



Мікропроцесори та мікроконтролери

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування¹</i>
Спеціальність	<i>153 Мікро- та наносистемна техніка</i>
Освітня програма	<i>Мікро- та наноелектроніка (для бакалаврів і магістрів), Мікро- та наносистемна техніка (для PhD)</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів (150 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>д.т.н., доц., Татарчук Д.Д., dmitry.tatarchuk@gmail.com, м. 0971521861</i> Комп'ютерний практикум: <i>д.т.н., доц., Татарчук Д.Д., dmitry.tatarchuk@gmail.com, м. 0971521861</i>
Розміщення курсу	https://meet.google.com/lookup/bwvmcowog2?authuser=0&hs=179
Код курсу	<i>x3ngd7c</i>

¹ В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану.
Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Мета курсу:

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- організації автоматизованого робочого місця на базі персональної ЕОМ;
- використання засобів обчислювальної техніки та програмного забезпечення у професійній діяльності;
- кваліфікованого використання програмного забезпечення загального призначення;
- кваліфікованого використання програмного забезпечення професійного призначення;
- розробки архітектури, алгоритмів роботи та програмного забезпечення вбудованих систем на основі мікропроцесорів та мікроконтролерів.

Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна базується на курсах «Програмування та алгоритмічні мови», «Персональні комп'ютери та основи програмування».

Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Базові поняття.

Тема 1.1 Визначення і базові поняття

Тема 1.2 Класифікація мікроконтролерів

Тема 1.3 Логічні операції

Розділ 2. Будова мікропроцесорних систем.

Тема 2.1 Загальна структура мікропроцесорної системи

Тема 2.2 Запам'ятовуючі пристрої

Тема 2.3 Арифметико-логічний пристрій

Тема 2.4 Інтерфейси

Тема 2.5 Бездротові інтерфейси

Тема 2.6 Інтерфейс Ethernet

Тема 2.7 Тактові генератори

Тема 2.8 Коло скидання до початкового стану

Тема 2.9 Таймери

Тема 2.10 Контролер переривань

Тема 2.11 Порти введення-виведення

Тема 2.12 Аналогове введення-виведення

Розділ 3. Сімейство мікроконтролерів STM32

Тема 3.1 Загальні відомості

Тема 3.2 Засоби розробки для мікроконтролерів сімейства STM32

Тема 3.3 ЦПУ Cortex

Тема 3.4 Обробка переривань

Тема 3.5 Тактування контролерів STM32

Тема 3.6 Порти введення - виведення мікроконтролерів STM32

Тема 3.7 Зовнішні переривання мікроконтролерів STM32

Тема 3.8 АЦП мікроконтролерів STM32

Тема 3.9 Контролер DMA мікроконтролерів STM32

Тема 3.10 Годинник реального часу мікроконтролерів STM32

Тема 3.11 Таймери мікроконтролерів STM32

Тема 3.12 Резервні регістри мікроконтролерів STM32

Тема 3.13 Перерозподіл альтернативних функцій виводів у мікроконтролерах сімейства STM32

Тема 3.14 Бібліотека SPL

Тема 3.15 Бібліотека HAL

Тема 3.16 Бібліотека CMSIS

Тема 3.17 Шина I2C

Тема 3.18 Шина USB

Тема 3.19 Система команд THUMB

Тема 3.20 Регістрова модель THUMB

2. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Беклемишев Д. Н., Орлов А. Н., Переверзев А. Л., Попов М. Г., Горячев А. В., Кононова А. И. Микропроцессорные средства и системы: курс лекций / Под ред. Ю. В. Савченко. — М.: МИЭТ, 2013. — 288 с.: ил. ISBN 978-5-7256-0723-9.
2. Колонтаєвський Ю. П. Конспект лекцій з дисципліни «Мікро-процесорна техніка» (для студентів, які навчаються за напрямом 6.050701 – Електротехніка та електротехнології всіх форм навчання) / Ю. П. Колонтаєвський; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 78 с.
3. Гук М. Интерфейсы ПК: справочник – СПб: Питер Ком, 1999. – 416 с
4. Мікропроцесорна техніка [Текст]: навч. посібник/В.В. Ткачов, Г. Грулер, Н. Нойбергер та ін. – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 188 с. ISBN 978-966-350-359-2
5. М. Предко Руководство по микроконтроллерам. Том 1., Москва: Постмаркет, 2001., 416 с.
6. UM1718 User manual STM32CubeMX for STM32 configuration and initialization C code generation, STMicroelectronics? 2019. — 361 с.: ил.
7. Торгаев С.Н. Практическое руководство по программированию STM микроконтроллеров: учебное пособие/С.Н. Торгаев, М.В. Тригуб, И.С. Мусоров, Д.С. Чертихина; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 111 с.

