

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра інформаційних технологій електронних засобів
(найменування кафедри)

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тепломасообмін в радіоелектронних апаратах
(назва навчальної дисципліни)

Освітня програма: «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки»
(назва освітньої програми)

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
(найменування спеціальності)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»
(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти: бакалавр
(назва ступеня вищої освіти)

Затверджено на засіданні кафедри
інформаційних технологій електронних засобів
(найменування кафедри)
Протокол №1 від 31 серпня 2020 р.

м. Запоріжжя 2020

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Назва дисципліни відповідає робочому навчальному плану, ППН 23 - код навчальної дисципліни з освітньої програми (навчального плану), характеристика навчальної дисципліни – нормативна.
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень
Викладач	Огренич Євген Вікторович, к.т.н., старший викладач
Контактна інформація викладача	+380(61)7698252 кафедра ІТЕЗ +380638138949 телефон викладача E-mail:
Час і місце проведення навчальної дисципліни	аудиторія 47 каф. ІТЕЗ, III навчальний корпус
Обсяг дисципліни	Загальна кількість годин - 105, кількість кредитів - 3,5, лекції - 30 год., лабораторні роботи - 14 год., самостійна робота 61 год., вид контролю - іспит
Консультації	Згідно з графіком консультацій
2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни	
Дисципліна " Тепломасообмін в радіоелектронних апаратах " базується на знаннях з дисциплін: "Фізика", "Фізичні основи мікро- і наносистемної техніки", "Проектування телекомунікаційних та радіотехнічних систем". Дисципліни, для вивчення яких є обов'язковими знання, здобуті при вивченні цієї дисципліни: "Зовнішні впливи та засоби захисту", "Методи та засоби дослідження РЕЗ".	
3. Характеристика навчальної дисципліни	
<p>Вивчення даної навчальної дисципліни формує у студента розуміння теплофізичних процесів, що протікають у пристроях мікросистемної радіоелектронної техніки (МРЕТ) під час роботи, формує навички їх теплових розрахунків та знання принципів їх проектування з урахуванням забезпечення нормальних теплових режимів.</p> <p>При вивченні даної дисципліни студент отримує:</p> <p>інтегральну компетентність:</p> <ul style="list-style-type: none"> • здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі телекомунікацій та радіотехніки, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов; <p>загальні компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ЗК1 здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; • ЗК2 здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; • ЗК4 знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності; • ЗК5 здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; • ЗК7 здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями; <p>фахові компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ПК4 здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм; • ПК8 готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів; • ПК10 здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, досліду перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки; • ПК14 готовність до вивчення науково-технічної інформації, вітчизняного і закордонного досвіду з тематики інвестиційного (або іншого) проекту засобів телекомунікацій та радіотехніки; • ПК15 здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних 	

систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування.

Додаткові компетентності:

- ДК-17 здатність розробляти та використовувати при проектуванні комп'ютерні моделі електрорадіоелементів і пристроїв мікросистемної радіоелектронної техніки у цілому з урахуванням забезпечення нормальних теплових режимів;

- ДК-18 здатність здійснювати вибір оптимальних рішень при проектуванні пристроїв мікросистемної радіоелектронної техніки з урахуванням вимог забезпечення нормальних теплових режимів;

Очікувані програмні результати навчання:

- ПР1 знання теорій та методів фундаментальних та загальноінженерних наук в об'ємі, необхідному для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності;

- ПР2 вміння застосовувати базові знання основних нормативно-правових актів та довідкових матеріалів, чинних стандартів і технічних умов, інструкцій та інших нормативно-розпорядчих документів у галузі електроніки та телекомунікацій;

- ПР3 вміння застосовувати знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій, обчислювальної і мікропроцесорної техніки та програмування, програмних засобів для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності;

- ПР5 вміння проводити розрахунки елементів телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення, згідно технічного завдання у відповідності до міжнародних стандартів, з використанням засобів автоматизації проектування, в т.ч. створених самостійно;

- ПР10 здатність проводити випробування телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення у відповідності до технічних регламентів та інших нормативних документів.

