

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
КАФЕДРА МІКРОЕЛЕКТРОННИХ ТА ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

ЗАТВЕРДЖУЮ



**ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНОЇ  
ТЕХНІКИ**  
РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра  
очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти  
спеціальності **153 Мікро- та наносистемна техніка**  
освітньо-професійна програма «**Мікро- та наносистемна техніка**»

**Укладач: Ніконова З.А.** кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри  
мікроелектронних, електронних та інформаційних систем

Обговорено та ухвалено  
на засіданні кафедри мікроелектронних та  
електронних інформаційних систем

Протокол № 1 від “ 25 ” серпня 2021 р.  
Завідувач кафедри

  
(підпис)


Т.В. Критська  
(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою  
інженерного навчально-наукового  
інституту  
Протокол № 1 від “ 26 ” серпня\_ 2021 р.  
Голова науково-методичної ради  
математичного факультету

  
(підпис)

Т.А. Шарапова  
(ініціали, прізвище)

Погоджено  
з навчально-методичним відділом

  
(підпис)

О.В. Мельник  
(ініціали, прізвище)

2021 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

| 1  | 2   | 3  |  |
|--|---|--|--|
| Галузь знань, спеціальність, освітня програма<br>рівень вищої освіти | Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі | Характеристика навчальної дисципліни                   |  |
|  |   | очна (денна) форма здобуття освіти                     | заочна (дистанційна) форма здобуття освіти |
| Галузь знань<br><u>15 Автоматизація та приладобудування</u>          | Кількість кредитів – 5  | Обов’язкова  |  |
|  |   | Цикл дисциплін<br>Професійної підготовки спеціальності |  |
| Спеціальність<br><u>153 Мікро-та наносистемна техніка</u>            | Загальна кількість годин – 150  | Семестр:   |  |
| Освітньо-професійна програма<br><u>Мікро-та наносистемна техніка</u> |   | 5 -й   | 7 -й                                       |
|  | Лекції  |  |  |
|  | 28 год.   | 8 год.   |  |
|  | Лабораторні   |  |  |
|  | 14 год.   | 4 год.   |  |
|  | Практичні   |  |  |
| Рівень вищої освіти:<br>бакалаврський                                | Кількість поточних контрольних заходів – 24                                   | 14 год.  | 4 год.                                     |
|  |   | Самостійна робота                                      |  |
|  |   | 94 год.  | 134 год.                                   |
|  |   | Вид підсумкового семестрового контролю:<br>іспит       |  |

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** викладання дисципліни «Основи конструювання мікро- та наносистемної техніки» є ознайомлення студентів з основними етапами та процесами конструювання, методами розробки електричних схем та модулів пристроїв, вивчення конструктивних особливостей виробів мікро – та наносистемної техніки, параметрів та електричних характеристик основних активних і пасивних елементів, технології формування напівпровідникових приладів, пристроїв та друкарських плат, показники їх високої надійності.

**Завданням** дисципліни є надання знань студентам з основних факторів, що визначають конструкцію, характеристики та методи конструювання, технологію виготовлення напівпровідникових елементів та формування на їх

основі друкарських плат; сформувані вміння визначати та застосовувати методи розрахунку надійності приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки; виробити навички компонування та монтажу напівпровідникових елементів електронної апаратури, способів забезпечення теплових режимів роботи пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент **зможє**:

- формувати, аналізувати та синтезувати рішення науково-практичних проблем на абстрактному рівні шляхом декомпозиції їх на складові;
- використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв'язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів мікропроцесорних систем;
- проектувати пристрої мікро- та наносистемної техніки у відповідності до вимог замовника і наявних ресурсних обмежень моделювати фізичні процеси у гомо –та гетеропереходах напівпровідників та контакті метал –напівпровідник;
- використовувати знання з моделювання функціональних вузлів мікроелектроніки при розробці обладнання сучасних мікроелектронних інформаційних систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

| Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності  | Методи і контрольні заходи   |
|--|--|
| Вид компетентності   |  |
| 1  | 2  |
| <b>Інтегральна компетентність:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі мікро- та наносистемної техніки, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів автоматизації та електроніки.</li> </ul> | <b>Методи:</b><br>Наочні методи (стенди, схеми, моделі, програмні продукти).<br>Словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником).<br>Практичні методи (індивідуальні та тестові завдання, контрольні, розробка схем приладів за допомогою сучасних програмних продуктів).<br>Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).<br>Проблемно-пошукові методи |
| <b>Загальні компетентності:</b>  |  |