Допоміжна література:

1. М. Лукин Стандарты беспроводной связи / Лукин М. // СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА. – 2005. – № 1, с. 10-12.

Інформаційні ресурси:

1. Сайт кафедри мікроелектроніки. Розділ електронна бібліотека: <http://me.kpi.ua/index.php?id=61>
2. <http://www.avislab.com/blog/>
3. <http://www.avislab.com/blog/>

Навчальний контент

3. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття:

Лекція №1

Вступ до курсу

Тема 1.1 Визначення і базові поняття

Тема 1.2 Класифікація мікроконтролерів

Лекція №2

Тема 2.1 Загальна структура мікропроцесорної системи

Тема 2.2 Запам'ятовуючі пристрої

Лекція №3

Тема 2.3 Арифметико-логічний пристрій

Тема 2.4 Інтерфейси

Лекція №4

Тема 2.5 Бездротові інтерфейси

Тема 2.6 Інтерфейс Ethernet

Лекція №5

Тема 2.7 Тактові генератори

Тема 2.8 Коло скидання до початкового стану

Лекція №6

Тема 2.9 Таймери

Лекція №7

Тема 2.10 Контролер переривань

Лекція №8

Тема 2.11 Порти введення-виведення

Тема 2.12 Аналогове введення-виведення

Лекція №9

МКР-1

Лекція №10

Тема 3.1 Загальні відомості

Тема 3.2 Засоби розробки для мікроконтролерів сімейства STM32

Лекція №11

Тема 3.3 ЦПУ Cortex

Лекція №12

Тема 3.4 Обробка переривань

Тема 3.5 Тактування контролерів STM32

Лекція №13

Тема 3.6 Порти введення - виведення мікроконтролерів STM32

Тема 3.7 Зовнішні переривання мікроконтролерів STM32

Лекція №14

Тема 3.8 АЦП мікроконтролерів STM32

Лекція №15

Тема 3.9 Контролер DMA мікроконтролерів STM32

Тема 3.10 Годинник реального часу мікроконтролерів STM32

Тема 3.11 Таймери мікроконтролерів STM32

Лекція №16

Тема 3.12 Резервні регістри мікроконтролерів STM32

Тема 3.13 Перерозподіл альтернативних функцій виводів у мікроконтролерах сімейства STM32

Лекція №17

МКР-2

Лекція №18

Залік

Лабораторні заняття:

Заняття №1

Вивчення засобів розробки програмного забезпечення мікроконтролерів.

Заняття №2

Вивчення засобів розробки програмного забезпечення мікроконтролерів (продовження).

Заняття №3

Робота з портами введення-виведення.

Заняття №4

Використання переривань таймеру.

Заняття №5

Використання переривань таймеру (продовження).

Заняття №6

Використання зовнішніх переривань.
Заняття №7
Використання таймерів в режимі ШІМ.
Заняття №8
Захист ДКР
Заняття №9
Захист робіт.

Практичні заняття:

Заняття №1
Установка і налагодження засобів розробки програмного забезпечення мікроконтролерів.
Заняття №2
Установка і налагодження засобів розробки програмного забезпечення мікроконтролерів(продовження).
Заняття №3
Створення проекту та робота з ним.
Заняття №4
Логічні операції.
Заняття №5
Захист ДКР.
Заняття №6
Захист ДКР.
Заняття №7
Захист ДКР.
Заняття №8
Підготовка до заліку.
Заняття №9
Підготовка до заліку.

