

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
З ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ З ДИСЦИПЛІНИ
«ЕЛЕКТРОННІ ПРИСТРОЇ АВТОМАТИКИ»
ЗА ОСВІТНІМ РІВНЕМ «БАКАЛАВР» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ
«151 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Затверджено на засіданні кафедри
Комп'ютерно-інтегрованих технологій
та автоматизації.
Протокол № 2 від 22.11.18

Методичні вказівки з організації самостійної роботи студентів з дисципліни «Електронні пристрої автоматики» за освітнім рівнем «Бакалавр» для студентів спеціальності «151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Укл. О.П. Мисов, М.О. Савченко. – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2019. – 13 с.

Укладачі: О.П. Мисов, канд. техн. наук;
М.О. Савченко, канд. техн. наук

Відповідальний за випуск О.П. Мисов, канд. техн. наук

Навчальне видання

Методичні вказівки з організації самостійної роботи студентів з дисципліни «Електронні пристрої автоматики» за освітнім рівнем «Бакалавр» для студентів спеціальності «151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Укладачі: МИСОВ Олег Петрович
САВЧЕНКО Марія Олегівна

Технічний редактор Кіжло Т.М.
Комп'ютерна верстка Кіжло Т.М.

Підписано до друку 16.04.19. Формат 60×841/16. Папір ксерокс. Друк різнограф.
Умов. друк. арк. 0,59. Обл.-вид. арк. 0,61. Тираж 100 прим. Зам. № 203.
Свідоцтво ДК № 5026 від 16.12.2015

ДВНЗ УДХТУ, просп. Гагаріна, 8, м. Дніпро, 49005

Редакційно-видавничий відділ

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ..... | 4 |
| ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ..... | 5 |
| Змістовий модуль 1 – Електропровідність напівпровідників..... | 5 |
| Змістовий модуль 2 – Діоди, транзистори та тиристори..... | 6 |
| Змістовий модуль 3 – Підсилювачі..... | 7 |
| Змістовий модуль 4 – Електронні генератори..... | 9 |
| Змістовий модуль 5 – Джерела живлення та стабілізатори..... | 10 |
| Змістовий модуль 6 – Імпульсна техніка..... | 11 |
| СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 13 |

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Предметом вивчення навчальної дисципліни "Електронні пристрої автоматики" є сфера знань про фізичні уявлення про електропровідність напівпровідників, пасивні та активні елементи електронних пристроїв, аналогову схемотехніку електронних пристроїв, імпульсну техніку електронних пристроїв та цифрову схемотехніку електронних пристроїв.

Метою навчальної дисципліни є:

- одержання навичок у вирішенні задач схемотехнічного проектування;
- надання майбутнім інженерам з автоматизації знань в засвоєнні принципів роботи, побудови і застосування основних елементів, приладів та пристроїв електроніки і мікросхемотехніки.

Викладання дисципліни "Основи промислової електроніки" здійснюється після опанування студентами загальноосвітніх фундаментальних дисциплін, передбачених курсом загальної середньої освіти, та дисциплін: «Вища математика», «Фізика», «Електротехніка».

Задачі навчальної дисципліни

1. Студент повинен **знати:**

- 1.1 Основні уявлення про власну та домішкову електропровідність напівпровідників;
- 1.2 Принципи роботи, основні характеристики та параметри напівпровідникових приладів;
- 1.3 принципи побудови аналогових та цифрових електронних схем;
 - метрологічне забезпечення експлуатації приладів та систем;
 - стандарти на метрологічне забезпечення;
 - правові питання стандартизації та метрології.

2. Студент повинен **вміти:**

- 2.1 Аналізувати схемні рішення електронних пристроїв та їх функцій.
- 2.2 Користуватися математичним апаратом опису аналогових та цифрових схем.
- 2.3 Вирішувати задачі схемотехнічного проектування.
- 2.4 Застосовувати прикладні програми розрахунку і моделювання аналогових та цифрових схем.
- 2.5 За допомогою вимірювальної апаратури досліджувати роботу електронних схем та пристроїв.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1 – Електропровідність напівпровідників

Тема 1.1 – Класична електронна теорія електропровідності. Основи зонної теорії твердого тіла.

