

# РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Кріоелектронні системи
<b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b>	Сумський державний університет
<b>Повна назва структурного підрозділу</b>	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики
<b>Розробник(и)</b>	Шпетний Ігор Олександрович, Шабельник Юрій Михайлович
<b>Рівень вищої освіти</b>	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
<b>Тривалість вивчення навчальної дисципліни</b>	один семестр
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	Обсяг становить 5 кред. ЄКТС, 150 год. Для денної форми навчання 32 год. становить контактна робота з викладачем (16 год. лекцій, 16 год. практичних занять), 118 год. становить самостійна робота.
<b>Мова викладання</b>	Українська

### 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

<b>Статус дисципліни</b>	Вибіркова навчальна дисципліна для освітньої програми "Електронні інформаційні системи"
<b>Передумови для вивчення дисципліни</b>	Прилади і методи дослідження плівкових матеріалів
<b>Додаткові умови</b>	відсутні
<b>Обмеження</b>	відсутні

### 3. Мета навчальної дисципліни

надання майбутнім фахівцям теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для розуміння фізичних процесів у твердих тілах при криогенних температурах у присутності електричних, магнітних та електромагнітних полів для створення електронних приладів та пристроїв, що працюють на основі цих явищ; формування у студентів знань, умінь і навичок, необхідних для успішного їх наукової та професійної підготовки відповідно до державних та європейських стандартів з урахуванням потреб суспільства.

### 4. Зміст навчальної дисципліни

<p>Тема 1 Основні відомості про кріогенну електроніку. Основні поняття та визначення. Історія розвитку кріоелектроніки.</p>
<p>Тема 2 Фізичні основи кріоелектроніки. Теоретичні засади кріогенної техніки. Основні способи отримання кріогенних температур.</p>
<p>Тема 3 Кріоелектронне матеріалознавство. Матеріали для кріогенної електроніки, їх властивості за низьких температур.</p>
<p>Тема 4 Види кріогенної електроніки. Надвисокочастотна, надпровідникова, інтегральна та інфрачервона кріоелектроніка.</p>
<p>Тема 5 Історія відкриття явища надпровідності. Історія появи і розвитку надпровідності. Області і приклади використання низько- та високотемпературних надпровідників.</p>
<p>Тема 6 Фізика надпровідності Магнітні властивості надпровідників. Термодинаміка надпровідників. Теорії надпровідності (теорія куперівських пар Бардіна - Купера - Шриффера і феноменологічна теорія Гінзбурга - Ландау). Переваги та недоліки теорій, їх вплив на практичне впровадження надпровідників в електронні системи. Феноменологічні підходи до опису надпровідності, теорія Лондонів. Провідні властивості надпровідників. Теорія Гінзбурга-Ландау. Довжина когерентності, параметр Гінзбурга-Ландау, ефект близькості. Енергія границі між нормальною та надпровідною фазами. Слабка надпровідність, стаціонарний ефект Джозефсона. Нестационарний ефект Джозефсона.</p>
<p>Тема 7 Високотемпературні надпровідники. Основні фізико – технічні характеристики та технологія отримання високотемпературних надпровідників. Області використання в електротехнічних установках. Основні види технологій виготовлення високотемпературних надпровідників. Перспективи використання високотемпературних надпровідників в електроенергетиці та в електроніці.</p>
<p>Тема 8 Сучасний стан та перспективи розвитку кріоелектроніки. Галузі застосування кріоелектроніки. Перспективи розвитку.</p>

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Генерувати оригінальні, якісні ідеї, що ґрунтуються на знаннях фізики і техніки низьких температур.
PH2	генерувати оригінальні, якісні ідеї, що основані на розумінні фізичних основ явища надпровідності.
PH3	Розуміти фізичні принципи функціонування обладнання, що використовують кріоелектроніку та надпровідні матеріали.
PH4	Знати сфери застосування надпровідних матеріалів у електроніці.

## 7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

СН1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
СН4	Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні

## 8. Види навчальних занять

<b>Тема 1. Основні відомості про кріогенну електроніку.</b>	
Лк1	"Загальні відомості про кріоелектроніку. Історія появи та розвитку кріогенної електроніки." (денна) Основні поняття та визначення. Історична довідка. Історія розвитку кріоелектроніки.
Пр1	"Історія розвитку кріоелектроніки." (денна) Основні поняття про кріоелектроніку. Історія розвитку кріоелектроніки. Фізичні основи кріоелектроніки.
<b>Тема 2. Фізичні основи кріоелектроніки.</b>	
Лк2	"Фізичні основи кріоелектроніки. Теоретичні засади кріогенної техніки." (денна) Фізичні явища і ефекти, що відбуваються в надпровідниках, провідниках і діелектриках при кріогенних температурах. Широкозонні і вузькозонні напівпровідники для кріоелектроніки. Техніка кріогенних температур.
Пр2	"Фізичні явища і ефекти, що відбуваються в надпровідниках, провідниках і діелектриках при кріогенних температурах." (денна) Розв'язок задач за темою фізичні явища і ефекти, що відбуваються в надпровідниках, провідниках і діелектриках при кріогенних температурах.
<b>Тема 3. Кріоелектронне матеріалознавство.</b>	
Лк3	"Кріоелектронне матеріалознавство." (денна) Матеріали для кріогенної електроніки, їх властивості за низьких температур.
Пр3	"Матеріали і техніка кріогенної електроніки." (денна) Розв'язок задач за темою техніка кріогенної електроніки.
<b>Тема 4. Види кріогенної електроніки.</b>	
Лк4	"Основні розділи та види кріогенної електроніки." (денна) Надвисокочастотна, надпровідникова, інтегральна та інфрачервона кріоелектроніка.
Пр4	"Основні розділи кріоелектроніки." (денна) Надвисокочастотна, надпровідникова, інтегральна та інфрачервона кріоелектроніка.
<b>Тема 5. Історія відкриття явища надпровідності.</b>	

<p>Лк5 "Застосування явища надпровідності у криоегенній електроніці." (денна)</p> <p>Історія відкриття явища надпровідності. Історія появи і розвитку надпровідності. Области і приклади використання низько- та високотемпературних надпровідників.</p>
<p><b>Тема 6. Фізика надпровідності</b></p>
<p>Лк6 "Фізика надпровідності" (денна)</p> <p>Магнітні властивості надпровідників. Термодинаміка надпровідників. Теорії надпровідності (теорія куперівських пар Бардіна - Купера - Шрифера і феноменологічна теорія Гінзбурга - Ландау). Переваги та недоліки теорій, їх вплив на практичне впровадження надпровідників в електронні системи. Феноменологічні підходи до опису надпровідності, теорія Лондонів. Провідні властивості надпровідників. Теорія Гінзбурга-Ландау. Довжина когерентності, параметр Гінзбурга-Ландау, ефект близькості. Енергія межі між нормальною та надпровідною фазами. Слабка надпровідність. Стационарний та нестационарний ефект Джозефсона.</p>
<p>Пр5 "Термодинаміка надпровідників." (денна)</p> <p>Термодинаміка надпровідників.</p>
<p>Пр6 "Феноменологічні підходи до опису явища надпровідності." (денна)</p> <p>Провідні властивості надпровідників. Теорії надпровідності (теорія куперівських пар Бардіна - Купера - Шрифера. Теорія Гінзбурга-Ландау).</p>
<p><b>Тема 7. Високотемпературні надпровідники.</b></p>
<p>Лк7 "Високотемпературні надпровідники." (денна)</p> <p>Основні фізико – технічні характеристики та технологія отримання високотемпературних надпровідників. Области використання в електротехнічних установках. Основні види технологій виготовлення високотемпературних надпровідників. Перспективи використання високотемпературних надпровідників в електроенергетиці та в електроніці.</p>
<p>Пр7 "Високотемпературні надпровідники." (денна)</p> <p>Технологія отримання високотемпературних надпровідників. Основні види технологій. Перспективи використання високотемпературних надпровідників в електроенергетиці та в електроніці.</p>
<p><b>Тема 8. Сучасний стан та перспективи розвитку криоелектроніки.</b></p>
<p>Лк8 "Сучасний стан та перспективи розвитку криоелектроніки." (денна)</p> <p>Приклади застосування криоелектроніки. Перспективи розвитку.</p>
<p>Пр8 "Пошуково-дослідницьке завдання" (денна)</p> <p>Презентація та захист пошуково-дослідницького завдання.</p>

## 9. Стратегія викладання та навчання

### 9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Лекційне навчання
МН2	Практикоорієнтоване навчання
МН3	Самостійне навчання

Лекції надають здобувачам матеріали: з кріогенної електроніки, з основ фізики надпровідності; про сфери застосування кріогенної електроніки (РН1 - РН4). Лекції доповнюються практичними заняттями, які дають можливість закріпити теоретичні навички (РН1 - РН4). Самостійна робота включає в себе вивчення питань, що стосуються тем курсу, які потребують поглибленої проробки за рекомендованою літературою (РН1 - РН4).

Дисципліна дозволяє сформувати такі soft skills, необхідні для успішної професійної діяльності: опанування навичок самостійного розв'язання поставлених практичних завдань та здатність до роботи в команді.

