

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний авіаційний університет

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра електроніки, робототехніки і технологій моніторингу
та інтернету речей

УЗГОДЖЕНО

Декан ФАЕТ

«15» 09

С. Завгородній

2021 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

«20» 09



Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

«Основи напівпровідникових матеріалів та приладів»

Освітньо-професійні програми: «Електронні системи»
«Електронні технології інтернету речей»
«Комп'ютеризовані засоби моніторингу
використання частотного ресурсу»

Галузь знань: 17 «Електроніка і телекомунікації»

Спеціальність: 171 «Електроніка»

Форма навчання	Сем.	Усього (годин/кредитів ECTS)	ЛКЦ	ПР. З.	Л.Зі	СРС	ДЗ / РГР / К.р	КР / КП	Форма сем. контролю
Денна:	1	165/5,5	34	34	17	80	(1) ДЗ-1с	-	екзамен 1с
Заочна	2	165/5,5	8	8	4	145	К.р -2с	-	екзамен 2с

Індекс: НБ-2-171-1/21-2.1.4, НБ-2-171-2/21-2.1.4, НБ-2-171-3/21-2.1.4
НБ-2-171-1з/21-2.1.4, НБ-2-171-2з/21-2.1.4, НБ-2-171-3з/21-2.1.4

СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021



Система менеджменту якості.
Робоча програма
навчальної дисципліни
«Основи напівпровідникових матеріалів та
приладів»

Шифр
документа

СМЯ НАУ
РП 22.02-01-2021

стор. 2 з 12

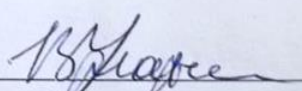
Робочу програму навчальної дисципліни «Основи напівпровідникових матеріалів та приладів» розроблено на основі освітньо-професійних програм «Електронні системи», «Електронні технології інтернету речей», «Комп'ютеризовані засоби моніторингу використання частотного ресурсу», навчальних та робочих навчальних планів № НБ-2-171-1/21, № НБ-2-171-2/21, № НБ-2-171-3/21, № РБ-2-171-1/21, № РБ-2-171-2/21, № РБ-2-171-3/21 та №НБ-2-171-1з/21, №НБ-2-171-2з/21, №НБ-2-171-3з/21, №РБ-2-171-1з/21, №РБ-2-171-2з/21, №РБ-2-171-3з/21 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 171 «Електроніка» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив
доцент кафедри електроніки,
робототехніки і технологій моніторингу
та інтернету речей _____

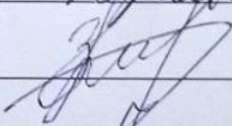

С. Окоча

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри спеціальності 171 «Електроніка» (освітньо-професійні програми «Електронні системи», «Електронні технології інтернету речей», «Комп'ютеризовані засоби моніторингу використання частотного ресурсу») – кафедри електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей, протокол № 18 від «13» 09 2021 р.

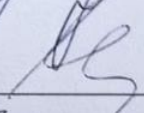
Гарант освітньо-професійної програми
«Електронні системи» _____


В. Уланський

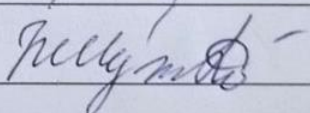
Гарант освітньо-професійної програми
«Електронні технології інтернету речей» _____


О. Задорожний

Гарант освітньо-професійної програми
«Комп'ютеризовані засоби моніторингу
використання частотного ресурсу» _____

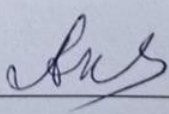

В. Іванов

Завідувач кафедри _____


В. Шутко

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету авіонавігації, електроніки та телекомунікацій, протокол № 11 від «15» 09 2021 р.


Голова НМРР _____


О. Кривоносенко

Рівень документа – 3б

Плановий термін між ревізіями – 1 рік


Контрольний примірник

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Основи напівпровідникових матеріалів та приладів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор. 3 з 12	

ЗМІСТ

сторінка

Вступ	4
1. Пояснювальна записка	4
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни	4
1.2. Заплановані результати навчання	4
1.3. Компетентності	5
1.4. Міждисциплінарні зв'язки	5
2. Програма навчальної дисципліни	5
2.1. Зміст навчальної дисципліни	7
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля	7
2.3. Тематичний план	8
2.4. Домашнє завдання	9
2.5. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН)	9
2.6. Підготовка до екзамену	9
3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни	10
3.1. Методи навчання	10
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна)	10
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті	10
4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь	11

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Основи напівпровідникових матеріалів та приладів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор. 4 з 12	

ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Основи напівпровідникових матеріалів та приладів» розробляється на основі «Методичних рекомендацій до розроблення та оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021 № 249/од, та відповідних нормативних документів.