Розглядаються поведінка вільних електронів у твердому тілі, їх рухомість та зонна енергетична діаграма напівпровідників.

Теми для самостійного опрацювання: пасивні компоненти електронних пристроїв.

Тема 1.2 – Власна та домішкова електропровідність. Статистика електронів в напівпровідниках.

Тема присвячена розгляду типів електропровідності напівпровідників та статистика електронів в напівпровідниках.

Теми для самостійного опрацювання: тунельні, високочастотні та імпульсні діоди, фотодіод.

Тема 1.3 – Нерівноважні носії заряду. Напівпровідникові резистори.

Розглядаються нерівноважні носії заряду та принципи роботи, характеристики та параметри напівпровідникових резисторів.

Теми для самостійного опрацювання: Напівпровідникові резистори.

Питання для повторення лекційного курсу:

1. У чому відмінність механізму електропровідності напівпровідників від механізму електропровідності провідників і діелектриків?
2. Як змінюється питомий опір напівпровідників при додаванні в нього домішок іншого елемента?
3. На чому ґрунтується механізм провідності напівпровідників?
4. Які напівпровідники називають власними?
5. Що називають діркою провідності, який заряд їй приписують?
6. У чому сутність процесу генерації пар електропровідності – дірка провідності?
7. Які напівпровідники називають донорними і які акцепторними?
8. Що називають електронно-дірковим переходом?
9. Чим відрізняється площинний р-п перехід від точкового?
10. Які струми проходять через р-п перехід при прямому і зворотному зсувах переходу?
11. Що являє собою збіднений шар р-п переходу?
12. Як змінюється потенційний бар'єр при прямому і зворотному зсувах переходу?
13. Поясніть вольт-амперну характеристику р-п-переходу.
14. У чому сутність явища односторонньої провідності р-п переходу?
15. Як класифікуються напівпровідникові діоди?

16. Опишіть пристрій напівпровідникового діода.
17. Охарактеризуйте основні групи напівпровідникових діодів.
18. Поясніть вольт-амперну характеристику випрямного діода.
19. Де застосовуються високочастотні діоди?
20. Дайте визначення основних параметрів стабілітронів.
21. Для якої мети служать напівпровідникові фотодіоди?
22. Від чого залежить колір світіння світлодіода?

Змістовий модуль 2 – Діоди, транзистори та тиристори

Тема 2.1 – Напівпровідникові діоди.

Розглядаються принципи роботи, характеристики та параметри напівпровідникових діодів.

Теми для самостійного опрацювання: тунельні, високочастотні та імпульсні діоди, фотодиод.

Тема 2.2 - Біполярні і польові транзистори.

На лекції розглядаються принципи роботи, характеристики та параметри транзисторів.

Теми для самостійного опрацювання: спеціальні типи транзисторів.

Тема 2.3 –Тиристори

Розглядаються принципи роботи, характеристики та параметри тиристорів.

Теми для самостійного опрацювання: основні параметри тиристорів.

Питання для повторення лекційного курсу:

1. Як класифікуються напівпровідникові діоди?
2. Опишіть пристрій напівпровідникового діода.
3. Охарактеризуйте основні групи напівпровідникових діодів.
4. Поясніть вольт-амперну характеристику випрямного діода.
5. Де застосовуються високочастотні діоди?
6. Дайте визначення основних параметрів стабілітронів.
7. З якою метою служать напівпровідникові фотодіоди?
8. Від чого залежить колір світіння світлодіода?
9. Як класифікуються біполярні транзистори?
10. Що називають коефіцієнтом передачі по струму для транзистора по схемі ПРО?
11. Як розраховують динамічний режим роботи транзистора?
12. Що таке ключовий режим роботи транзистора?
13. Перерахуйте основні фізичні параметри біполярного транзистора.
14. Опишіть принцип роботи уніполярного польового транзистора.
15. Чому уніполярні транзистори називають польовими?