|  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– ЗК-1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;</li> </ul>  | <p>(репродуктивні).<br/>Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення та обговорення наукових робіт та цікавих винаходів).</p>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– СК2. Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.</li> <li>– СК4. Здатність застосовувати відповідні наукові та інженерні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерні мережі, бази даних та Інтернет-ресурси для розв'язання професійних задач в галузі мікро- та наносистемної техніки.</li> <li>– СК6. Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструктивних елементів геліоенергетики, приладів фізичного та біомедичного призначення.</li> <li>– СК7. Здатність розв'язувати інженерні задачі в галузі мікро- та наносистемної техніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації.</li> <li>– СК8. Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем.</li> <li>– СК10. Здатність розуміти та застосовувати технологічні принципи виробництва, випробування, експлуатації та ремонту мікро- та наносистемної техніки та біомедичного обладнання.</li> <li>– СК13. Здатність застосовувати знання з моделювання функціональних вузлів мікроелектроніки та конструювання приладів на їх основі.</li> </ul> | <p>Методи:<br/>Дослідницький (наукова самостійна робота, проекти, макети виробів).<br/>Наочні методи (стенди, схеми, моделі, програмні продукти).<br/>Проблемно-пошукові методи (репродуктивні).<br/>Практичні методи (індивідуальні та тестові завдання, контрольні, розробка схем приладів за допомогою сучасних програмних продуктів).<br/>Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).<br/>Метод формування пізнавального інтересу(навчальна дискусія, створення та обговорення наукових робіт та цікавих винаходів).</p> |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Програмні результати навчання:</b></p> | <p>Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований).<br/>Контрольні заходи:</p> |
|--|---|

|   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– ПРН1. Формулювати, аналізувати та синтезувати рішення науково-практичних проблем на абстрактному рівні шляхом декомпозиції їх на складові.</li> <li>– ПРН5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв'язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів мікропроцесорних систем..</li> <li>– ПРН9. Проектувати пристрої мікро- та наносистемної техніки у відповідності до вимог замовника і наявних ресурсних обмежень.</li> <li>– ПРН17. Використовувати знання з моделювання функціональних вузлів мікроелектроніки при розробці обладнання сучасних мікроелектронних інформаційних систем.</li> </ul> | <p>теоретичне тестування за змістовим модулем, надання звіту із виконання лабораторної роботи, підсумкове розрахункове завдання, підсумкове тестування.</p> |
|---|---|

**Міждисциплінарні зв'язки.** Курс «Основи конструювання мікро – та наносистемної техніки» є логічним продовженням курсу «Інженерна графіка». Набуті при вивченні даного курсу знання необхідні для подальшого вивчення курсу «Аналогова та оптосхемотехніка».

### 3.Програма навчальної дисципліни

#### Змістовий модуль 1

Предмет та задачі курсу. Організація проектування електронної апаратури. Етапи та процеси розробки електронної апаратури. Стадії розробки технічної та схемної документації. Приклад складання технічного завдання на розробку приладів та пристроїв наносистемної техніки. Особливості забезпечення надійності мікроелектронної апаратури.

#### Змістовий модуль 2

Умови експлуатації електронної апаратури. Фактори, що визначають конструкцію електронної апаратури. Вплив зовнішніх факторів на конструкцію електронної апаратури та умови її експлуатації. Конструктивно-технологічні показники конструкцій електронної апаратури мікро- та наносистемної техніки. Типовий технологічний маршрут виготовлення приладових напівпровідникових структур.

#### Змістовий модуль 3

Методи конструювання в мікроелектроніці. Конструювання елементів, вузлів та пристроїв електронної апаратури. Принципи ієрархічного конструювання елементів, вузлів і пристроїв мікро – та наносистемної техніки. Модулі

нульового рівня та мікроскладання. Модулі першого, другого та третього рівня. Стандартизація при модульному конструюванні.

#### **Змістовий модуль 4**

Загальні відомості про друковані плати. Стандартизація при конструюванні печатних плат для напівпровідникових приладових структур мікро- та наносистемної техніки. Елементи друкованих плат, їх види, параметри та характеристики. Життєвий цикл друкованих плат, кількісні та якісні показники. Принципи організації та методи їх створення.

