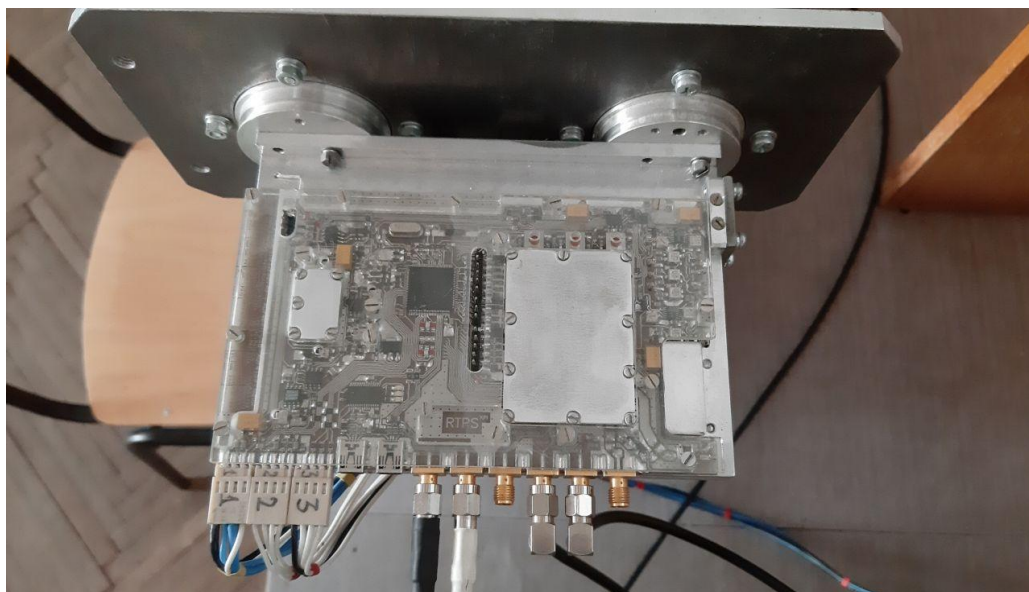
Лабораторний стенд №4
Дослідження Радіометра. Методи пасивної радіолокації виявлення
джерела електромагнітного випромінювання нагрітого тіла



Лабораторний стенд складається з:

- 1) НВЧ блок;
- 2) Керуючий блок та блок обробки.

Лабораторний стенд №5
Дослідження радіолокаційної системи з частотно-модульованим
сигналом неперервного випромінювання



Лабораторний стенд складається з:

- 1) Спектр аналізатор;
- 2) Цифровий осцилограф;
- 3) Приймально-передавальний пристрій НВЧ діапазона FMCW сигналу.

Лабораторний стенд №6
Дослідження роботи радіолокаційної системи на основі ефекту
Доплера. Дистанційний радіовимірювач радіальної швидкості
рухомого об'єкту



Лабораторний стенд складається з:

- 1) Демонстраційний макет РЛС на ефекті Доплера; 2) Осцилограф.

Лабораторний стенд №7

Дослідження залежності порогового сигналу від кількості імпульсів при лінійному та експоненціальному накопиченні сигналів



Лабораторний стенд складається з:

1)Осцилограф; 2)Генератор пачки радіоімпульсів; 3)Лінійний накопичувач сигналів; 4)Експоненціальний накопичувач сигналів.

Лабораторний стенд №8 Макет метеорологічної РЛС «Гроза»



Лабораторний стенд складається з:

- 1) Параболічна антена;
- 2) Блоки формування та обробки РЛ сигналів;
- 3) Осцилограф.