16. Якими параметрами описують властивості польових транзисторів?
17. Поясніть стокзатворну характеристику польового транзистора.
18. Які функції виконують фототранзистори?
19. Опишіть будову та принцип роботи одноопераційного тиристора.

Змістовий модуль 3 – Підсилювачі

Тема 3.1- Класифікація та основні параметри підсилювачів.

На лекції розглядаються класифікація та режими роботи підсилювачів.

Теми для самостійного опрацювання: амплітудно-частотна і фазочастотна характеристики. Лінійні спотворення.

Тема 3.2- Однокаскадні підсилювачі на біполярних транзисторах.

Розглядаються принципи роботи, характеристики та параметри підсилювачів на біполярних транзисторах.

Теми для самостійного опрацювання: багатокаскадні підсилювачі

Тема 3.3- Однокаскадні підсилювачі на польових транзисторах.

На лекції розглядаються принципи роботи, характеристики та параметри підсилювачів на польових транзисторах.

Теми для самостійного опрацювання: динамічний режим роботи польового транзистора

Тема 3.4- Практичне застосування платформи Arduino.

На лекції розглядаються принципи роботи, характеристики та параметри різноманітних пристроїв Arduino.

Теми для самостійного опрацювання: програма *Fritzing*

Тема 3.5-Підсилювачі постійного струму.

На лекції розглядаються характеристики та параметри підсилювачів постійного струму.

Теми для самостійного опрацювання: підсилювачі з безпосередніми зв'язками.

Тема 3.6-Операційні підсилювачі.

Розглядаються принципи роботи та основні схеми на операційних підсилювачах.

Теми для самостійного опрацювання: застосування операційних підсилювачів в автоматичі

Лабораторна робота №1:Дослідження однокаскадних транзисторних підсилювачів

Мета роботи – дослідити режими роботи та спокою підсилюючих каскадів на біполярних і польових транзисторах, їх амплітудні і частотні характеристики, вплив параметрів схеми на властивості підсилювачів.

Лабораторна робота №2: Дослідження підсилювачів постійного струму на транзисторах і інтегральних мікросхемах

Мета роботи – дослідження підсилюючих якостей і дрейфу нуля двох схем підсилювачів постійного струму (ППС), виконаних на транзисторах і інтегральних мікросхемах (ІМС).

Питання для повторення лекційного курсу та підготовки до захисту лабораторної роботи:

1. Перерахуйте основні параметри електронних підсилювачів.
2. Наведіть класифікацію електронних підсилювачів.
3. За яких умов нелінійні спотворення збільшуються?
4. Порівняйте підсилювачі з ОЕ, ПРО, ОК і з ОІ, ОЗ, ОС за коефіцієнтами посилення.
5. Порівняйте підсилювачі з ОЕ, ПРО, ОК за значеннями $R_{вх}$ і $R_{вих}$. Чим обумовлено їх відмінність?
6. Порівняйте частотні властивості каскадів з ОЕ, ПРО, ОК і з ОІ, ОЗ, ОС, поясніть причини відмінності.
7. Який підсилювач (ОЕ, ПРО, ОК) володіє найбільшим коефіцієнтом посилення?
8. Який підсилювач (ОЕ, ПРО, ОК) володіє найбільшим вхідним опором, найбільшим вихідним опором?
9. Який підсилювач (ОЕ, ПРО, ОК) володіє найбільшою температурною нестабільністю?
10. Поясніть призначення всіх компонентів схем підсилювачів з ОЕ, ПРО, ОК, ОІ, ОС, ОЗ.
11. Які основні способи завдання режиму транзистора в підсилюючих каскадах ОЕ, ПРО, ОК?
12. Коли слід застосовувати підсилювальні каскади, включені за схемою з ОЕ, ПРО, ОК або з ОС, ОІ, ОЗ?
13. Поясніть вплив температури на режим роботи каскадів з ОЕ, ПРО, ОК.
14. Які ви знаєте способи температурної стабілізації режиму роботи каскадів?
15. Як впливає ООС на амплітудно-частотну характеристику підсилювача?
16. Наведіть схеми підсилювачів на біполярних і уніполярних транзисторах з місцевими ООС по постійному струму і дайте їх коротку характеристику.
17. Перерахуйте паразитні RC-ланцюжка в підсилювачах. Як вони впливають на їх АЧХ і форму підсилення прямокутного імпульсу?
18. Які елементи схем підсилювачів утворюють інтегруючі і диференційні ланцюги?
19. За рахунок чого в каскадних схемах підсилювача розширюється смуга пропускання?