#### **Змістовий модуль 5**

Забезпечення надійної роботи конструкції електронної апаратури мікро- та наносистемної техніки. Методи випробування, параметри та характеристики надійності та безвідмовної роботи напівпровідникових приладових структур. Прилади та обладнання для проведення випробувань елементів та схем електронної апаратури, технічна документація зазначення параметрів надійності приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

#### **Змістовий модуль 6**

Основні види впливів навколишнього середовища на працездатність та надійність інтегральних схем та приладових структур мікро- та наносистемної техніки. Захист конструкції від механічних впливів. Захист від температурних впливів. Захист електронної апаратури від впливу вологи, пилу. Герметизація приладів та інтегральних схем, види корпусів та безкорпусна технологія. Основні методи герметизації напівпровідникових приладових структур та інтегральних схем мікро- та наносистемної техніки.

#### **Змістовий модуль 7**

Напівпровідникові елементи приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки. Твердотілі мікроелектронні пристрої. Основні методи конструювання діодних, транзисторних, тиристорних приладових структур та напівпровідникових інтегральних схем. Види конструктивної та технологічної документації. Стандартизація при конструктивному проектуванні.

#### **Змістовий модуль 8**

Особливості конструювання оптоелектронних структур для мікро- та наносистемної техніки. Їх види, принцип дії, конструкції та методи проектування. Фотовипромінювачі та фотоприймачі, їх склад, параметри та характеристики. Конструювання світлодіодів, фоторезисторів, фотодіодів, сонячних модулів, оптронів. Сонячна інсоляція та методи її визначення.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

| Змістовий модуль                       | Усього годин | Аудиторні (контактні) години |    |                       |   |                                     |   |        |           | Самостійна робота, год | Система накопичення балів             |    |                          |                  |                     |
|--|--------------|------------------------------|----|-----------------------|---|-------------------------------------|---|--------|-----------|------------------------|---------------------------------------|----|--------------------------|------------------|---------------------|
|  |              | Усього годин                 |    | Лекційні Заняття, год |   | Семінарські/ Практичні заняття, год |   |        |           |                        | Семінарські, лабораторні заняття, год |    | Теор. зав-ня, к-ть балів | Лаб-на, к-ть бал | Прак-на, к-ть балів |
|  |              |                              |    |                       |   |                                     |   | о/д ф. | з/д ис ф. |                        |                                       |    |                          |                  |                     |
| 1                                      | 2            | 3                            |    | 4                     | 5 | 6                                   | 7 | 8      |           | 9                      | 10                                    | 11 | 12                       | 13               | 14                  |
| 1                                      | 15           | 7                            | 2  | 4                     | 2 | 2                                   |   |        |           | 8                      | 13                                    | 1  | 3                        | 3                | 7                   |
| 2                                      | 15           | 7                            | 2  | 4                     |   | 2                                   |   | 2      | 2         | 8                      | 13                                    | 1  | 3                        | 3                | 7                   |
| 3                                      | 15           | 7                            | 2  | 4                     | 2 | 2                                   |   | 2      |           | 8                      | 13                                    | 1  | 3                        | 3                | 7                   |
| 4                                      | 15           | 7                            | 2  | 4                     | - | 2                                   |   | 2      | 2         | 8                      | 13                                    | 1  | 3                        | 3                | 7                   |
| 5                                      | 15           | 7                            | 2  | 4                     | 2 | 2                                   |   | 2      |           | 8                      | 13                                    | 1  | 3                        | 4                | 8                   |
| 6                                      | 15           | 7                            | 2  | 4                     |   | 2                                   | 2 | 2      |           | 8                      | 13                                    | 1  | 3                        | 4                | 8                   |
| 7                                      | 15           | 7                            | 2  | 2                     | 2 | 2                                   |   | 2      |           | 8                      | 13                                    | 1  | 3                        | 4                | 8                   |
| 8                                      | 15           | 7                            | 2  | 2                     |   |                                     | 2 | 2      |           | 8                      | 13                                    | 1  | 3                        | 4                | 8                   |
| Усього за змістові модулі              | 120          | 56                           | 16 | 28                    | 8 | 14                                  | 4 | 14     | 4         | 64                     | 104                                   | 8  | 24                       | 28               | 60                  |
| Підсумковий семестровий контроль іспит | 30           |                              |    |                       |   |                                     |   |        |           | 30                     | 30                                    | 20 |                          | 20               | 40                  |
| Загалаом                               |              |                              |    | 150                   |   |                                     |   |        |           | 100                    |                                       |    |                          |                  |                     |

