

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



І. Мачалін

«26» 10 2020 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи



«28» 10 2020 р.



Система менеджменту якості

**РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни**

**«Основи комп'ютерних технологій проектування електронних
схем»**

Галузь знань: 17 «Електроніка і телекомунікації»
Спеціальність: 171 «Електроніка»
Освітньо-професійні програми: «Електронні системи»

Форма навчання	Сем.	Усього (годин/кредитів ECTS)	ЛКЦ	ПР. З.	Л.З	СРС	К.р	Форма сем. контролю
Денна:	7	180/6,0	45	30	15	90	-	екзамен 7с
Заочна	7,8	180/6,0	10	6	2	162	КР-8с	екзамен 8с

Індекс: НБ-2-171-1/19-1.19
НБ-2-171 -13/19-1.19

СМЯ НАУ РП 22.02-01-2020



Робочу програму навчальної дисципліни «Основи комп'ютерних технологій проектування електронних схем» розроблено на основі освітньої програми та навчальних планів №НБ-2-171-1/19, №НБ-2-171-1з/19 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 171 «Електроніка», освітньо-професійною програмою «Електронні системи» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробили:

професор кафедри електроніки,
робототехніки і технологій моніторингу
та інтернету речей _____

В. Уланський

старший викладач кафедри електроніки,
робототехніки і технологій моніторингу
та інтернету речей _____

Н. Бурцева

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри спеціальності 171 «Електроніка» (освітньо-професійні програми «Електронні системи») –кафедри електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей, протокол № 16 від «19» 10 2020 р.

Завідувач кафедри електроніки,
робототехніки і технологій моніторингу
та інтернету речей _____

В. Шутко

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій, протокол № 3 від «26» 10 2020 р.


Голова НМРР _____

О. Голубничий

Рівень документа – 3б


Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Контрольний примірник

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Основи комп'ютерних технологій проектування електронних схем»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2020
		стор.3 з 12	

ЗМІСТ

	сторінка
Вступ	4
1. Пояснювальна записка	4
1.1 Заплановані результати	4
1.2. Програма навчальної дисципліни	4
2. Зміст навчальної дисципліни	8
2.1. Структура навчальної дисципліни (тематичний план)	8
2.2. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН)	9
2.3. Підготовка до екзамену	10
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 комп'ютерних технологій проектування електронних схем»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2020
		стор.4 з 12	

ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Основи комп'ютерних технологій проектування електронних схем» розробляється на основі «Методичних рекомендацій до розроблення та оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених розпорядженнями № 071/роз. від 10.07.2019 р., № 088/роз. від 16.10.2019 р. та відповідних нормативних документів.

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Заплановані результати.

Місце даної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця: дана навчальна дисципліна є теоретичною основою сукупності знань та вмінь, що формують профіль фахівця в області сучасних технологій та комп'ютерних програм проектування електронних схем.

Метою викладання дисципліни є розкриття сучасних наукових концепцій, понять, методів та технологій комп'ютерного моделювання та проектування електронних схем у субмікронній та нанометровій області.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- вивчення основ теорії короткоканальних МОН транзисторів;
- оволодіння технологіями та програмами комп'ютерного моделювання та проектування МОН-транзисторів у глибокій субмікронній та нанометровій області;
- оволодіння програмами комп'ютерного моделювання та проектування електронних схемна МОН-транзисторах.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути такі фахові **компетентності**:

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

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

3. Здатність інтегрувати знання фундаментальних розділів фізики та хімії для розуміння процесів твердотільної, функціональної та енергетичної електроніки, електротехніки.


4. Здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на ефективність та результати інженерної діяльності в галузі електроніки.

5. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові й технічні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, навички роботи з комп'ютерними мережами, базами даних та Інтернет ресурсами для вирішення інженерних задач в галузі електроніки.

6. Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у приладах, пристроях та системах електроніки за допомогою аналітичних методів, засобів моделювання, дослідних зразків та результатів експериментальних досліджень.

7. Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструкцій пристроїв та систем електроніки.

8. Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації електронних приладів, пристроїв та систем.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Основи комп'ютерних технологій проектування електронних схем»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2020
		стор.5 з 12	

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

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

Міждисциплінарні зв'язки.

Навчальна дисципліна «Основи комп'ютерних технологій проектування електронних схем»

базується на таких дисциплінах, як: «Вища математика», «Фізика», «Теорія електричних кіл», «Основи цифрових систем», «Основи аналогової електроніки»; «Основи математичного моделювання процесів в електронних пристроях»;

є базою таких дисциплін як: «Електронні системи», «Основи конструювання електронних пристроїв».

1.2. Програма навчальної дисципліни.

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

- навчального модуля №1 «Теорія, моделювання та комп'ютерне проектування короткоканальних МОН-транзисторів»;

- навчального модуля №2 «Моделювання та комп'ютерне проектування електронних схем на короткоканальних МОН-транзисторах»,

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

Модуль № 1 «Теорія, моделювання та комп'ютерне проектування короткоканальних МОН-транзисторів»

Тема 1. Цілі і зміст курсу.

Місце дисципліни в системі підготовки фахівця в галузі електроніки. Зв'язок даної дисципліни з такими дисциплінами як основи напівпровідникових матеріалів та приладів, основи цифрових систем, основи аналогової електроніки, основи математичного моделювання процесів в електронних пристроях. Аналіз тенденції зменшення розмірів сучасних МОН транзисторів. Причини збільшення частоти сучасних мікропроцесорів і мікроконтролерів.


Тема 2. Властивості кремнію. N - тип і P - тип кремнію. Металеві матеріали, які використовуються в інтегральних схемах.

Кремній - найбільш поширений з металоїдів. Властивості P - типу і N - типу кремнію. Аналіз металевих матеріалів, які використовуються в інтегральних схемах (до них, наприклад, відносяться алюміній, вольфрам, золото і мідь).

Тема 3. Перемикачі на N-канальному та P - каналному МОН - транзисторах. Топології N - каналного та P - каналного МОН - транзисторів.

МОН-транзистор як базовий елемент інтегральної схеми. Два типа МОН транзисторів в КМОН-технології. Перемикачі на N-канальному та P - каналному МОН – транзисторах. Аналіз послідовних етапів проектування N-канального і P- каналного МОН-транзисторів відповідно до правил і звичайної практики дизайну. Програмне забезпечення Microwind для проектування топології МОН - транзистора та моделювання його поведінки.

Тема 4. Характеристики перемикання N-канального та P-канального МОН-транзисторів. Порогова напруга. Ідеальний перемикач.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Основи комп'ютерних технологій проектування електронних схем»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2020
		стор.6 з 12	

Характеристики перемикань N-канального та P-канального МОН- транзисторів. Фізична сутність порогової напруги. Математичне рівняння для розрахунку порогової напруги. Робота та характеристика перемикань ідеального перемикача.

Тема 5. Особливості топології МОН-транзистора. Множинний контакт. Множинні вентиля. Особливості технологічного процесу виготовлення МОН - транзисторів.

Особливості топології МОН-транзистора. Аналіз причини, через які необхідно використовувати множинні контакти в інтегральних схемах. Приклади проектування МОН-транзисторів з множинними затворами. Особливості технологічного процесу виготовлення МОН-транзисторів.

Тема 6. Вступ у моделювання МОН-транзисторів. SPICE модель МОН-транзистора першого рівня.

Моделі МОН-транзисторів в залежності від заданих вихідних параметрів (технологічних, фізичних і електричних). Особливості моделювання МОН-транзисторів в глибокій субмікронній області за допомогою програмного забезпечення Microwind. SPICE параметри. Невідповідність між моделюванням та вимірюванням при використанні моделі першого рівня у глибокій субмікронній області.