Додаткові результати навчання:

- ДРН 24 знання основних процесів переносу тепла у пристроях мікросистемної радіоелектронної техніки та законів, що їх описують;

- ДРН 25 вміння проводити комп'ютерне моделювання теплових процесів у пристроях мікросистемної радіоелектронної техніки та використовувати результати при вирішенні практичних задач їх проектування.

4. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни полягає у вивченні фізичних процесів та їх математичних описів при дослідженні тепломасообміну у сучасних пристроях МРЕТ, набуття практичних навичок вибору конструктивних рішень для забезпечення нормального теплового режиму.

5. Завдання вивчення дисципліни

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- механізми теплопередачі, знання фізичних процесів, що при цьому відбуваються, та законів, що їх описують;
- фізичні явища, що виникають у пристроях МРЕТ під дією підвищеної температури та її вплив на їх працездатність;

вміти:

- проводити розрахунки теплових режимів пристроїв МРЕТ для різних механізмів теплопередачі;
- проводити комп'ютерне моделювання теплових процесів у пристроях МРЕТ та використовувати результати при вирішенні практичних задач їх проектування;
- проводити обґрунтований вибір способів та засобів охолодження;
- спілкуватись з професійних питань, включаючи усну та письмову комунікацію

державною мовою та однією з поширених європейських мов.

6. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна складається з лекційного курсу, лабораторних робіт та самостійної роботи. У лекційному курсі з 11 тематичних лекцій розглядаються основні поняття теорії теплообміну, механізми переносу тепла, елементи теплових кіл, основи теорії подібності, а також засоби та системи забезпечення нормального теплового режиму пристроїв МРЕТ.

Для отримання базових практичних навичок з відповідних тем виконуються 3 лабораторні роботи, присвячені дослідженням теплових режимів елементів пристроїв МРЕТ та розрахункам радіаторів охолодження:

- 1 Дослідження теплового режиму корпусу (6 год.)
- 2 Дослідження теплового режиму функціонального вузла (4 год.)
- 3 Розрахунок радіатора (4 год.)

Самостійна робота полягає у самостійному вивченні окремих розділів лекційного курсу та виконанні індивідуального завдання.

Студенти заочної форми навчання виконують контрольну роботу.

7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1.	Тема 1. Основні поняття теорії теплообміну. Види теплопереносу	лекція	2
1.	Лабораторна робота 1. Дослідження теплового режиму корпусу	лаб. робота	2
2.	Тема 2. Теплопровідність	лекція	2
3.	Тема 2. Теплопровідність (продовження)	лекція	2
3.	Лабораторна робота 1 (продовження).	лаб. робота	2
4.	Тема 3. Конвекція	лекція	2
5.	Тема 3. Конвекція (продовження)	лекція	2
5.	Лабораторна робота 1 (продовження).	лаб. робота	2
6.	Тема 4. Теплове випромінювання	лекція	2
7.	Тема 4. Теплове випромінювання (продовження)	лекція	2
7.	Лабораторна робота 2. Дослідження теплового режиму функціонального вузла	лаб. робота	2
8.	Тема 5. Елементи теорії теплових кіл. Електротеплова аналогія	лекція	2
9.	Тема 6. Складний теплообмін. Критична товщина ізоляції	лекція	2
9.	Лабораторна робота 2 (продовження).	лаб. робота	2
10.	Тема 7. Основи теорії подібності. Вільна конвекція у необмеженому просторі	лекція	2
11.	Тема 8. Системи охолодження	лекція	2
11.	Лабораторна робота 3. Розрахунок радіатора	лаб. робота	2
12.	Тема 9. Радіатори	лекція	2
13.	Тема 9. Радіатори (продовження)	лекція	2
13.	Лабораторна робота 3 (продовження).	лаб. робота	2
14.	Тема 10. Нагнітальники	лекція	2
15.	Тема 11. Теплообмінники	лекція	2

8. Самостійна робота

Самостійна робота виконується за дистанційною формою і складається з вивчення 10 тем для теоретичного вивчення та виконання індивідуального завдання (контрольної роботи).