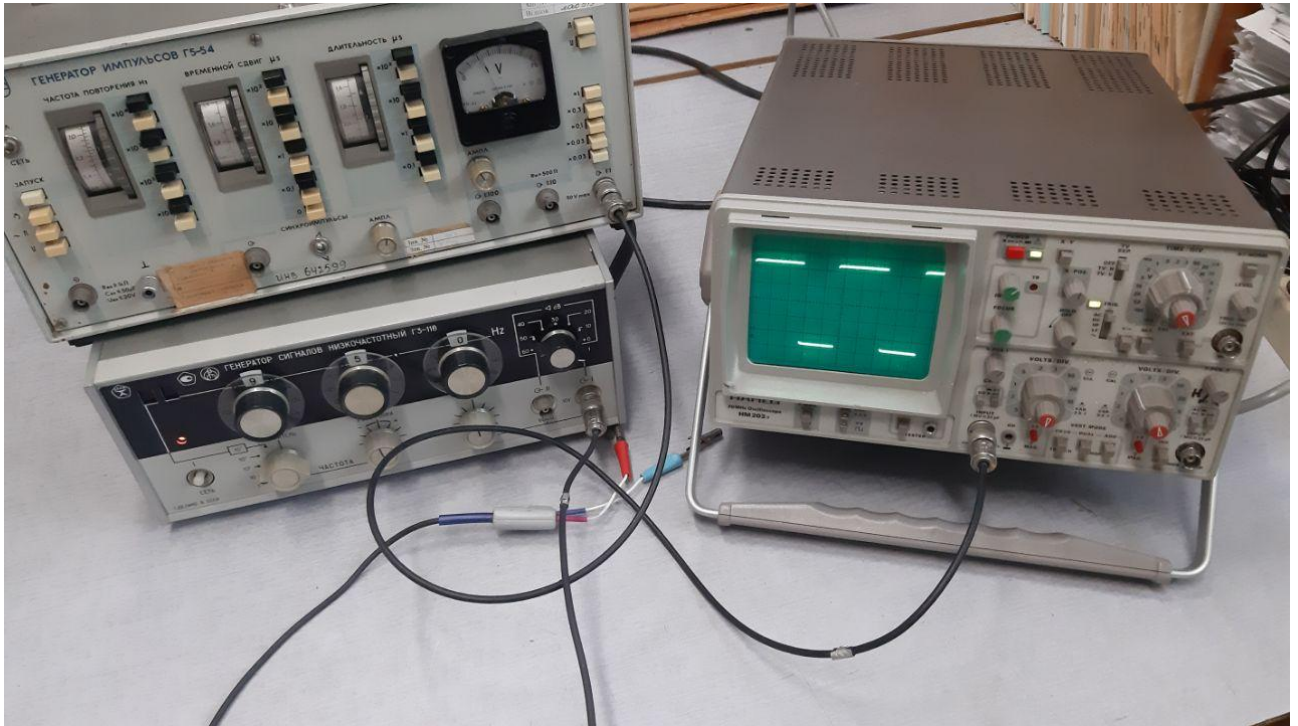
Лабораторний стенд №9
Дослідження процесу визначення центру відбитого
радіолокаційного сигналу



Лабораторний стенд складається з:

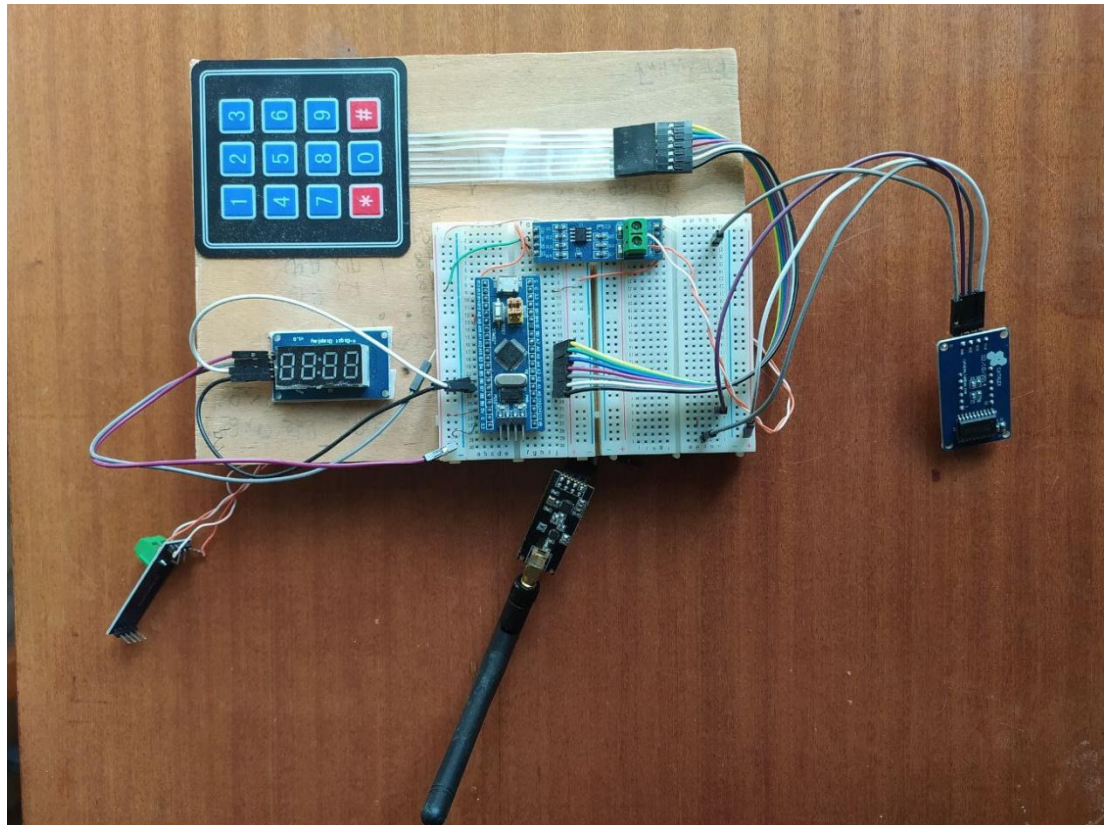
1) Генератор імпульсів; 2) Осцилограф; 3) Блок формування сигналів; 4) Блок обробки сигналів.