Тема 7. SPICE модель МОН-транзистора третього рівня.

SPICE параметри. Залежність струму стоку транзистора від напруги. Залежність паразитних ємностей транзистора від напруги.

Тема 8. Модель МОН-транзистора BSIM4. Ефективна довжина та ширина каналу. Поверхневий потенціал та глибина переходу.

Модель МОН-транзистора BSIM4 – фізична модель транзистора, яка створена в результаті аналізу фізичних процесів, що протікають в приладі зі спрощеною геометрією, зі спрощеним розподілом легуючих домішок. Приклади фізичних моделей - BSIM3, BSIM4, EKV, HSPICE рівень 28. Застосування фізичних моделей у практиці схемотехнічного моделювання.

Тема 9. Ефекти вузького каналу. Зниження сток-індукованого бар'єру. Неоднорідне бічне легування в МОН-транзисторі. Рухливість носіїв в каналі. Рівняння струму “сток-джерело”. Температурні ефекти.

Паразитні ефекти при зменшенні довжини каналу МОН-транзистора. Зменшення порогової напруги при зниженні довжини каналу як суттєва перешкода на шляху скорочення розмірів МОН-транзисторів. Методи боротьби з ефектами короткого каналу. Зворотній ефект короткого каналу та метод його зменшення.


Тема 10. Конкретні МОН-пристрої. МОН транзистори з низьким витоком. МОН транзистори високої напруги. Пробой оксиду.

Нові види МОН-транзисторів, введені в глибоких субмікронних технологіях, починаючи з 0,18 мкм КМОН - технології. Їх особливі характеристики.

Модуль № 2 «Моделювання та комп'ютерне проектування електронних схем на короткоканальних МОН-транзисторах».

Тема 1. КМОН-інвертор. Розробка топології КМОН-інвертора. Моделювання КМОН-інвертора. Характеристики КМОН-інвертора.

Інвертор – найважливіший основний осередок логіки схемотехніки. Логічні поняття інвертора, реалізація його топології та моделювання. Конструкція КМОН інвертора. Використання програми MICROWIND для обчислення потужності споживання. Залежність від частоти. Залежність від напруги живлення. Мінімальна напруга живлення.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Основи комп'ютерних технологій проектування електронних схем»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2020
		стор.7 з 12	

Тема 2. Статичні характеристики. Залежність напруги комутації від топологічних розмірів інвертора.

Статична характеристика інвертора. Моделювання інвертора та моніторинг вихідної напруги. Вплив розмірів N-канального і P-канального МОН-пристроїв на точку комутації.

Тема 3. Інвертор з трьома станами.

Характеристики інвертора з трьома станами. Топологія інвертора з трьома станами. Особливості моделювання інвертора з трьома станами.

Тема 4. Конструкції та топології резисторів у МОН технології. Правила проектування.

Топології резистора в КМОН - технології. Матеріали для виготовлення резистора (полікремній, N-дифузія, P-дифузія). Залежність опору резистора від зміни літографії та технологічного процесу. Ширина та висота полікремнієвого резистора. Конструкції полікремнієвих резисторів.

Тема 5. Конструкція та топологія конденсатора у МОН технології. Правила проектування. Матеріали, які використовуються для створення конденсаторів.

Конструкція та принцип роботи МОН - конденсатора. Режими роботи залежно від прикладеної напруги між затвором і підложкою: акумулятивний; плоскої зони; виснаження; інверсії.

Тема 6. Конструкція та топологія спіральної котушки індуктивності у МОН технології.

Індуктор на чипі та його еквівалентна схема. Дослідження прямокутної конструкції індуктора. Аналіз параметрів топології індуктора. Вплив різних параметрів на добротність котушки індуктивності. Автоматична генерація індуктора в програмному забезпеченні MICROWIND.

Тема 7. Струмове дзеркало, ідентичність МОН-транзисторів, множник струму, крутизна прохідної характеристики МОН-транзисторів.