4. Самостійна робота студента/аспіранта

На самостійну роботу винесено вивчення наступного теоретичного матеріалу:

Тема 3.14 Бібліотека SPL

Тема 3.15 Бібліотека HAL

Тема 3.16 Бібліотека CMSIS

Тема 3.17 Шина I2C

Тема 3.18 Шина USB

Тема 3.19 Система команд THUMB

Тема 3.20 Регістрова модель THUMB

Також у якості самостійної роботи студентів передбачено виконання ДКР

Політика та контроль

5. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування всіх видів занять є обов'язковим.

Виконання всіх завдань є обов'язковою умовою допуску до заліку.

Перед лабораторними роботами необхідно попередньо ознайомитись з завданням на дане заняття. Завдання повинне бути виконане і показане викладачеві згідно розкладу. В противному випадку знімаються рейтингові бали згідно вимог PCO.

Захист лабораторних робіт може здійснюватися на протязі всього семестру. На захист лабораторної роботи повинен бути оформлений протокол виконаної роботи. Протокол оформлюється за загальними правилами університету і повинен містити титульний аркуш, завдання і код програми. Процедура захисту складається з відповідей на запитання викладача

за темою роботи. За неправильні відповіді або неправильне оформлення протоколу оцінка знижується згідно вимог РСО. За умови неправильної відповіді більш ніж на третину запитань захист не зараховується.

Домашня контрольна робота також повинна бути захищена. На захист повинна бути пред'явлена виконана робота в електронному та друкованому варіантах. Друкований варіант повинен бути оформлений згідно вимог університету і повинен містити титульний аркуш, завдання, програмний код. Процедура захисту складається з відповідей на запитання викладача за темою роботи. За неправильні відповіді або неправильне оформлення роботи оцінка знижується згідно вимог РСО. За умови неправильної відповіді більш ніж на третину запитань захист не зараховується.

6. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

1. Своєчасне виконання лабораторних робіт

Ваговий бал 2. Максимальна кількість балів $2 \times 5 = 10$. Бали нараховуються в разі своєчасного правильного виконання завдань передбачених лабораторними роботами. За не своєчасне виконання завдань бали не проставляються.

2. Захист лабораторних робіт

Ваговий бал 4. Максимальна кількість балів $3 \times 5 = 15$. Бали нараховуються за результатами захисту робіт. Захист полягає у відповіді на 3-запитання викладача. За правильну відповідь на запитання нараховується 1 бал. За неправильну відповідь бали не нараховуються. Якщо не зараховано два або більше запитань захист не зараховується. В цьому разі студент повинен підготуватися і прийти на повторний захист.

3. Модульні контрольні роботи. Ваговий бал 25. Максимальна кількість балів $2 \times 25 = 50$.

4. Домашня контрольна робота. Ваговий бал 25. Максимальна кількість балів $1 \times 25 = 25$.

Студенти, які набрали протягом семестру необхідну для позитивної оцінки кількість балів мають можливість:

- не складати залік, а отримати оцінку „ автоматом ” відповідно до набраного рейтингу з дисципліни;

- складати залік з метою підвищення оцінки.

У разі отримання на заліку оцінки нижчої, ніж за рейтингом, за студентом не зберігається оцінка отримана „ автоматом ”.

Студенти, семестровий рейтинг яких відповідає оцінці „ незадовільно ”, зобов'язані складати залік.

Студенти, які за семестровим рейтингом не допущені до заліку з цієї дисципліни, зобов'язані підвищити його до початку екзаменаційної сесії до рівня не менше 60%.

Залікова оцінка визначається за сумою набраних на заліку рейтингових балів відповідно до системи розрахунку шкали рейтингу (таблиця 2).

Умови позитивної першої атестації: студент повинен набрати не менше 20% балів від максимального сумарного рейтингу протягом семестру.

Умови позитивної другої атестації: студент повинен набрати не менше 40% балів від максимального сумарного рейтингу протягом.

Таблиця 2.

Система рейтингових (вагових) балів

№ п/п	Заняття, що підлягають рейтинговій оцінці	Загальна кількість	Макс. бал	Число балів на відмінно
1.	Лабораторні роботи: своєчасне виконання захист	5	2	10
		5	3	15
2.	Модульна контрольна робота 1	1	25	25
3.	Модульна контрольна робота 2	1	25	25
4.	ДКР	1	25	25
5.	Рейтинг за курс, R			100

Система розрахунку шкали рейтингу

Бали	Екзаменаційна оцінка
95–100	відмінно
85–94	дуже добре
75–84	добре
65–74	задовільно
60–64	достатньо
Менше 60	незадовільно
$R_C < 20$	не допущено

7. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік запитань для семестрового контролю.

