

**Методичні вказівки**  
**до виконання самостійної роботи з дисципліни**  
**«Електронні системи»**  
**для студентів спеціальності**  
**171 – «Електроніка»**

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

**Методичні вказівки**  
**до виконання самостійної роботи з дисципліни**  
**«Електронні системи»**  
**для студентів спеціальності**  
**171 – «Електроніка»**

Вінниця  
ВНТУ  
2017

Рекомендовано до друку Методичною Радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № від ..2016 р.)

Рецензенти:

**О. В. Осадчук**, доктор технічних наук, професор

**С. Т. Барась**, кандидат технічних наук, професор

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни «Електронні системи» для студентів спеціальності 171 – «Електроніка» / Уклад. Й. Й. Білинський, Б. П. Книш. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 14 с.

У методичних вказівках розглянуто завдання та алгоритм самостійної роботи студентів на всіх етапах навчального процесу. В основі самостійної роботи лежить програма дисципліни, яка наводиться в даних вказівках. Наведено комплект завдань, які студент може використовувати для самоперевірки.

## **ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

Відповідно до Положення «Про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах», самостійна робота студента є основним засобом засвоєння студентом навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Розширення функцій та зростання ролі самостійної роботи студентів не тільки веде до збільшення її обсягу, а й обумовлює зміну у взаємовідносинах між викладачем і студентом як рівноправними суб'єктами навчальної діяльності, привчатиме їх самостійно вирішувати питання організації, планування, контролю за своєю навчальною діяльністю, виховуючи самостійність як особисту рису характеру.

Самостійна робота є одним з найважливіших компонентів освітнього процесу, що передбачає інтеграцію різних видів індивідуальної та колективної навчальної діяльності, яка здійснюється як під час аудиторних, поза аудиторних занять, без участі викладача, так і під його безпосереднім керівництвом. У контексті сучасної системи навчання самостійна робота домінує серед інших видів навчальної діяльності студентів після практичної підготовки (може становити від 15 до 55% навчального програмового матеріалу) та дозволяє розглядати накопичувані знання як об'єкт власної діяльності студента.

Самостійна робота передбачає поетапне засвоєння нового матеріалу, повторення та закріплення, його застосування на практиці. Ефективність самостійної роботи залежить від її організації, змісту, взаємозв'язку та характеру завдань.

У сучасних умовах інформатизації суспільства проблема самостійності виходить на якісно новий рівень. Аналіз досліджень з проблеми використання інформаційних технологій у навчанні студентів дозволяє визначити основні напрями активного застосування інформаційних технологій у навчальному середовищі: розширення можливостей підвищення якості освіти, відкриття нових можливостей розвитку мислення студентів, підбір індивідуальних способів отримання знань шляхом самостійної роботи за допомогою інформаційно-комп'ютерних технологій, як фактора зближення сфери освіти з реальним світом, поєднуючи традиційні та сучасні методи навчання, що сприяє створенню єдиного освітнього інформаційного середовища.

## **ВИВЧЕННЯ НАУКОВОЇ, НАВЧАЛЬНОЇ, НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

Провідне місце в системі форм самостійної роботи належить роботі з книгою. Основи формування навичок самостійного читання закладаються в середній школі. Однак вони часто виявляються недостатніми для успішного навчання у вузі. Студенту під час самостійної роботи доводиться вивчати різні види літературних джерел, зокрема наукової літератури. Вони відрізняються від інших авторською інтерпретацією сформульованих найважливіших теоретичних положень.

У навчальній діяльності студентів особливе місце посідає самостійне вивчення наукових джерел, оскільки засвоєння їх змісту закладає теоретичні основи наукового світогляду, розвиває здатність до творчого мислення, розширює кругозір.

В організації роботи над науковими першоджерелами необхідно дотримуватися таких правил.

1. Чітко знати перелік необхідної літератури, яка підлягає обов'язковому, поглибленому вивченню. Він визначається навчальною програмою курсу.

2. Враховувати, що різна наукова та методична література використовується для вирішення різноманітних завдань: одна безпосередньо розкриває зміст проблеми, інша з'ясовує методологічну суть проблеми, ще інша — охоплює ширше коло проблем і корисна у вивченні суміжних дисциплін. Окремі теми вимагають обов'язкового вивчення кількох літературних джерел, кожна з яких висвітлює одну грань проблеми.