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.

Місце даної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця: дана навчальна дисципліна є теоретичною та практичною основою сукупності знань та умінь, що формують профіль фахівця з електроніки в області електронних систем, приладів та пристроїв.

Метою викладання дисципліни є розкриття концепцій, понять, методів побудови напівпровідникових приладів, які створені з використанням напівпровідникових матеріалів.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- оволодіння фізичними основами побудови напівпровідникових матеріалів та напівпровідникових приладів на їх основі, що використовуються в електронних приладах та системах;
- дослідження процесів які відбуваються в напівпровідникових структурах;
- оволодіння методами побудови напівпровідникових приладів на основі напівпровідникових матеріалів;
- дослідження параметрів та характеристик напівпровідникових приладів.

1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна.

ПРН1. Описувати принцип дії за допомогою наукових концепцій, теорій та методів та перевіряти результати при проектуванні та застосуванні приладів, пристроїв та систем електроніки.

ПРН3. Знаходити рішення практичних задач електроніки шляхом застосування відповідних моделей та теорій електродинаміки, аналітичної механіки, електромагнетизму, статистичної фізики, фізики твердого тіла.


ПРН5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та налагодження електронних систем, демонструвати навички програмування, аналізу та відображення результатів вимірювання та контролю.

ПРН6. Застосовувати експериментальні навички (знання експериментальних методів та порядку проведення експериментів) для перевірки гіпотез та дослідження явищ електроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, планувати, скласти схеми; аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.

ПРН12. Використовувати документацію, пов'язану з професійною діяльністю, із застосуванням сучасних технологій та засобів офісного устаткування; використовувати англійську мову, включаючи спеціальну термінологію, для спілкування з фахівцями, проведення літературного пошуку та читання текстів з технічної та фахової тематики.

ПРН13. Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення; відповідати вимогам гнучкості в подоланні перешкод та досягненні мети, раціонального використання та нормування часу, дисциплінованості, відповідальності за свої рішення та діяльність.

ПРН14. Дотримуватися норм сучасної української ділової та професійної мови.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Основи напівпровідникових матеріалів та приладів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор. 5 з 12	

ПРН15. Виявляти навички самостійної та колективної роботи, лідерські якості, організувати роботу за умов обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність.

1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК4. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8. Навички міжособистісної взаємодії.

ЗК9. Здатність працювати в команді.

ЗК10. Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК12. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

ФК1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.

ФК2. Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.

ФК 9. Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв для проектування мікропроцесорних та електронних систем.

ФК10. Здатність застосовувати на практиці галузеві стандарти та стандарти якості функціонування пристроїв та систем електроніки.

ФК11. Здатність контролювати і діагностувати стан обладнання, застосовувати сучасні електронні компоненти та технічні засоби, виконувати профілактику, ремонт та технічне обслуговування електронних пристроїв та систем, монтувати, налагоджувати та ремонтувати аналогові, цифрові та оптичні модулі, розробляти та виготовляти друковані плати, розробляти програмне забезпечення для мікроконтролерів.

1.4. Міждисциплінарні зв'язки.

Навчальна дисципліна «Основи напівпровідникових матеріалів та приладів» є базою таких дисциплін як: «Теорія електричних кіл», «Основи цифрових систем», «Аналогова електроніка», «Силова електроніка», «Основи математичного моделювання електронних пристроїв» та інших.

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.

2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме:

- навчального модуля №1 «Напівпровідникові структури в напівпровідникових приладах»;


- навчального модуля №2 «Напівпровідникові прилади»,

кожен з яких є логічною завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля

Модуль № 1 «Напівпровідникові структури в напівпровідникових приладах»

Інтегровані вимоги модуля №1:

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Основи напівпровідникових матеріалів та приладів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор. 6 з 12	

Знати:

- роль напівпровідникових структур та пристроїв в забезпеченні надійного функціонування радіоелектронних систем;
- фізичний принцип дії та особливості напівпровідникових структур, область їх використання, основи вимірювання характеристик напівпровідникових приладів.

Вміти:

- орієнтуватися в сучасних напівпровідникових пристроях, в сучасних концепціях та принципі дії, в методах їх використання.

Тема 1. Основні засади, на яких ґрунтуються положення дисципліни. Електричний струм та рівняння неперервності.