#### 5. Теми лекційних занять

| № змістового модуля | Назва теми  | Кількість годин |           |
|---------------------|---|-----------------|-----------|
|                     |   | о/д ф.          | з/дист ф. |
| 1                   | 2   | 3               | 4         |
| 1                   | Предмет та задачі курсу. Організація проектування електронної апаратури. Етапи та процеси розробки електронної апаратури. Стадії розробки технічної та схемної документації. Приклад складання технічного | 4               | 2         |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|   | завдання на розробку приладів та пристроїв наносистемної техніки. Особливості забезпечення надійності мікроелектронної апаратури.  |   |   |
| 2 | Умови експлуатації електронної апаратури. Фактори, що визначають конструкцію електронної апаратури. Вплив зовнішніх факторів на конструкцію електронної апаратури та умови її експлуатації. Конструктивно-технологічні показники конструкцій електронної апаратури мікро- та наносистемної техніки. Типовий технологічний маршрут виготовлення приладових напівпровідникових структур.   | 4 |   |
| 3 | Методи конструювання в мікроелектроніці. Конструювання елементів, вузлів та пристроїв електронної апаратури. Принципи ієрархічного конструювання елементів, вузлів і пристроїв мікро – та наносистемної техніки. Модулі нульового рівня та мікроскладання. Модулі першого, другого та третього рівня. Стандартизація при модульному конструюванні.   | 4 | 2 |
| 4 | Забезпечення надійної роботи конструкції електронної апаратури мікро- та наносистемної техніки. Методи випробування, параметри та характеристики надійності та безвідмовної роботи напівпровідникових приладових структур. Прилади та обладнання для проведення випробувань елементів та схем електронної апаратури, технічна документація зазначення параметрів надійності приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки. | 4 |   |
| 5 | Забезпечення надійної роботи конструкції електронної апаратури мікро- та наносистемної техніки. Методи випробування, параметри та характеристики надійності та безвідмовної роботи напівпровідникових приладових структур. Прилади та обладнання для проведення випробувань елементів та схем електронної апаратури, технічна документація зазначення параметрів надійності приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки. | 4 | 2 |
| 6 | Основні види впливів навколишнього середовища на працездатність та надійність інтегральних схем та приладових структур мікро- та наносистемної техніки. Захист конструкції від механічних впливів. Захист від температурних впливів. Захист електронної апаратури від впливу вологи, пилу. Герметизація приладів та інтегральних схем, види корпусів та  | 4 |   |



|              |  |           |          |
|--------------|--|-----------|----------|
|              | безкорпусна технологія. Основні методи герметизації напівпровідникових приладових структур та інтегральних схем мікро- та наносистемної техніки.   |           |          |
| 7            | Напівпровідникові елементи приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки. Твердотілі мікроелектронні пристрої. Основні методи конструювання діодних, транзисторних, тиристорних приладових структур та напівпровідникових інтегральних схем. Види конструктивної та технологічної документації. Стандартизація при конструктивному проектуванні.   | 2         | 2        |
| 8            | Особливості конструювання оптоелектронних структур для мікро- та наносистемної техніки. Їх види, принцип дії, конструкції та методи проектування. Фотовипромінювачі та фотоприймачі, їх склад, параметри та характеристики. Конструювання світлодіодів, фоторезисторів, фотодіодів, сонячних модулів, оптронів. Сонячна інсоляція та методи її визначення. | 2         |          |
| <b>Разом</b> |  | <b>28</b> | <b>8</b> |

## 6. Теми практичних занять

| № модуля     | Назва теми   | Кількість годин денна форма | Кількість годин заочна форма |
|--------------|--|-----------------------------|------------------------------|
| 1            | Технічні характеристики і параметри приладів 1 модуля                                      | 2                           |                              |
| 2,3          | Технічні характеристики і параметри сонячних елементів                                     | 2<br>2                      |                              |
| 4, 5         | Модель вентиляного та фотоефекту у напівпровідникових структурах , конструювання фотодіода | 2<br>2                      |                              |
| 6            | Моделювання приладу виміру та дослідження сонячної інсоляції                               | 2                           | 2                            |
| 7, 8         | Моделювання пристрою за індивідуальним ТЗ  | 2                           | 2                            |
| <b>Разом</b> |  | <b>14</b>                   | <b>4</b>                     |