3. Приступаючи до самостійного вивчення складних теоретичних питань, студентам доводиться долати і певні психологічні труднощі. Попри індивідуальні особливості студентів (рівень підготовки, розвиток мислення, вміння самостійно працювати з книгою тощо), труднощі першого етапу є загальними для всіх. Передусім вони пов'язані з особливостями літературних джерел. Вони не адаптовані для вивчення, оскільки не є ні навчальними, ні науково-популярними. Тому складні теоретичні питання в них далеко не завжди детально пояснюються, оскільки автор вважає, що це питання зрозуміле тим, кому він адресує свій твір.

Не менш складно для студента застосувати теоретичні положення до реальної дійсності. Суть навчання у вузі полягає в закріпленні навичок доречного використання здобутих теоретичних знань у житті. Відповідно, вивчення необхідної літератури є не самоціллю, а інструментом майбутньої повсякденної діяльності. Тому робота студента над першоджерелами не може обмежуватися лише розумінням, запам'ятовуванням змісту

теоретичних проблем, які в них розглядаються. Він повинен усвідомити, де і в яких випадках ці теоретичні положення можна застосувати в майбутній професійній діяльності. Якщо теоретичні висновки мають актуальне значення, то засвоєними їх можна вважати лише тоді, коли студент умітиме використати їх у житті. Більш підготовлений студент нашоухується на менше труднощів, він з ними може впоратися значно легше, часто без прямої допомоги викладача. Іншому без кваліфікованої допомоги впоратися з ними важко. До того ж молода людина не завжди достеменно знає природу своїх труднощів, а тому може не знайти адекватних засобів їх подолання.

З психологічної точки зору ці труднощі пов'язані з орієнтуванням у матеріалі, який вивчається. Головним психолого-педагогічним моментом в організації самостійної роботи студентів є формування необхідної основи для пізнання змісту, інтеграції інформації у контекст раніше засвоєних знань, бачення можливостей використання цих знань на практиці. За своєю суттю основа дій студента щодо самостійного вивчення наукової літератури утворена набором конкретних завдань, виконання яких дає йому правильне спрямування в роботі.

Особливість літературних джерел полягає в тому, що закладені в них ідеї і положення розкриваються автором, як правило, не в одному місці. Зібрати воедино однорідний матеріал – потрібна і нелегка справа для студента.

З методичної точки зору процеси вивчення наукової, навчальної і навчально-методичної літератури (підручників з відповідних дисциплін, навчальних і навчально-методичних посібників, методичних розробок і вказівок, довідкової літератури), маючи багато спільного, наділені й певними особливостями. Вивчаючи їх, студенти, крім уміння читати книги і конспектувати матеріал, виокремлювати головні ідеї і пов'язувати їх із сучасними завданнями суспільного розвитку, повинні орієнтуватися в потоці цих видань, визначати головні, володіти культурою читання і ведення записів, мати навички роботи з бібліографічними виданнями тощо.

Однак нерідко вони не уявляють чітко, що спершу вивчати — наукову чи навчально-методичну літературу. Однозначно відповісти на це питання важко. Все залежить від конкретної навчальної дисципліни, теми, рівня підготовки студентів. Через нерозуміння важливості цієї роботи деякі студенти обмежуються читанням і конспектуванням навчально-методичної розробки до наукового твору, вважаючи, що вивчають його.

Правильна організація самостійної роботи з навчальною і навчально-методичною літературою передбачає з'ясування загальної послідовності

вивчення рекомендованих до теми, розділу курсу джерел, мети і завдань, методів і форм роботи з нею.

Обов'язковим елементом самостійної роботи є конспектування змісту прочитаного, найважливіших думок автора. Процес конспектування прочитаного актуалізує головні ідеї та положення, фіксує найважливіше в змісті, позитивно впливає на запам'ятовування матеріалу.

До конспектування слід приступати лише після загального ознайомлення з його змістом, засвоєння зв'язку між основними думками, положеннями, головною ідеєю твору. Конспекти, складені без попереднього прочитання першоджерела, перенасичені другорядними відомостями. При цьому необхідно пам'ятати головні вимоги до конспектування. Вони зводяться до того, що конспект – не самоціль, а результат глибокої самостійної роботи студента над твором, а конспектування є творчим процесом. За змістом і формою конспект повинен бути складений так, щоб допомагати засвоєнню літературних джерел в їх логічній послідовності, швидкому, глибокому запам'ятовуванню і відтворенню прочитаного.