Місце дисципліни в системі підготовки фахівця з електронних приладів та пристроїв. Електричний струм в кристалі. Закон збереження заряду. Рівняння неперервності.

Тема 2. Класифікація напівпровідникових приладів.

Принципи класифікації напівпровідникових приладів. Основні типи напівпровідникових приладів. Правила маркування напівпровідникових приладів. Графічні позначення напівпровідникових приладів.

Тема 3. Потенціальний бар'єр в р-п-переході.

Електронно-дірковий перехід (р-п-перехід). Виникнення потенціального бар'єру. Контактна різниця потенціалів. Дифузійна ємність р-п-переходу. Перехідні процеси в р-п-переході.

Тема 4. Тунельний ефект.

Особливості тунельного ефекту, тунельний діод. Вольтамперна характеристика тунельного діода. Варикап, еквівалентна схема. Добротність варикапів. Частотна характеристика варикапів.

Тема 5. Біполярні транзистори.

Конструкції біполярних транзисторів. Енергетичні діаграми напівпровідникових структур транзисторів. Перенесення заряду в р-п-р та п-р-п структурах. Схеми увімкнення біполярних транзисторів та їх передавальні характеристики. Класифікація біполярних транзисторів за частотним діапазоном та потужністю.

Тема 6. Багатошарові структури з електронно-дірковими областями.

Конструкції багатошарових структур з електронно-дірковими областями, що чергуються. Енергетичні діаграми багатошарових р-п-р-п структур. Напівпровідникові пристрої на основі багатошарових структур та вольтамперні характеристики. Призначення, класифікація тиристорів, симісторів, диністорів.

Тема 7. Напівпровідникові структури польових транзисторів.


Особливості напівпровідникових структур польових транзисторів, конструкція. Вольтамперні характеристики польових транзисторів. Еквівалентна схема. Вплив температури на параметри транзистора. Основні параметри та області застосування. Польові транзистори з ізольованим затвором. Властивості МДН структури. Енергетична діаграма. Ємність МДН структури. Ефект поля. Біполярні транзистори з ізольованим затвором.

Модуль № 2 «Напівпровідникові прилади».

Інтегровані вимоги модуля №2:

Знати:

- інженерні методи розрахунку кін включення напівпровідникових пристроїв ;
- сучасні методи побудови напівпровідникових пристроїв;
- особливості технічного використання напівпровідникових пристроїв, що використовуються в електронних системах.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Основи напівпровідникових матеріалів та приладів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор. 7 з 12	

Вміти:

- проектувати основні електричні кола, що використовуються у засобах електроніки;
- оцінювати відповідність електронних пристроїв, що знаходяться в експлуатації, сучасний стан електронної техніки;
- працювати з вимірною апаратурою при дослідженні характеристик напівпровідникових пристроїв.

Тема 1. Біполярні транзистори.

Загальні відомості про біполярні транзистори. Способи вмикання й режими роботи біполярних транзисторів. Принцип дії біполярного транзистора в активному режимі. Схема вмикання транзистора зі спільним емітером та спільним колектором.

Характеристики і параметри біполярних транзисторів.

Тема 2. Параметри біполярних транзисторів.

Граничні режими транзистора. Робочий діапазон температур. Пробої транзистора. Максимально допустима потужність, що розсіюється колектором. Диференційні параметри біполярного транзистора. Оцінка властивостей транзистора. Фізичні параметри та еквівалентні схеми біполярних транзисторів.

Тема 3. Робота біполярного транзистора у динамічному режимі.

Принцип дії підсилювального каскаду на біполярному транзисторі. Схема зі спільною базою. Схема зі спільним емітером. Способи забезпечення режиму спокою транзисторного каскаду. Схема з фіксованим струмом бази. Схема з фіксованим потенціалом бази. Схема з температурною стабілізацією в емітерному колі. Схема каскаду зі спільною базою та автоматичним зміщенням робочої точки. Динамічні характеристики біполярного транзистора та їх використання. Параметри режиму підсилення та їх розрахунок за динамічними характеристиками транзисторного каскаду.

Тема 4. Різновиди біполярних транзисторів.

Частотні властивості біполярних транзисторів. Вплив ємностей переходів і розподільного опору бази на частотні властивості транзистора. Робота біполярного транзистора у ключовому режимі. Одноперехідний транзистор. Високочастотні малопотужні транзистори. Потужні транзистори.

Тема 5. Польові транзистори.