Струмове дзеркало як один з найкорисніших базових блоків в аналоговому дизайні. Умови ідентичності МОН-транзисторів. Схема та топологія множника струму. Обчислення крутизни прохідної характеристики МОН-транзисторів.

Тема 8. Схеми однокаскадних підсилювачів на МОН транзисторах. Розробка топології та моделювання.

Вимоги до малошумливих підсилювачів. Розрахунок коефіцієнта підсилення. Схеми та топології малошумливих підсилювачів. Моделювання підсилювачів у програмному забезпеченні MICROWIND.

Тема 9. Транзитна та гранична частота. Інвертор як підсилювач. Топологія та моделювання підсилювача на інверторі.

Визначення транзитної частоти. Розрахунок і моделювання транзитної частоти. Визначення граничної частоти. Розрахунок і моделювання граничної частоти. Топологія та моделювання підсилювача на інверторі.

Тема 10. Диференціальний підсилювач на МОН транзисторах. Розробка топології та моделювання.

Призначення диференціального підсилювача. Підсилювач де диференціальна пара побудована з NМОН - транзисторів, а струмове дзеркало з РМОН - транзисторів. Підсилювач де диференціальна пара побудована з РМОН - транзисторів, а струмове дзеркало з NМОН - транзисторів. Обчислення коефіцієнта підсилення.



2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Структура навчальної дисципліни.


№ 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 «Теорія, моделювання та комп'ютерне проектування короткоканальних МОН-транзисторів»											
1.1	Цілі і зміст курсу	7 семестр					7 семестр				
		3	2	-	-	1	8	-	-	-	8
1.2	Властивості кремнію. N- тип і P-тип кремнію. Металеві матеріали, які використовуються в інтегральних схемах	3	2	-	-	1	8	-	-	-	8
1.3	Перемикачі на N-канальному та P - каналному МОН - транзисторах. Топології N - канального та P - канального МОН - транзисторів	15	2	2	2	7	12	2	2	-	8
1.4	Характеристики перемикачів N-канального та P-канального МОН-транзисторів. Порогова напруга. Ідеальний перемикач	8	2	2	-	4	10	2	-	-	8
1.5	Особливості топології МОН-транзистора. Множинний контакт. Множинні вентиля. Особливості технологічного процесу виготовлення МОН - транзисторів	12	2	2	2	6	8	-	-	-	8
1.6	Вступ у моделювання МОН-транзисторів.SPICE модель МОН-транзистора першого рівня	4	2	-	-	2	10	2	-	-	8
1.7	SPICE модель МОН-транзистора третього рівня	8	2	2	-	4	8	-	-	-	8
1.8	Модель МОН-транзистора BSIM4. Ефективна довжина та ширина каналу. Поверхневий потенціал та глибина переходу	12	2	2	2	6	10	-	-	-	10
1.9	Ефекти вузького каналу. Зниження сток-індукованого бар'єру. Неоднорідне бічне легування в МОН-транзисторі. Рухливість носіїв в каналі. Рівняння струму “сток-джерело”. Температурні ефекти	8	2	2	-	4	8	-	-	-	8
1.10	Конкретні МОН-пристрої. МОН транзистори з низьким витоком.МОН транзистори високої напруги. Пробой оксиду	8	2	2	-	4	8	-	-	-	8
1.11	Модульна контрольна робота №1	7	2	-	-	5	-	-	-	-	-