Обсяг конспекту залежить від рівня підготовленості студента, характеру і складності літературного джерела. Однак багатослівні, великі за обсягом конспекти, як правило, свідчать про недосвідченість студента, недостатню осмисленість його роботи.

Виконаний із дотриманням головних вимог конспект сприяє засвоєнню знань, є неоціненною підмогою в підготовці до іспитів, у майбутній практичній діяльності.

## **ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Мета викладання навчальної дисципліни – формування у студентів ґрунтовних знань щодо інформаційної оцінки електронних систем, опису сигналів та завад, а також методів їх обробки та перетворення, які застосовуються в різних за призначенням електронних системах.

Основними задачами вивчення дисципліни є вивчення основних видів електронних систем, що використовуються на сьогоднішній день, основ моніторингу та підвищення продуктивності параметрів електронних систем.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

- знати матеріал програми дисциплін «Філософія», «Фізика», «Хімія», «Вища математика», «Основи психології та педагогіки»;

- вміти використовувати отримані теоретичні знання для їх практичного застосування при оформленні науково-дослідних робіт та патентів.

Від студента вимагається вміти грамотно формулювати задачі для роботи на комп'ютерах, вибрати належний метод моніторингу, створювати алгоритми та програми реалізації підвищення продуктивності на комп'ютерах, застосовувати пакети прикладних програм математичного програмного забезпечення. Контроль знань студентів у вигляді поточного та підсумкового контролю проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів під час практичного заняття, контрольних робіт, колоквиумів, тестування, заліку.

Вивчення окремих проблем дисципліни, підготовка до практичних та лабораторних занять, колоквиумів, тестування, заліку та виконання індивідуальних науково-дослідних завдань виноситься на позааудиторну роботу.

## **ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Модуль № 1. Загальні відомості про електронні системи**

#### **Тема 1.1. Поняття про електронну систему та її характеристики**

Означення, загальні якості та принципи системоутворення. Класифікація електронних систем. Узагальнені функціональні схеми електронних систем та їх блоки. Структури електронних систем. Зразки електронних систем.

#### **Тема 1.2. Інформаційні оцінки електронних систем**

Інформація та її форми. Види інформації. Кількісні міри інформації. Міра Хартлі. Міра Шеннона. Ентропія як міра невизначеності вибору. Статистичні якості ентропії дискретного джерела інформації. Ентропія об'єднання статистичного незалежних дискретних джерел. Умовна ентропія та її властивості. Ентропія безперервного джерела інформації (диференціальна ентропія) та її властивості. Безперервні розподіли з максимальною диференціальною ентропією.

#### **Тема 1.3. Моделювання сигналів та завад в електронних системах**

Перетворення сигналів та їх спектральні характеристики. Види модуляції сигналів. Випадкові сигнали та їх характеристики. Білий шум.

#### **Тема 1.4. Детерміновані та випадкові сигнали**

Опис детермінованих сигналів, їх частотне подання. Перетворення Фур'є. Спектри періодичних та неперіодичних сигналів. Спектральна щільність. Спектри одиничних та періодичних імпульсних послідовностей.



Зв'язок тривалості сигналів з шириною їх спектру. Дискретне перетворення Фур'є.

### **Тема 1.5. Дискретизація сигналів**

Дискретизація, квантування та цифрове подання безперервних сигналів, методи відновлювання, похибка відновлення. Подання детермінованих сигналів рядом Котельнікова. Теорема Котельнікова. Особливості її застосування. Дискретизація детермінованих сигналів по критерію найбільшого відхилення. Відновлення вихідного безперервного сигналу поліномом Лагранжа. Адаптивна дискретизація.

### **Тема 1.6. Квантування сигналів**

Квантування безперервних сигналів за амплітудою. Рівномірне квантування та його похибка.

### **Тема 1.7. Аналого-цифрові перетворювачі**

Аналого-цифрові перетворювачі: послідовного рахунку, порозрядного зрівноваження, паралельного типу. Інтегрувальні аналого-цифрові перетворювачі. Багатоканальні аналого-цифрові перетворювачі. Структурні методи покращення характеристик аналого-цифрового перетворювача. Цифроаналогові перетворювачі. Цифрові вимірювачі неелектричних величин.