Польові транзистори з р-n-переходом. Статичні входні характеристики. Статичні прохідні (стокзатворні) характеристики. Статичні вихідні (стокові) характеристики. Диференційні параметри польових транзисторів. Польові транзистори з ізольованим затвором. Ефект поля. МДН - транзистори з індукованим каналом. МДН - транзистори із вбудованим каналом. Залежність характеристик і параметрів польових транзисторів від температури.

Тема 6. Динамічний режим роботи польових транзисторів.

Підсилювальні каскади на польовому транзисторі. Частотні властивості польових транзисторів. Потужні польові транзистори. Потужні МДН – транзистори. Біполярний транзистор з ізольованим затвором. Транзистори з статичною індукцією.

Тема 7. Тиристоры.

Будова, принцип дії та режими роботи тиристора. Загальні відомості. Диністорний режим. Триністорний режим. Симістори. Способи комутації тиристорів. Увімкнення тиристорів. Вимкнення тиристорів.


Тема 8. Оптоелектронні напівпровідникові прилади.

Загальні відомості. Випромінюючі діоди. Напівпровідникові фотоприймачі. Фоторезистори. Фотодіоди. Фотоприймачі з внутрішнім підсиленням. Оптрони та їх застосування.



2.3. Тематичний план.

№ п/п	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)									
		Денна форма навчання					Заочна форма навчання				
		Усього	Лекції	Практ. заняття	Лабор. заняття	СРС	Усього	Лекції	Практ. заняття	Лабор. заняття	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Модуль №1 «Напівпровідникові структури в напівпровідникових приладах»											
1.1	Основні засади, на яких ґрунтуються положення дисципліни. Електричний струм та рівняння неперервності.	1 семестр					1 семестр				
		7	2	2	-	3	8	2	-	-	6
1.2	Класифікація напівпровідникових приладів.	7	2	2	-	3	6	-	-	-	6
1.3	Потенціальний бар'єр в р-п-переході.	7	2	-	2	3	10	2	-	-	8
1.4	Тунельний ефект.	7	2	-	2	3	8	-	-	-	8
1.5	Біполярні транзистори.	11	2	2	2	5	8	-	-	-	8
1.6	Багат шарові структури з електронно-дірковими областями.	7	2	-	2	3	10	2	-	-	8
1.7	Напівпровідникові структури польових транзисторів.	11	2	2	-	5	10	2	-	-	8
1.8	Модульна контрольна робота №1	8	2	-	-	6	-	-	-	-	-
Усього за модулем №1		65	16	10	8	31	60	8	-	-	52
Модуль №2 «Напівпровідникові прилади»											
2.1	Біполярні транзистори.	1 семестр					2 семестр				
		7	2	2	-	3	15	-	2	2	11
2.2	Параметри біполярних транзисторів.	7	2	2	-	3	11	-	-	-	11
2.3	Робота біполярного транзистора у динамічному режимі.	16	2	2	2	6	15	-	2	2	11
2.4	Різновиди біполярних транзисторів.	3	2	-	-	1	11	-	-	-	11
2.5	Польові транзистори.	11	2	2	2	5	13	-	2	-	11
2.6	Динамічний режим роботи польових транзисторів.	16	2	2	2	6	10	-	-	-	10
2.7	Тиристори.	11	2	2	2	5	12	-	2	-	10
2.8	Оптоелектронні напівпровідникові прилади.	13	2	2	1	6	10	-	-	-	10
2.9	Домашнє завдання.	8	-	-	-	8	-	-	-	-	-
2.10	Контрольна (домашня) робота.	-	-	-	-	-	8	-	-	-	8
2.11	Модульна контрольна робота №2	8	2	-	-	6	-	-	-	-	-
Усього за модулем №2		100	18	24	9	49	105	-	8	4	93
Усього за навчальною дисципліною		165	34	34	17	80	165	8	8	4	145

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Основи напівпровідникових матеріалів та приладів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор. 9 з 12	

2.4. Домашнє завдання.

Домашнє завдання (ДЗ) виконуються в першому семестрі, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь студентів і є важливим етапом у засвоєнні навчального матеріалу, що викладається у даному семестрі.

Домашнє завдання виконується на основі навчального матеріалу, винесеного на самостійне опрацювання студентами, і є складовою модуля №2 "Напівпровідникові прилади".

Конкретна мета завдання міститься, в залежності від варіанту завдання, у вивченні та засвоєнні основ роботи напівпровідникової техніки на основі напівпровідникових структур (біполярних та польових транзисторів, тиристорів, діодів).

Виконання, оформлення та захист домашнього завдання здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання домашнього завдання – до 8 годин самостійної роботи.