Лабораторний стенд №10



1. Осцилограф
2. Генератор прямокутних імпульсів
3. Генератор синусоїдальних сигналів
4. Макет виконавчих елементів моделі радіокерування (наданий далі)

Макет виконавчих елементів моделі радіокерування

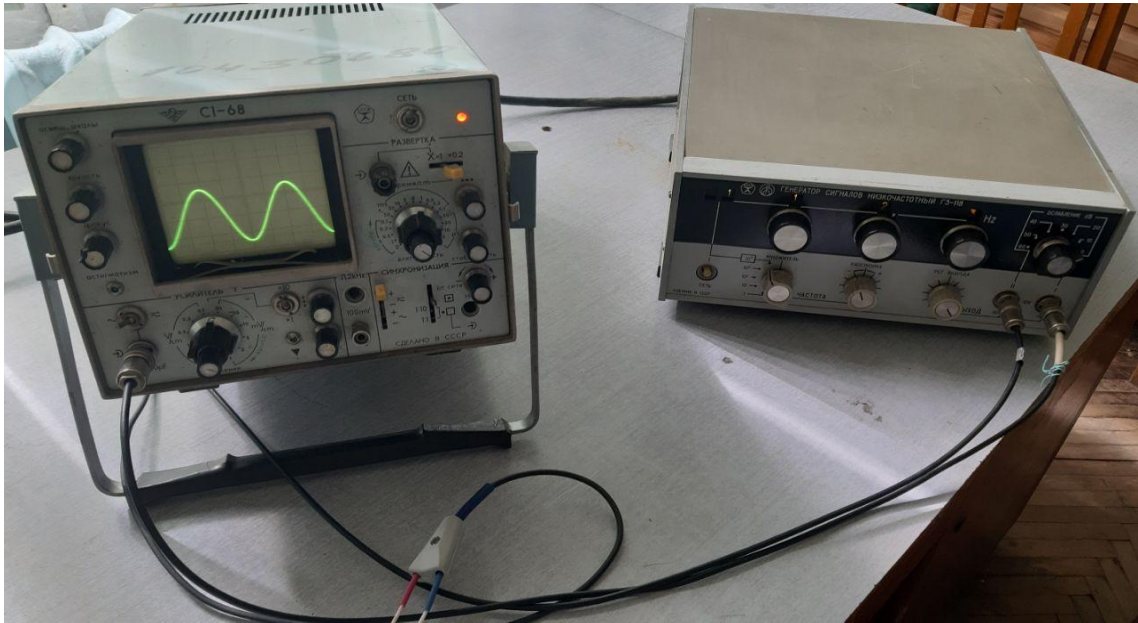


Склад макету:

1. Приймач (включає модуль NRF-24 з антеною і підсилювачем, що керується програмованим комплектом налагодження — STM32F103C8, можливо використовувати інші аналогічні комплекти налагодження, контрольний світлодіодний індикатор);
2. Програматор комплекту налагодження;
3. Клавіатура і індикатори.