## 7. Теми лабораторних занять

| № модуля | Назва теми   | Кількість годин денна форма | Кількість годин заочна форма |
|----------|--|-----------------------------|------------------------------|
| 1        | Розробка технічного завдання на проектування засобів електронної техніки | 2                           |                              |

|     |  |           |          |
|-----|--|-----------|----------|
| 2,3 | Вивчення методів установки електронних компонентів та розробка друкованої плати                                | 2<br>2    | 2        |
| 4   | Розрахунок параметрів мікроелектронних структур за індивідуальним завданням                                    | 2<br>2    | 2        |
| 5,6 | Дослідження характеристик елементів мікро – та наносистемної техніки   | 2         |          |
| 7,8 | Розрахунок параметрів надійності ТЕЗ мікроелектронних пристроїв з програмним комплексом Electronics Workbench. | 2         |          |
|     | <b>Разом</b>   | <b>14</b> | <b>4</b> |

## 8. Види і зміст поточних контрольних заходів

| № змістового модуля   | Види поточних контрольних заходів                  | Зміст поточного контрольного заходу  | *Критерії оцінювання   | Усього балів | Усього балів |
|-----------------------|--|--|--|--------------|--------------|
| 1                     | 2  | 3  | 4  |              | 5            |
| 1                     | Тест 1   | Питання для підготовки: Предмет та задачі курсу. Теоретичні основи конструювання в електроніці. Організація проектування електронної апаратури. Етапи та процеси розробки електронної апаратури. Перспективи розвитку автоматизації приладобудування в Україні та світі. | Тестові питання оцінюються: Із 6 відповідей обрати правильну. Кількість питань – 8. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.   | 4            | 6            |
|                       | Практичне завдання 1<br><br>Лабораторне завдання 1 | Вимоги до виконання та оформлення: Практичне та лабораторні завдання у вигляді файлів MS Excel завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.   | Кожне практичне або лабораторне завдання за змістовим модулем оцінюється від 1 до 2 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті завдання. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі. | 2<br><br>2   | 6            |
| <b>Усього за ЗМ 1</b> | <b>3</b>   |  |  | <b>8</b>     | <b>12</b>    |
| 2                     | Тест 2   | Питання для підготовки: Умови експлуатації електронної апаратури.  | Тестові питання оцінюються: Із 6 відповідей обрати   | 4            | 6            |

|                       |                        |   |   |          |           |
|-----------------------|------------------------|---|---|----------|-----------|
|                       |                        | Фактори, що визначають конструкцію електронної апаратури. Вплив зовнішніх факторів на конструкцію електронної апаратури та умови її експлуатації.   | правильну.<br>Кількість питань – 8.<br>Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.   |          |           |
|                       | Практичне завдання 2   | Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота та практичне завдання у вигляді файлів MS Excel завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.   | Кожне завдання практичної або лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 2 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті завдання. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі. | 2        | 6         |
|                       | Лабораторне завдання 2 |   |   | 2        |           |
| <b>Усього за ЗМ 2</b> | <b>3</b>               |   |   | <b>8</b> | <b>12</b> |
| 3                     | Тест 3                 | Питання для підготовки: Методи конструювання в мікроелектроніці. Конструювання елементів, вузлів та пристроїв електронної апаратури. Принципи ієрархічного конструювання елементів, вузлів і пристроїв мікро – та наносистемної техніки | Тестові питання оцінюються: Із 6 відповідей обрати правильну.<br>Кількість питань – 8.<br>Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.  | 4        | 6         |
|                       | Практичне завдання 2   | Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота та практичне завдання у вигляді файлів MS Excel завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.   | Кожне практичне завдання або лабораторне за змістовим модулем оцінюється від 1 до 2 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті завдання. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі.          | 2        | 6         |
|                       | Лабораторне задання 2  |   |   | 2        |           |
| <b>Усього за ЗМ 3</b> | <b>3</b>               |   |   | <b>8</b> | <b>12</b> |
| 4                     | Тест 4                 | Питання для підготовки: Загальні відомості про  | Тестові питання оцінюються: Із 6  | 4        | 6         |