1. Наведіть структурну схему системи обробки інформації.
2. Дайте визначення поняття «мікропроцесорна система».
3. Дайте визначення поняття «мікропроцесор».
4. Чим мікроконтролер відрізняється від мікропроцесора?
5. Дайте визначення поняття «інтерфейс».
6. Дайте визначення поняття «архітектура процесора».
7. Дайте визначення поняття «регістр процесора».
8. Наведіть складові реєстрової моделі.
9. Які функції виконують реєстри загального призначення?
10. Які функції виконують службові реєстри?
11. Що являє собою реєстровий пристрій?
12. Наведіть типовий склад службових реєстрів.
13. Опишіть загальний алгоритм роботи мікропроцесорної системи.
14. Наведіть узагальнену структурну схему сучасного мікроконтролера.
15. Перелічіть ознаки, за якими можна класифікувати мікроконтролери.
16. Наведіть класифікацію мікроконтролерів за розрядністю шини даних.
17. Наведіть класифікацію мікроконтролерів за функціональним призначенням.
18. Наведіть класифікацію мікроконтролерів за типом архітектури.
19. У чому полягає основна ідея CISC архітектури?
20. У чому полягає основна ідея RISC архітектури?
21. Що представляє собою ARM архітектура?
22. Наведіть класифікацію мікроконтролерів за типом роботи з пам'яттю.
23. Опишіть суть принстонського типу роботи з пам'яттю.
24. Опишіть суть гарвардського типу роботи з пам'яттю.
25. У чому перевага гарвардського типу роботи з пам'яттю, порівняно із принстонським?
26. Назвіть ознаки, за якими мікроконтролери відносять до різних сімейств.
27. Назвіть основні принципи побудови мікропроцесорних систем.
28. Що означає модульний принцип?
29. Що означає магістральний принцип?
30. Дайте визначення поняття «часове мультиплексування».
31. Дайте визначення поняття «системна шина».
32. На які групи розділяється інформаційний потік?
33. Перелічіть шини нижнього рівня, з яких складається системна шина.
34. Назвіть характерні особливості CISC-мікропроцесорів.
35. Назвіть характерні особливості RISC-мікропроцесорів.
36. Наведіть структурну схему мікропроцесорної системи з принстонським типом доступу до пам'яті.
37. Перелічіть основні недоліки архітектури принстонського типу.
38. Наведіть структурну схему мікропроцесорної системи з гарвардським типом доступу до пам'яті.
39. Перелічіть основні недоліки архітектури гарвардського типу.
40. Дайте визначення поняття «запам'ятовуючий пристрій».
41. Дайте визначення поняття «інформаційна ємність запам'ятовуючого пристрою».
42. Поясніть термін «організація запам'ятовуючого пристрою».
43. Опишіть принцип роботи статичного запам'ятовуючого пристрою.