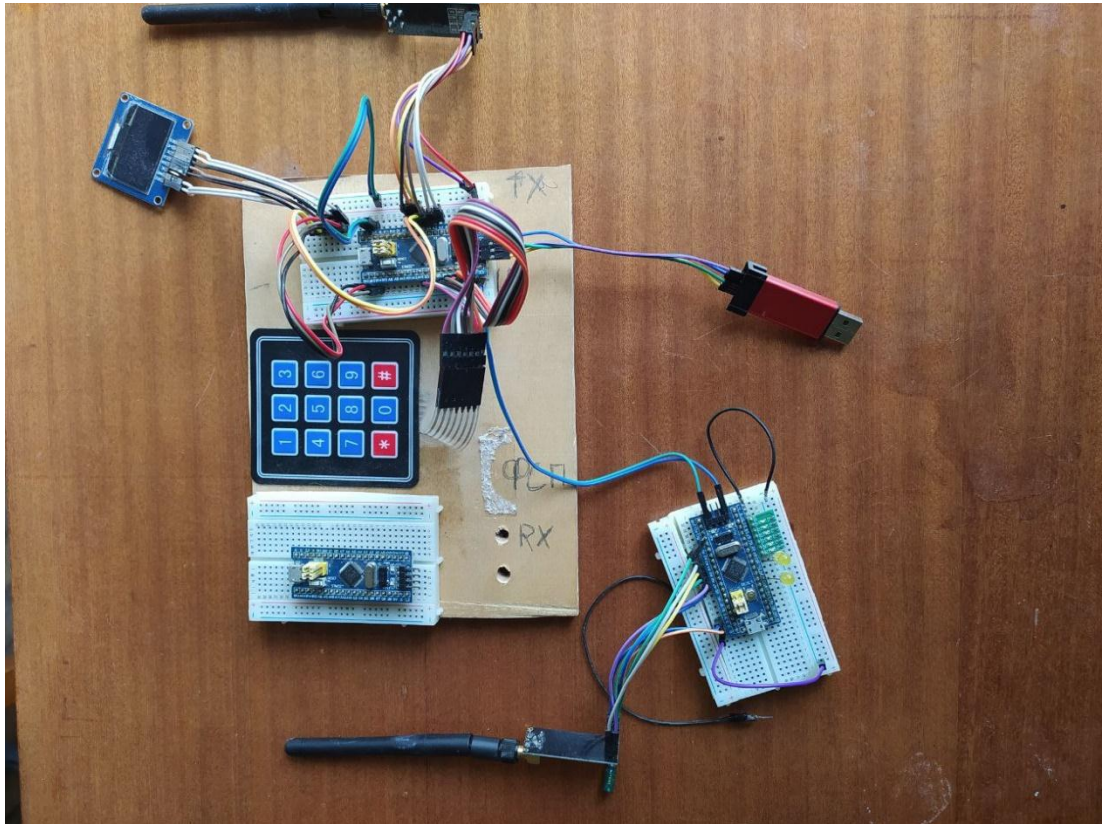
Для програмування, налагодження і розробки програмного забезпечення контролера STM32F103C8 може бути використаний ноутбук або персональний комп'ютер з програмним забезпеченням Keil 5, або інша аналогічна програма. Дозволяється підключати ноутбуки студентів.

Лабораторний стенд №11



1. Осцилограф
2. Генератор прямокутних імпульсів
3. Контролер програмованої системи моделі радіокерування (приймач, передавач) за окремим описом

Макет контролера програмованої системи моделі радіокерування (приймач, передавач)



Склад макету:

1. Приймач — передавач (включає 2 модуля NRF-24 з антеною і підсилювачем, що керується програмованим комплектом налагодження — STM32F103C8);
2. Програматор комплекту налагодження;
3. Комплект налагодження — STM32F103C8;
4. Індикатори;
5. Клавіатура.

Для програмування, налагодження і розробки програмного забезпечення контролера STM32F103C8 може бути використаний ноутбук або персональний комп'ютер з програмним забезпеченням Keil 5, або інша аналогічна програма. Дозволяється підключати ноутбуки студентів.

Дозволяється підключати виконавчі механізми у вигляді серво приводів, реле, двигунів постійного струму (через апаратний адаптер).

**Лабораторне місце дослідника на ПК
№1,2....8**



Лабораторне місце дослідника на ПК:

Монітор acer V193HQV (або LG Flatron L194WS),
Системний блок FTC WORKSTATION type 2
процесор Celeron 2.67 оперативна пам'ять 512Mb
Вбудована пам'ять 500ГБ .

На персональному комп'ютери встановлене програмне забезпечення для виконання лабораторних досліджень у середовищі САПР, MATLAB (free version).