20. Чим пояснюється властивість диференціальних підсилювачів пригнічувати сигнали перешкод?
21. Чому в диференціальних підсилювачах застосовують генератори струму?
22. Поясніть механізм дії ООС по току і за напругою.
23. Поясніть призначення і механізм дії в середині каскадних і міжкаскадних фільтрів по живленню.
24. Поясніть процес посилення потужності в біполярному транзисторі.

Змістовий модуль 4 – Електронні генератори

Тема 4.1- LC-автогенератори.

На лекції розглядаються принципи роботи та основні схеми LC-автогенераторів.

Теми для самостійного опрацювання – генератор за схемою індуктивної триточки.

Тема 4.2- RC-автогенератори.

Розглядаються принципи роботи, характеристики та параметри RC-автогенераторів.

Теми для самостійного опрацювання – принцип роботи та застосування моста Вина

Питання для повторення лекційного курсу:

1. Поясніть фізичний зміст умови збудження генераторів. Виділіть умови балансів фаз і амплітуд.
2. Чому доцільно в схемі генератора на польовому транзисторі контур включати в ланцюг затвору? Наведіть електричну модель цього генератора, поясніть, як встановити умови її порушення.
3. Поясніть фізичний зміст і напишіть рівняння для коливальної характеристики каскаду і лінії зворотного зв'язку.
4. Як визначається сталий режим роботи генератора? У чому відмінність коливальної характеристики та умов збудження генераторів від режиму роботи підсилювального каскаду (клас "А" і клас "В").
5. Намалюйте схеми RC-генераторів на транзисторі із загальною базою (місткість триточки) із загальним колектором (індуктивна триточки). Виділіть в них ланки зворотного зв'язку, визначте їх фактор. Встановіть функції контурів в генераторах, що здійснюють посилення струму або напруги.
6. Принципи побудови генераторів.
7. Призначення і види генераторів.
8. Генератори гармонійних сигналів.

Змістовий модуль 5 – Джерела живлення та стабілізатори

Тема 5.1- Однофазні некеровані випрямлячі.

На лекції розглядаються принципи роботи та параметри

Теми для самостійного опрацювання –порівняльні параметри одно- і двопівперіодного випрямлячів

Тема 5.2- Керовані випрямлячі.

Розглядаються принципи роботи, характеристики та параметри однофазні некерованих випрямлячів.

Теми для самостійного опрацювання –керовані трьохфазні випрямлячі.

Тема 5.3- Згладжувальні фільтри.

На лекції розглядаються схеми згладжувальних фільтрів.

Теми для самостійного опрацювання –принцип роботи транзисторних фільтрів

Тема 5.4- Стабілізатори напруги.

Розглядаються принципи роботи, характеристики та параметри стабілізаторів напруги.

Теми для самостійного опрацювання – стабілізатори на інтегральних мікросхемах

Тема 5.5- Стабілізатори струму.

На лекції розглядаються принципи роботи, характеристики та параметри стабілізаторів струму.