|                       |                        |  |  |          |           |
|-----------------------|------------------------|--|--|----------|-----------|
|                       |                        | друковані плати.<br>Стандартизація при конструюванні печатних плат для напівпровідникових приладових структур мікро- та наносистемної техніки  | відповідей обрати правильну.<br>Кількість питань – 8.<br>Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.  |          |           |
|                       | Практичне завдання 3   | Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота та практичне завдання у вигляді файлів MS Excel завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.  | Кожне практичне завдання або лабораторне за змістовим модулем оцінюється від 1 до 2 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті завдання. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі. | 2        | 6         |
|                       | Лабораторне завдання 3 |  |  | 2        |           |
| <b>Усього за ЗМ 4</b> | <b>3</b>               |  |  | <b>8</b> | <b>12</b> |
| 5                     | Тест 5                 | Питання до підготовки Забезпечення надійної роботи конструкції електронної апаратури мікро- та наносистемної техніки. Методи випробування, параметри та характеристики надійності та безвідмовної роботи напівпровідникових приладових структур. | Тестові питання оцінюються: Із 6 відповідей обрати правильну.<br>Кількість питань – 8.<br>Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.   | 4        | 6         |
|                       | Практичне завдання 3   | Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота та практичне завдання у вигляді файлів MS Excel завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.  | Кожне практичне завдання або лабораторне за змістовим модулем оцінюється від 1 до 2 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті завдання. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі. | 2        | 6         |
|                       | Лабораторне завдання 4 |  |  | 2        |           |
| <b>Усього за ЗМ 5</b> | <b>3</b>               |  |  | <b>8</b> | <b>12</b> |
| 6                     | Тест 6                 | Питання для підготовки: Основні види впливів навколишнього   | Тестові питання оцінюються: Із 6 відповідей обрати   | 4        |           |

|                       |                        |  |  |          |    |
|-----------------------|------------------------|--|--|----------|----|
|                       |                        | середовища на працездатність та надійність інтегральних схем та приладових структур мікро- та наносистемної техніки. Захист конструкції від механічних впливів. Захист від температурних впливів.  | правильну. Кількість питань – 8. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.  |          |    |
|                       | Практичне завдання 4   | Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота та практичне завдання у вигляді файлів MS Excel завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.  | Кожне практичне завдання або лабораторне за змістовим модулем оцінюється від 1 до 2 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті завдання. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі. | 2        | 60 |
|                       | Лабораторне завдання 4 |  |  | 2        |    |
| <b>Усього за ЗМ 6</b> | <b>3</b>               |  |  | <b>8</b> |    |
| 7                     | Тест 7                 | Питання для підготовки: Напівпровідникові елементи приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки. Твердотілі мікроелектронні пристрої. Основні методи конструювання діодних, транзисторних, тиристорних приладових структур та напівпровідникових інтегральних схем. | Тестові питання оцінюються: Із 6 відповідей обрати правильну. Кількість питань – 8. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.   | 4        |    |
|                       | Практичне завдання 5   | Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота та практичне завдання у вигляді файлів MS Excel завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.  | Кожне практичне завдання або лабораторне за змістовим модулем оцінюється від 1 до 2 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті завдання. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі. | 2        |    |
|                       | Лабораторне завдання 5 |  |  |          |    |

|                                   |  |  |  |           |
|-----------------------------------|--|--|--|-----------|
|                                   |  |  |  | <b>2</b>  |
| <b>Усього за ЗМ 7</b>             | <b>3</b>                                       |  |  | <b>8</b>  |
|                                   |  |  |  |           |
| 8                                 | Тест 8   | Питання для підготовки: Особливості конструювання оптоелектронних структур для мікро- та наносистемної техніки. Їх види, принцип дії конструкції та методи проектування. Фотовипромінювачі та фотоприймачі, їх склад, параметри та характеристики. | Тестові питання оцінюються: Із 6 відповідей обрати правильну. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.   | <b>2</b>  |
|                                   | Практичне завдання 5<br>Лабораторне завдання 5 | Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота та практичне завдання у вигляді файлів MS Excel завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ.  | Кожне практичне завдання або лабораторне за змістовим модулем оцінюється від 1 до 2 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті завдання. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі. | <b>2</b>  |
| <b>Усього за ЗМ 8</b>             | <b>3</b>                                       |  |  | <b>4</b>  |
| <b>Усього за змістовні модулі</b> | <b>24</b>                                      |  |  | <b>60</b> |

\*(критерії оцінювання за електронним посиланням)