Усього за модулем №1		88	22	14	8	44	90	6	2	-	82
Модуль №2 «Моделювання та комп'ютерне проектування електронних схем на короткоканальних МОН-транзисторах»											
2.1	КМОН-інвертор. Розробка топології КМОН-інвертора. Моделювання КМОН-інвертора. Характеристики КМОН-інвертора	7 семестр					8 семестр				
		7	2	2	-	3	6	-	-	-	6
2.2	Статичні характеристики. Залежність напруги комутації від топологічних розмірів інвертора	3	2	-	-	1	8	-	2	-	6
2.3	Інвертор з трьома станами	8	2	2	-	4	6	-	-	-	6
2.4	Конструкції та топології резисторів у МОН технології. Правила проектування	8	2	2	-	4	10	2	-	-	8
2.5	Конструкція та топологія конденсатора у МОН технології. Правила проектування. Матеріали, які використовуються для створення конденсаторів	12	2	2	2	6	10	-	2	-	8
2.6	Конструкція та топологія спіральної котушки індуктивності у МОН технології	12	2	2	2	6	10	2	-	-	8
2.7	Струмове дзеркало, ідентичність МОН-транзисторів, множник струму, крутизна прохідної характеристики МОН-транзисторів	3	2	-	-	1	6	-	-	-	6
2.8	Схеми однокаскадних підсилювачів на МОН транзисторах. Розробка топології та моделювання	12	2	2	2	6	10	-	-	2	8
2.9	Транзитна та гранична частота. Інвертор як підсилювач. Топологія та моделювання підсилювача на інверторі	8	2	2	-	4	8	-	-	-	8
2.10	Диференціальний підсилювач на МОН транзисторах. Розробка топології та моделювання	12	2 1	2	1	6	10	2	-	-	8
2.11	Контрольна (домашня) робота.	-	-	-	-	-	8	-	-	-	8
2.12	Модульна контрольна робота №2	7	2	-	-	5	-	-	-	-	-
Усього за модулем №2		92	23	16	7	46	90	4	4	2	80
Усього за навчальною дисципліною		180	45	30	15	90	180	10	6	2	162

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

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

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Основи комп'ютерних технологій проектування електронних схем»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2020
		стор.10 з 12	

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.

2.3. Підготовка до екзамену.

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

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

Для успішного засвоєння матеріалу лекційні заняття повинні проводитися з використанням мультимедійного обладнання. Лабораторні заняття необхідно проводити з розрахунку один студент на одному робочому місці для більш повного сприйняття та засвоєння практичного матеріалу по комп'ютерному проектуванню електронних схем.

3.2. Рекомендована література.

Базова література

3.2.1. Sicard E., Bendhia S.D. Basics of CMOS cell design. - New York: McGraw-Hill, 2007. - 427 p.

3.2.2. Sicard E., S. Bendhia S.D. Advanced CMOS cell design. – New York: McGraw-Hill, 2007. – 364 p.

3.2.3. Ланцов В. Н. Проектирование заказных интегральных схем на КМОП. – Владимир: ВГУ, 2009. – 224с.

Допоміжна література


3.2.4. Allen P.E., Holberg D.R. CMOS analog circuit design. - 3rd ed. - Oxford: Oxford University Press, 2011. - 757 p.

3.2.5. Baker R.J. CMOS: Circuit design, layout and simulation. - New York: Wiley, 2011. - 1087 p.

3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті

3.3.1 Allen P.E., Holberg D.R. CMOS analog circuit design. - Доступна на: <https://www.zuj.edu.jo/download/cmos-analog-circuit-design-pdf/>

3.3.2. Методичні розробки кафедри (в електронному вигляді).

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Основи комп'ютерних технологій проектування електронних схем»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2020
		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	
Виконання та захист лабораторних робіт	36×4 = 12	-
Виконання завдань на практичних заняттях	86 (сумарна)	106×1=10
<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	30	10
	Модуль №2	
Виконання та захист лабораторних робіт	36×4 = 12	106×1=10
Виконання завдань на практичних заняттях	86 (сумарна)	106×2=20
Виконання та захист контрольної роботи	-	20
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше</i>	<i>16 балів</i>	-
Виконання модульної контрольної роботи №2	10	-
Усього за модулем №2	30	50
Семестровий екзамен	40	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 комп'ютерних технологій проектування електронних схем»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2020
		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 зміну	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				