Лабораторні меблі

Аудиторні столи – 8 шт.

Столи – 9 шт.

Стіл викладача – 1 шт.

Шафа для каталогів – 2 шт.

Стільці – 35 шт.

Правила для роботи в лабораторіях кафедри РТС

1. Загальні положення

1. Інструкція поширюється на безпечне проведення робіт у лабораторіях кафедри, які пов'язані з експлуатацією електротехнічного обладнання, персональних комп'ютерів, апаратів, приладів напругою до 380 В.
2. Викладачі, інженери кафедри, студенти та інші особи, які працюють в лабораторії кафедри, повинні знати і виконувати дану інструкцію.
3. До роботи в лабораторії під наглядом відповідального викладача допускаються особи, які пройшли інструктаж на робочому місці з записом у журналі реєстрації інструктажу; які вивчили особливості експлуатації обладнання та його схеми.
4. Після вивчення і перевірки знань даної інструкції прізвище та ініціали кожного, хто буде працювати в лабораторії, заноситься до журналу інструктажу, де особа ставить свій підпис.
5. Небезпечними та шкідливими виробничими факторами при проведенні робіт в лабораторіях є: 1) електричний струм, незакриті запобіжники, погане освітлення; 2) виробничий шум від роботи обладнання; 3) незахищені обертові та рухомі частини обладнання; 4) дії газів від пайки; 5) випромінювання дисплеїв та інше.
6. Працюючим у лабораторії потрібно дотримуватись протипожежних правил, знати місця розміщення засобів гасіння пожежі, вміти користуватись ними.
7. При аварії чи нещасному випадку повідомити керівника робіт для прийняття необхідних заходів.
8. Працюючий в лабораторії несе матеріальну відповідальність, якщо його непра-вмірні дії принесли збитки лабораторії.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

До всіх електрощитів підведена напруга 380 та 220В, що є небезпечною для життя. В нормальних умовах роботи для людини вважається безпечною напруга до 40В, а в сирих приміщеннях до 12В. Ступінь небезпеки напруги змінюється в залежності від її частоти. Найбільшу небезпеку представляє напруга з частотою від 40 до 60 Гц. Тому всім, хто виконує роботи, необхідно обов'язково виконувати правила безпеки і вимагати від інших виконувати ці правила. Враження струмом може виникнути при безпосередньому дотику до металевих частин, що випадково потрапили під напругу. Перед початком лабораторних робіт всі студенти повинні ознайомитися з інструкцією з техніки безпеки.

3. Основні правила безпеки при роботі в лабораторіях

1. Не вмикати без дозволу керівника електрощитів та приладів.
2. Не заставляти робочі місця предметами, котрі не відносяться до виконання робіт.
3. Не відвертати увагу працюючих біля приладів та схем, що знаходяться під напругою.

4. При виконання робіт, пов'язаних з використанням високих напруг, біля робочого місця повинно бути не менше 2-х чоловік.
5. Перевіряти напругу в електромережі тільки з допомогою вимірювача напруги.
6. Заміну запобіжників виконувати тільки при вимкненій напрузі.
7. Не залишати електродротів під напругою в разі порушення ізоляції.
8. Не знімати кожухів та огорожі з обладнання під час роботи.
9. По закінченні робіт необхідно вимкнути прилади, електрощити, розібрати робочу схему і привести робоче місце в належний порядок.
10. Негайно сповістити керівника робіт про всі неполадки і порушення техніки безпеки.

Забороняється

1. Вмикати напругу на приладах і схемах без попереднього дозволу та перевірки керівником.
2. Проводити ремонт приладів та схем, що знаходяться під напругою.
3. Залишати без нагляду ввімкнені прилади та схеми.
4. Доторкатися до неізольованих частин приладів, якщо останні знаходяться під напругою.
5. Заходити за захисну огорожу

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

1. Відключити лабораторну установку від електромережі.
2. Розібрати схему, охайно скласти провідники.
3. Навести порядок на робочому місці.
4. Повідомити керівнику про всі виявленні неполадки під час роботи, якщо вони є.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

У випадках виробничого травмування чи при виявленні ситуації, яка може привести до нещасного випадку, необхідно:

- зупинити роботу чи дослідження;
 - відключити електроустановку від мережі;
 - повідомити про випадок викладача (керівника робіт);
 - за потребою викликати негайно швидку медичну допомогу чи лікаря.
- тел.:103.**