2.5. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН)


Контрольна (домашня) робота з дисципліни виконується у другому семестрі, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь студента при вивченні дисципліни.

Теми рефератів та завдання для виконання практичної частини контрольної (домашньої) роботи здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій, розроблених провідними викладачами кафедри.

Час, потрібний для виконання контрольної складає 8 годин самостійної роботи.

2.6. Підготовка до екзамену.

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену, розробляються провідними викладачами, затверджуються протоколом засідання кафедри та доводяться до відома студентів.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Основи напівпровідникових матеріалів та приладів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор. 10 з 12	

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

Для успішного засвоєння матеріалу лекційні заняття рекомендується проводити з використанням мультимедійного обладнання. Лабораторні заняття необхідно проводити малими групами для більш повного сприйняття і засвоєння практичного матеріалу.

3.2. Рекомендована література.

Базова література

3.2.1. Москалюк В. О. Фізика електронних процесів. Динамічні процеси. – К.: Політехніка, 2004.

3.2.2. Царенко О.М. Основи фізики напівпровідників і напівпровідникових приладів: навчальний посібник. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. – 243 с.

3.2.4. Журавльова Л. В. Електроматеріалознавство : [підруч.] / Л. В. Журавльова, В. М. Бондар. – К. : Грамота, 2006. – 312 с.

3.2.5. Малахов В.П. Схемотехніка аналогових пристроїв: Учебник. – Одеса : Астропринт, 2000. – 212 с.

3.2.6. Колесов С. Н. Электроматериаловедение (Электротехнические материалы) : [учебник для студ. электротехн. и электромех. спец. вузов] / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. – Днепропетровск. : Лира ЛТД, 2007. – 476 с.

3.2.7. James M. Fiore. Semiconductor Devices: Theory and Application. Version 1.1.2, Mohawk Valley Community College, N.Y., 19 August 2019. - 407 p.

3.2.8. ROBERT BOYLESTAD, LOUIS NASHESKY. ELECTRONIC DEVICES AND CIRCUIT THEORY. 11-th ed., PEARSON, New Jersey. - 906 p.

Допоміжна література

3.2.9. Москатов Е. А. Электронная техника. – К: Таганрог, 2004. – 121 с.

3.2.10. Закалик Л.І., Ткачук Р.А. Основи мікроелектроніки. – Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя, 1998. – 352 с.

3.2.11. Федосеева Е.О., Федосеева Г.П. «Основы электроники и микроэлектроники»: Учебник. – М.: Искусство, 1990. – 240 с

3.2.12. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. – М.: Высшая школа 1987. – 433 с.

3.2.13. Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. – М.: Энергия, 1987. – 672 с.


3.2.14. Тугов Н.М., Грабов Б.А., Чарыков Н.А. Полупроводниковые приборы. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.

3.2.15. Евецкий В.Л., Никонов В.Ф. Электронные приборы и основы микроэлектроники: Основы микроэлектроники / Ч.П: Конспект лекций. – Киев: КВИРТУ ПВО, 1988. – 280с.

3.2.16. Справочник по расчету электронных схем. Б.С. Гершунский. – Киев: Вища школа. Изд-во при Киев. ун-те, 1983. – 240с.

3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті

3.3.1 Методичні розробки кафедри (в електронному вигляді).

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Основи напівпровідникових матеріалів та приладів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор. 11 з 12	

4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ.

4.1. Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
	Модуль №1 «Напівпровідникові структури в напівпровідникових приладах»	
Виконання та захист лабораторних робіт	36×4 = 12	-
Виконання завдань на практичних заняттях	106 (сумарна)	-
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i>	<i>13 балів</i>	-
Виконання модульної контрольної роботи №1	10	-
Усього за модулем №1	32	-
	Модуль №2 «Напівпровідникові прилади»	
Виконання та захист лабораторних робіт	36×5 = 15	106×2=20
Виконання завдань на практичних заняттях	106 (сумарна)	206 (сумарна)
Виконання та захист ДЗ	13	-
Виконання та захист контрольної роботи	-	20
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше</i>	<i>23 бали</i>	-
Виконання модульної контрольної роботи №2	10	-
Усього за модулем №2	48	40
Семестровий екзамен	20	40
Усього за дисципліною	100	


4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку.

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Сума підсумкової семестрової модульної та екзаменаційної рейтингових оцінок, у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS

4.5. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.6. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Основи напівпровідникових матеріалів та приладів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор. 12 з 12	

(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміни	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				