Теми та питання для теоретичного вивчення:

Перший змістовий модуль:

- 1 Основні поняття теорії теплообміну (1 тиждень):
 - температурне поле, градієнт температурного поля;
 - ізотермічна поверхня.

- 2 Теплопровідність (2, 3 тижні):
- тепловий опір стінок різних форм.
- 3 Конвекція (4, 5 тижні):
- закон Ньютона-Ріхмана;
 - поняття гідродинамічного та теплового пригранічних шарів.
- 4 Теплове випромінювання (6, 7 тижні):
- закон Планка;
 - випромінювання сірих тіл;
 - коефіцієнт чорноти.
- 5 Елементи теплових кіл (8 тиждень):
- поняття електротеплової аналогії.
- 6 Складний теплообмін (9 тиждень):
- критичні товщина ізоляції.
- Другий змістовий модуль:**
- 8 Системи охолодження (10 тиждень):
- класифікація систем охолодження.
- 9 Радіатори (11, 12 тиждень):
- класифікація радіаторів.
- 10 Нагнітальники (13 тиждень):
- класифікація нагнітальників.
- 11 Теплообмінники (14 тиждень):
- класифікація теплообмінників.

По закінченні кожного модуля студент повинен виконати письмовий звіт, де надати відповіді на питання самостійної роботи згідно з варіантом.

Індивідуальне завдання (контрольна робота) полягає у виборі способу охолодження пристрою МРЕТ та розрахунках його теплового режиму. Варіанти завдань та методичні вказівки до виконання розрахунків наведені у методичних вказівках до самостійної роботи.

Індивідуальне завдання повинно бути представлено викладачеві на перевірку не пізніше 12 тижня.

Впродовж семестру передбачено проведення 3 консультацій згідно графіку.

9. Система та критерії оцінювання курсу

Контроль передбачає проведення двох модульних контролів впродовж семестру, поточний контроль при виконанні лабораторних робіт та поточний контроль вивчення тем самостійної роботи і виконання індивідуального завдання. У підсумку проведення контрольних засобів виставляються бали на залік.

Розподіл балів:

- лабораторні роботи – по 5 балів за кожною.
- максимальний бал при проведенні модульного контролю:
- за першим змістовим модулем – 18 балів,
- за другим змістовим модулем – 12 балів.
- зарахована індивідуальна (контрольна) робота - 5 балів.
- іспит - 50 балів.

10. Політика курсу

При організації освітнього процесу в Національному університеті «Запорізька політехніка» студенти, викладачі, методисти та адміністрація діють відповідно до наступних документів:

- Положення про організацію освітнього процесу в НУ «Запорізька політехніка» http://zntu.edu.ua/uploads/dept_nm/Polozhennia_pro_orhanizatsiyu_osvitnoho_protseesu.pdf
- Наказ №120 від 15.04.2019 «Про планування освітнього процесу на 2019/2020 н.р.» http://zntu.edu.ua/uploads/dept_nm/Nakaz_No.120_vid_15.04.2019.pdf
- Положення про систему забезпечення НУ «Запорізька політехніка» якості освітньої діяльності та якості вищої освіти (системи внутрішнього забезпечення якості) http://zntu.edu.ua/uploads/dept_nm/Polozhennia_pro_zabezpechennia_yakosti.pdf
- Положення про порядок реалізації права на академічну мобільність учасників освітнього процесу НУ «Запорізька політехніка»

http://zntu.edu.ua/uploads/dept_nm/Polozhennia_pro_akademichnu_mobilnist.pdf

- Лист Міністерства освіти і науки України керівникам закладів вищої освіти від 23.10.2018 № 1/9-650 «Щодо рекомендацій з академічної доброчесності для закладів вищої освіти» <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v-650729-18>

Невчасно виконані завдання, пропущені заняття відпрацьовуються в узгодженому з викладачем режимі. Пропущена лекція відпрацьовується студентом самостійно у вигляді підготовки короткого конспекту за темою заняття. Пропущена лабораторна робота виконується студентом самостійно вдома або в комп'ютерному класі, результати оцінюються викладачем.

У випадку, коли студент приймав участь у програмі академічної мобільності, можливе врахування отриманих оцінок в іншому навчальному закладі за умови відповідності навчальних планів дисциплін.