44. *Опишіть принцип роботи динамічного запам'ятовуючого пристрою.*
45. *Що представляє собою масковий запам'ятовуючий пристрій?*
46. *Опишіть принцип дії PROM пам'яті.*
47. *Опишіть принцип дії EPROM пам'яті.*
48. *Опишіть принцип дії EEPROM пам'яті.*
49. *Що таке Flash пам'ять?*
50. *Назвіть функції, які виконує арифметико-логічний пристрій.*
51. *Наведіть структурну схему арифметико-логічного пристрою.*
52. *Назвіть групи, на які поділяють операції виконувані арифметико-логічним пристроєм.*
53. *Наведіть класифікацію арифметико-логічних пристроїв за способом дії над операндами.*
54. *Назвіть групи, на які поділяють арифметико-логічні пристрої за способом представлення чисел.*
55. *Наведіть класифікацію арифметико-логічних пристроїв за характером використання елементів і вузлів.*
56. *Перелічіть рівні, на які поділяють процес обміну інформацією.*
57. *Назвіть функції прикладного рівня.*
58. *Назвіть функції представницького рівня.*
59. *Назвіть функції сеансового рівня.*
60. *Назвіть функції транспортного рівня.*
61. *Назвіть функції мережевого рівня.*
62. *Назвіть функції каналного рівня.*
63. *Назвіть функції фізичного рівня.*
64. *Наведіть класифікацію інтерфейсів за способом передачі даних.*
65. *Чим відрізняються послідовні інтерфейси від паралельних?*
66. *Чим відрізняються синхронні інтерфейси від асинхронних?*
67. *Дайте визначення послідовного периферійного інтерфейсу.*
68. *Перелічіть цифрові сигнали, які використовують в SPI.*
69. *Опишіть схеми підключення послідовних периферійних інтерфейсів.*
70. *Намалюйте схему обміну даними при використанні послідовних периферійних інтерфейсів.*
71. *Опишіть режими роботи послідовних периферійних інтерфейсів. Поясніть відмінності між ними.*
72. *Назвіть переваги та недоліки послідовних периферійних інтерфейсів.*
73. *Дайте визначення паралельного периферійного інтерфейсу.*
74. *Назвіть переваги і недоліки паралельного периферійного інтерфейсу.*
75. *Намалюйте схему підключення паралельних периферійних інтерфейсів.*
76. *Що являє собою послідовна асиметрична шина?*
77. *Намалюйте схему підключення до послідовної асиметричної шини.*
78. *Назвіть керуючі сигнали, які використовують при передаванні даних за допомогою послідовної асиметричної шини.*
79. *Наведіть структуру пакету при передаванні даних за допомогою послідовної асиметричної шини?*
80. *Назвіть переваги та недоліки послідовної асиметричної шини.*
81. *Що являє собою асинхронний послідовний інтерфейс RS-232?*
82. *Перелічіть режими роботи, які підтримує асинхронний послідовний інтерфейс RS-232.*

83. *Опишіть структуру повідомлення асинхронного послідовного інтерфейсу RS-232.*
84. *Що являє собою асинхронний послідовний інтерфейс RS-422?*
85. *Що являє собою асинхронний послідовний інтерфейс RS-485?*
86. *Намалюйте схему з'єднання двох пристроїв RS-422.*
87. *Намалюйте схему з'єднання кількох пристроїв RS-422 у спільну мережу.*
88. *Що являє собою лінія RS-422?*
89. *Перелічіть варіанти використання інтерфейсу RS-485.*
90. *Назвіть недоліки і переваги чотирипровідної схеми підключення інтерфейсу RS-485.*
91. *Назвіть недоліки і переваги двопровідної схеми підключення інтерфейсу RS-485.*
92. *Що являє собою синхронний інтерфейс CAN?*
93. *Опишіть структуру повідомлень при використанні синхронного інтерфейсу CAN.*
94. *Назвіть типи повідомлень, які використовують при передаванні інформації за допомогою синхронного інтерфейсу CAN.*
95. *Що являє собою CAN-мережа?*
96. *Що являє собою інтерфейс USB?*
97. *Перелічіть сигнали, які використовує інтерфейс USB.*
98. *Намалюйте принципову схему з'єднання USB-пристроїв.*
99. *Наведіть класифікацію бездротових мереж за територіальною ознакою.*
100. *Наведіть характеристики стандарту 802.11a.*
101. *Наведіть характеристики стандарту 802.11b.*
102. *Наведіть характеристики стандарту 802.11g.*
103. *Наведіть характеристики стандарту 802.11i.*
104. *Наведіть характеристики стандарту 802.11n.*
105. *Наведіть характеристики стандарту 802.11r.*
106. *Опишіть формат кадру у сімействі стандартів 802.11.*
107. *Наведіть характеристики стандарту 802.16.*
108. *Наведіть характеристики стандарту 802.15.1*
109. *Наведіть характеристики стандарту 802.15.3.*
110. *Наведіть характеристики технології Ultra Wideband.*
111. *Наведіть характеристики стандарту 802.15.4.*
112. *Намалюйте схему підключення кварцового резонатора у якості тактового генератора.*
113. *Намалюйте схему підключення RC-генератора у якості тактового генератора.*
114. *Намалюйте схему підключення кола скидання до початкового стану.*
115. *Намалюйте структурну схему таймера мікропроцесора.*
116. *У які способи може бути використаний таймер мікропроцесора?*
117. *Що таке широтно-імпульсна модуляція?*
118. *Намалюйте структурну схему пристрою широтно-імпульсної модуляції.*
119. *Намалюйте структурну схему сторожового таймеру.*
120. *Що таке контролер переривань?*
121. *Перелічіть функції контролера переривань.*
122. *Що таке компаратор? Опишіть принцип його дії.*
123. *Що таке АЦП?*
124. *Перелічіть типи АЦП.*
125. *Назвіть основні характеристики АЦП.*
126. *Що таке ЦАП?*
127. *Наведіть схему простого ЦАП.*