## 9.2 Види навчальної діяльності

НД1	Підготовка та презентація доповіді на семінарському занятті
НД2	Підготовка до практичного заняття
НД3	Підготовка до підсумкового контролю

## 10. Методи та критерії оцінювання

### 10.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальним критеріям	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$21 \leq RD < 59$
Можливе одноразове повторне складання	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 20$

### 10.2 Методи поточного формативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок

МФО1 Настанови викладача в процесі виконання практичних робіт	Надати рекомендації що до підходів та методик, що мають бути застосовані при виконанні завдань на практичних заняттях згідно графіку навчального процесу	згідно графіку навчального процесу	google meet, MIX
МФО2 Опитування та усні коментарі викладача за його результатами	Спрямована на аналіз засвоєння теоретичного матеріалу під час лекційних занять	згідно графіку навчального процесу	google meet, MIX
МФО3 Обговорення та самокорекція виконаної студентами роботи	Обговорення результатів виконання практичних робіт, аналіз допущених помилок, самокорекція	Під час проведення практичних робіт	google meet, MIX
МФО4 Діагностичне тестування	Аналіз засвоєння теоретичних знань під час лекційного заняття	Згідно графіку навчального процесу	google meet, MIX

### 10.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МСО1 Звіт за результатами виконання практичних робіт	Оцінюється звіт за результатами виконання практичних робіт	Згідно графіку навчального процесу	MIX
МСО2 Виконання пошуково-дослідного завдання (підготовка, презентація, захист)	Оцінюється результат виконання пошуково-дослідного завдання.	Згідно графіку навчального процесу	google meet, MIX
МСО3 Підсумковий модульний контроль	Оцінюються знання отримані в процесі вивчення дисципліни. Проводиться у формі тестування.	Згідно графіку навчального процесу.	google meet, MIX

Контрольні заходи:

		Максимальна кількість балів	Можливість перекладання з метою підвищення оцінки
<b>Перший семестр вивчення</b>		<b>100 балів</b>	
МСО1. Звіт за результатами виконання практичних робіт		<b>35</b>	
	5x7	35	Ні
МСО2. Виконання пошуково-дослідного завдання (підготовка, презентація, захист)		<b>25</b>	
		25	Ні
МСО3. Підсумковий модульний контроль		<b>40</b>	
		40	Ні

1. Шкала оцінювання з навчальної дисципліни: R = 100 балів. 2. Розподіл балів за дисципліною: виконання та звіт за результатами виконання практичних робіт до 40 балів; підготовка презентації до 20 балів; підготовка конспекту за лекційним матеріалом до 16 балів; проходження лекційних контролів – до 24 балів. 3. Умови ліквідації заборгованостей з поточної роботи: перекладання атестаційного контролю студентами, які отримали рейтинговий бал за модульний цикл, що відповідає незадовільній оцінці (менше 40%), проводиться не пізніше двох тижнів після атестаційного. Позитивні оцінки з модульного циклу в цілому та його складових не підвищуються. 4. Для студентів, що навчаються на індивідуальному графіку, бали розподіляються наступним чином: підготовка конспекту за лекційним матеріалом до 16 балів; підготовка та виступ з презентаціями: 3 презентацій по 20 балів = 60 балів; лекційний модульний контроль - до 24 балів.

## 11. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 11.1 Засоби навчання

ЗН1	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН2	Бібліотечні фонди
ЗН3	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі

### 11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

<b>Основна література</b>	
1	Матеріали і компоненти функціональної електроніки : навчальний посібник / Л. В. Одноворець, І. М. Пазуха. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 196 с.
<b>Допоміжна література</b>	
1	В.В. Шевченко, В.П. Шайда, Л.В. Шілкова. Перспективи застосування надпровідності в електромеханіці. Методичні вказівки та контрольні завдання для студентів всіх форм навчання.- Харків: ХПІ, 2020. - 55с.





## ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Програма навчальної дисципліни	Усього годин	Навчальна робота, аудиторних годин				Самостійна робота здобувача вищої освіти за видами, годин					
			Усього, ауд. год.	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Усього, год.	Самостійне опрацювання матеріалу	Підготовка до практичних занять	Підготовка до лабораторних робіт	Підготовка до контрольних заходів	Виконання самостійних позааудиторних завдань
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>денна форма навчання</b>												
1	Основні відомості про криогенну електроніку.	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
2	Фізичні основи криоелектроніки.	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
3	Криоелектронне матеріалознавство.	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
4	Види криогенної електроніки.	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
5	Історія відкриття явища надпровідності.	2.5	2	2	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
6	Фізика надпровідності	7.5	6	2	4	0	1.5	0.5	1	0	0	0
7	Високотемпературні надпровідники.	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
8	Сучасний стан та перспективи розвитку криоелектроніки.	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
<b>Контрольні заходи</b>												
1	диференційний залік	6	0	0	0	0	6	0	0	0	6	0
<b>Індивідуальні завдання</b>												
1	інші індивідуальні завдання	104	0	0	0	0	104	0	0	0	0	104
<i>Всього з навчальної дисципліни (денна форма навчання)</i>		<i>150</i>	<i>32</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>0</i>	<i>118</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>0</i>	<i>6</i>	<i>104</i>