Теми для самостійного опрацювання –Інвертори

Лабораторна робота №8: Дослідження малопотужного блока живлення

Мета роботи – дослідити схеми однофазних випрямлячів разом зі згладжуючими пульсації випрямленої напруги фільтрами та вплив їх параметрів на властивості випрямлячів.

Питання для повторення лекційного курсу та підготовки до захисту лабораторної роботи:

1. Який принцип дії компенсаційного стабілізатора напруги?
2. Яке максимальне і мінімальне напруження можна отримати на виході досліджуваної схеми?
3. Як впливає опір подільника на коефіцієнт стабілізації?
4. Чому компенсаційний стабілізатор згладжує пульсації?
5. Дайте визначення параметру, що характеризує зменшення пульсацій напруги на виході фільтру.
6. Назвіть типи найпростіших и складних фільтрів.
7. Намалюйте основні схеми найпростіших и складних одноланцюгових фільтрів.
8. Поясніть роботу Випрямляч на фільтр з ємнісною реакцією.

9. Запишіть вирази для коефіцієнту пульсації на виході ємнісного фільтру.
10. Поясніть роботу Випрямляч на фільтр з індуктивною реакцією.
11. Запишіть коефіцієнт пульсації для одно- и дво-напівперіодного випрямлячів.
12. Пояснити, чому при зміні Струму через стабілітрон напруга на ньому залишається майже незмінним.
13. Чому стабілітрон в схемі стабілізації напруги НЕ може працювати без баластного опору?

Змістовий модуль 6 –Імпульсна техніка

Тема 6.1- Імпульси, класифікація, характеристика, параметри.

На лекції розглядаються характеристики та параметри імпульсів.

Тема 6.2- Диференційні, розділові та інтегрувальні RC-ланки.

Розглядаються принципи роботи диференційних, розділових та інтегрувальних ланок.

Тема 6.3- Електронні ключі.

На лекції розглядаються схеми електронних ключів.

Тема 6.4- Мультивібратори.

Розглядаються принципи роботи, характеристики та параметри мультивібраторів.

Тема 6.5- Генератори лінійнозмінюваної напруги.

На лекції розглядаються принципи роботи, характеристики та параметри генераторів напруги.

Тема 6.6-Тригерні елементи.

На лекції розглядаються принципи побудови тригерів.

Лабораторна робота №5:

Дослідження ключового каскаду і мультивібраторів на транзисторах та інтегральних мікросхемах

Мета роботи – дослідити вихідні параметри транзисторного ключа, автоколивальний та очікувальний мультивібратори на транзисторах та інтегральних мікросхемах.

Лабораторна робота №6:Дослідження логічних елементів.

Мета роботи – дослідити логічні елементи, які реалізують найпростіші логічні функції

Лабораторна робота №7:Дослідження тригерів і лічильників.

Мета роботи – дослідити тригери і лічильники різних типів на інтегральних мікросхемах

Питання для повторення лекційного курсу та підготовки до захисту лабораторної роботи:

1. Призначення тригера?
2. В якій якості використовується тригер?
3. У чому сенс лавиноподібного процесу в тригері?
4. Назвіть можливі стани транзисторів тригера.
5. Чому запускаючі імпульси краще подавати на базу закритого транзистора?
6. Які фактори впливають на крутизну фронту (зрізу)?
7. Назвіть причини затримки на перемикання тригера.
8. Чим визначається рівень логічного нуля і рівень логічної одиниці в тригері?
9. Чим визначається максимальна частота перемикання тригера?
10. У чому суть рахункового режиму?
11. Що станеться, якщо живлення вимкнути, а потім знову включити?
12. Як протікають струми через колекторний резистор, якщо на виході логічний нуль, і – логічна одиниця?
13. Чим визначається споживання тригера в режимі спокою?
14. Що таке гістерезис в тригері Шмітта? Навіщо він потрібен?
15. На що впливає емітерний резистор в тригері Шмітта?
16. Від чого залежить ширина гістерезису в тригері Шмітта?
17. Чому при підвищенні частоти перемикання транзистори тригера сильніше нагріваються?
18. Що сприяє підвищенню частоти перемикання тригера?
19. Принципи побудови імпульсних схем на тріодних тиристорах.
20. Режими роботи імпульсних генераторів.
21. Автоколивальні генератори імпульсів.
22. Структурна схема генератора пилкоподібних імпульсів.
23. Принцип побудови генератора імпульсних сигналів.
24. Призначення блокинг-генератора.
25. Режим генератор прямокутних імпульсів.
26. Генератори і формувачі на одноперехідних транзисторах.
27. Генератори і формувачі на доданих тиристорах.
28. Схема формувача на тиристорах з використанням коливального розряду (заряду) накопичувального конденсатора.
29. Який елемент автоматики має статичну характеристику, близьку до ідеальної?
30. До яких наслідків призводить від мінуреальної статичної характеристики, від ідеальної?
31. Наведіть класифікацію електронних ключів.
32. Перерахуйте основні вимоги до ЕК.
33. Якими параметрами характеризуються електронні ключі?
34. Які параметри діода впливають на динамічні властивості діодного ключа?
35. У яких пристроях застосовують діодні ключі?
36. Які логічні функції реалізують на доданих ключах?
37. Наведіть приклади послідовних ключів на р-канальних МОН-транзисторах.
38. Ключі на польових транзисторах.

39. Аналогові ключі на оптронах.
40. Ключі на біполярних транзисторах.
41. Призначення тиристорів.
42. Принцип роботи ключів на комплементарних МОП-транзисторах.
43. Засоби підвищення швидкодії транзисторних ключів.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Базова література:

1. Колонтаєвський Ю.П., Промислова електроніка та мікросхемотехніка: теорія і практикум / За ред. А.Г. Соскова. – К.: Каравела, 2003.– 368с.
2. Бойко В.І. Основи схемотехніки електронних систем: Підручник / Бойко В.І., Гуржій А.М., Жуйков В.Я. та ін. – К.: Вища шк., 2004. – 527с.
3. Коруд В.І. Основи електроніки з елементами мікроелектроніки : Навчальний посібник /Коруд В. І., Стахів П. Г., Гамола Г. Є. – Львів : Магнолія 2006, 2013. – 225 с.
4. Рябенський В.М. Цифрова схемотехніка : Навчальний посібник/ Рябенський В. М., Жуйков В. Я., Гулий В. Д. – Львів : Новий Світ – 2000, 2011. – 736 с.

Допоміжна література:

1. Гершунский Б.О. Основы электроники и микроэлектроники: Учебник-4-е изд., перераб. и доп. – К.: Высшая шк.,1989.– 423 с.
2. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника: Учеб. Пособие для приборостроит. Спец. Вузов.-2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк.,1991.– 622 с.
3. Сенько В. І. Електроніка і мікросхемотехніка. У 4-х томах. Т. 3 : Цифрові пристрої. Підручник / Сенько В. І., Панасенко М. В., Сенько Є. В.– К. : Каравела, 2008. – 400 с.
4. Справочник по полупроводниковым диодам, транзисторам и интегральным схемам / под редакцией Горюнова. – М.:Энергия,1986. – 744с.

Електронні ресурси

1. Турута Е. Ф. Зарубежные транзисторы. Справочник / Турута Е. Ф. – М. : Горячая линия – Телеком, 2002. – 756 с.
http://www.techbook.ru/book.php?id_book=445
2. Стахів П. Г. Основи електроніки : функціональні елементи та їх застосування : підручник/ Стахів П. Г., Коруд В. І., Гамола О. Є. – Львів : Магнолія 2006, 2015. – 206 с.
http://lib.ktu.edu.ua/?page_id=5498
3. Програмування Ардуіно.
<http://arduino.ua/ru/prog/>
4. ГОСТ 2.702-2011 Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем <http://metrology.com.ua/download/dstu-gost-gost-r/59-gost/846-gost-2-702-2011>.