128. *Перелічіть основні профілі сімейства ARM Cortex.*
129. *Опишіть склад ядра Cortex-M3.*
130. *Назвіть можливості ядра Cortex-M3.*
131. *Що таке контролер векторизованих вкладених переривань?*
132. *Дайте визначення поняття «вектор переривання».*
133. *Перелічіть блоки, які відповідають за безпеку роботи мікроконтролера STM32.*
134. *Опишіть групи мікроконтролерів сімейства STM32.*
135. *Назвіть основні засоби розробки програмного забезпечення для STM32.*
136. *Опишіть налагоджувальні плати на основі STM32.*
137. *Перелічіть режими роботи, які підтримує ЦПП Cortex.*
138. *Назвіть режими адресації, які підтримує ЦПП Cortex.*
139. *Опишіть архітектуру, за якою побудований процесор Cortex-M3.*
140. *Назвіть особливості контролера векторизованих вкладених переривань ядра Cortex-M3.*
141. *Опишіть алгоритм роботи контролера векторизованих вкладених переривань ядра Cortex-M3.*
142. *Опишіть методи обробки запитів на переривання, які підтримує контролер векторизованих вкладених переривань ядра Cortex-M3.*
143. *Перелічіть дії, які необхідно виконати, щоб включити в роботу контролер векторизованих вкладених переривань ядра Cortex-M3.*
144. *Опишіть розподіл полів пріоритету переривань ядра Cortex-M3 на групи і підгрупи.*
145. *Порівняйте джерела тактування, які мають мікроконтролери сімейства STM32.*
146. *Назвіть функції модуля PLL у мікроконтролерах сімейства STM32.*
147. *Яким чином можна забезпечити тактування зовнішніх пристроїв при роботі з мікроконтролерами сімейства STM32?*
148. *Опишіть порти введення-виведення мікроконтролерів сімейства STM32.*
149. *Наведіть характеристики АЦП, які використовують у мікроконтролерах сімейства STM32.*
150. *Намалюйте рекомендовану схему підключення опорної напруги і напруги живлення внутрішніх АЦП мікроконтролерів сімейства STM32.*
151. *Намалюйте спрощену схему підключення опорної напруги і напруги живлення внутрішніх АЦП мікроконтролерів сімейства STM32.*
152. *Опишіть режими, у яких можуть працювати внутрішні АЦП мікроконтролерів сімейства STM32.*
153. *Наведіть відмінності регулярних та інжекттованих каналів внутрішніх АЦП мікроконтролерів сімейства STM32.*
154. *Для чого використовують контролер DMA?*
155. *Назвіть переваги і недоліки використання контролера DMA.*
156. *Перелічіть типи таймерів, які підтримують мікроконтролери сімейства STM32. Чим вони відрізняються?*
157. *Як можна вимірювати довжину імпульсу за допомогою таймера?*
158. *Як за допомогою таймера реалізувати функцію захоплення вхідного сигналу?*
159. *Як за допомогою таймера сформувати ШІМ сигнал?*
160. *Назвіть функції годинника реального часу.*
161. *Опишіть реалізацію годинника реального часу у мікроконтролерах сімейства STM32.*
162. *Для чого використовують резервні регістри мікроконтролерів сімейства STM32?*
163. *Що таке альтернативний функціонал?*

164. Для чого використовують альтернативний функціонал?

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри мікроелектроніки, д.т.н., доц., Татарчуком Д.Д.

Ухвалено кафедрою _____ (протокол № __ від _____)

Погоджено Методичною комісією факультету² (протокол № __ від _____)

² Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.