## 9. Підсумковий семестровий контроль

| Форма                                      | Види підсумкових контрольних заходів | Зміст підсумкового контрольного заходу   | Критерії оцінювання  | Усього балів |
|--|--------------------------------------|--|--|--------------|
| 1  | 2                                    | 3  | 4  | 5            |
| <b>Екзамен</b>                             | <b>Тестування</b>                    | Питання для підготовки: див. питання до ЗМ 1–5 у таблиці 8. Тестування передбачає відповідь на теоретичні питання. У разі дистанційної форми навчання залік проходить у тестовій формі через платформу Moodle. | Тестові питання оцінюються: Із 6 відповідей обрати правильний. Кількість питань – 80. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали. | <b>20</b>    |
|  | <b>Практична робота</b>              | Розробка конструкції приладу за індивідуальним завданням   |  | <b>20</b>    |
| Усього за підсумковий семестровий контроль | <b>2</b>                             |  |  | <b>40</b>    |

## 10.Рекомендована література

### Основна:

- 1.Формування та дослідження наноструктурованих матеріалів для фотовольтаїки: монографія колективу викладачів кафедри «Мікроелектронні інформаційні системи». Запоріжжя: ІННІ ЗНУ, 2018. 98с.
- 2.Ніконова З.А., Небеснюк О.Ю., Ніконова А.О. Контактні системи в електроніці: монографія. Запоріжжя, 2017.126с.
3. Степаненко І.П. Основи мікроелектроніки: навчальний посібник для вузів. Київ, 2016. 240 с.
4. Фрумкін, Г. Д. Розрахунок та конструювання радіоапаратури. Київ: Вища школа, 2019. 463 с.
- 5.Билібин К.І. Конструкторсько -технологічне проектування електронної апаратури. Київ, 2016. 568 с.
6. Матвійків М.Д. Елементна база електронних апаратів: підручник. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка»,2017.428с.

7. Достанко А.П. Технологія та автоматизація виробництва радіоелектронної апаратури: Вища школа, 2009.624 с.
8. Кобалсі Н. Вступ в нанотехнологію: Біном. Лабораторія знань, 2005. 265 с.
9. Ключ М. І. Оптимізація конструкції та технології виробництва кремнієвих фотоперетворювачів та сонячних модулів на їх основі: прикладна радіоелектроніка. 2011.Том 10, N 1. 95с.
10. V.V. Odinokov, G.Ya. Pavlov. New processing equipment for innovative technologies micro, nano - and radio electronics: Technology and de-signing in the electronic equipment, 2011. v.3. PP. 41.

## **Додаткова**

- 1.Юдачов А.В. Основи конструювання в електроніці : методичні вказівки до виконання практичних занять для студ. за спеціальністю 6.090801 «Мікро та наноелектроніка» денної та заочної форм навчання. Запоріжжя, 2012. 129 с.
- 2.Юдачов А.В. Основи конструювання в електроніці: методичні вказівки до лабораторних робіт для студ. спец. 7.90804 "ФБМЕ" денної та заочної форм навчання. Запоріжжя, 2010. 162 с.
- 3.Строїтелева Н.І. Конструювання і технологія ФЕП: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Запоріжжя, 2016. 79с.
- 4.Строїтелева Н.І. Конструювання і технологія ФЕП: методичні вказівки до виконання курсового проекту. Запоріжжя, 2015. 98с.
5. Ніконова З.А. Основи конструювання в електроніці: методичні рекомендації до виконання лабораторних та практичних занять для студ. за спеціальністю 153 «Мікро та наносистемна техніка» денної та заочної форм навчання . Запоріжжя, 2021. 79 с.
6. Баканов Г.Ф, Основи конструювання та технології радіоелектронних засобів. Київ: центр «Академія», 2007.368 с.
7. Жеребцов І.П. Основи електроніки. Київ: Техніка, 2004. 328с.
8. Тарабрин Б.В. Довідник по інтегральним мікросхемам: Вища школа, 2011.- 816 с.
9. Lin Jyi-Tsong. A novel planar-type body connected FinFET device fabricated by self-align isolation-last process, Solid-State and Integrated Circuit Technology, PP. 2010.1235 - 1237.

## **Інформаційні ресурси:**

1. Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: <http://library.znu.edu.ua/>
2. Система електронного забезпечення навчання ЗНУ. URL: <https://moodle.znu.edu.ua/>



3. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL:  
<http://www.nbuv.gov.ua/>

4. AnyLogic: імітаційне моделювання для бізнесу URL:  
<https://www.anylogic.com/>