## **Модуль № 2. Передача та прийом інформації в електронних системах**

### **Тема 2.1. Системи зв'язку**

Дискретні та безперервні системи зв'язку. Узгодженість сигналів та каналів зв'язку.

### **Тема 2.2. Кодування інформації**

Завадостійке кодування. Коди із заданою виправляльною здатністю. Систематичні коди.

### **Тема 2.3. Коди з виявленням помилок**

Код із перевіркою на парність. Код з прямим перетворенням. Коди з інверсним перетворенням (інверсні коди).

### **Тема 2.4. Коди з виявленням і виправленням помилок**

Код Хеммінга. Циклічні коди. Рекурентні коди.

### **Тема 2.5. Кодування із стисненням інформації**

Код Шеннона-Фано. Код Хаффмена. Арифметичне кодування. Динамічне кодування методом Хаффмена. Динамічне кодування методом FGK. Динамічне кодування методом Віттера.

### **Тема 2.6. Оптимальне приймання та завадостійкість інформації**

Задача оптимального прийому. Характеристика завад. Завадостійкість оптимального прийому безперервних повідомлень. Потенційна

завадостійкість сигналів з амплітудою, частотою та фазовою модуляцією. Розподіл каналів при багатоканальній передачі безперервних повідомлень.

### **Тема 2.7. Виявлення та приймання інформації**

Розпізнавання дискретних повідомлень при наявності завад. Оптимальний приймач дискретних повідомлень. Виявлення сигналів. Узгоджена фільтрація.

## **ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ**

**Тема 1.** Дослідження спектральних характеристик сигналу.

**Тема 2.** Квантування сигналів.

**Тема 3.** Завадостійке кодування.

**Тема 4.** Методи стиснення даних.

**Тема 5.** Код Шеннона-Фано.

**Тема 6.** Динамічне кодування методом Хаффмена.

## **ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

**Тема 1.** Спектральні характеристики сигналу. Періодичні сигнали. Імпульси прямокутної форми. Пилкоподібне коливання. Неперіодичні сигнали.

**Тема 2.** Перетворення неперервних сигналів у дискретні. Квантування за рівнем. Частотний критерій Котельнікова.

**Тема 3.** Лінійні операції над випадковими функціями. Стаціонарні випадкові функції.

**Тема 4.** Коди з інверсним перетворенням (інверсні коди).

**Тема 5.** Алгоритм арифметичного кодування в загальному вигляді.

**Тема 6.** Динамічне кодування методом FGK.

**Тема 7.** Динамічне кодування методом Віттера.

## **ПЕРЕЛІК ТЕМ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ**

1. Структури електронних систем. Зразки електронних систем.
2. Ентропія безперервного джерела інформації (диференціальна ентропія) та її властивості. Безперервні розподіли з максимальною диференціальною ентропією.
3. Дискретизація детермінованих сигналів до критерію найбільшого відхилення. Відновлення вихідного безперервного сигналу поліномами Лагранжу. Адаптивна дискретизація.

4. Кількість та швидкість передачі інформації по дискретному каналу зв'язку без завад. Зменшення надмірності інформації. Пропускна здатність каналу зв'язку.

5. Код з виявленням помилок. Код з перевіркою на парність. Код з прямим повторенням. Код з інверсним повторенням. Кореляційний код.

6. Використання завадостійкого кодування в каналах електронних систем. Математична модель дискретного каналу. Аналіз моделей дискретного каналу. Інтенсивність помилок та характер розподілу у часі. Двійкові групові сигнали.

7. Рекурентні коди. Недвійкові коди. Завадостійке кодування в каналах передачі. Оцінка ефективності використання коду Файра. Розроблення блок-схем кодування та декодування кодом Файра. Програмна реалізація кодера Файра.

8. Потенційна завадостійкість сигналів з амплітудною, частотною та фазовою модуляціями. Розподіл каналів при багатоканальній передачі безперервних повідомлень.

9. Критерії оптимального приймання сигналів. Імовірнісні помилки при когерентному прийманні двійкових та багатопозиційних сигналів. Некогерентне приймання дискретних сигналів.

10. Оптимальна фільтрація. Синтез оптимальних фільтрів. Синтез оптимальних фільтрів Калмана методом простору станів. Оптимальний фільтр, описаний степеневим поліномом. Оптимальна нелінійна фільтрація.

11. Оцінка ефективності методів стиснення. Способи стиснення даних при передачі. Кодо-метричне стиснення. Алгоритм повздовжнього та матричного стиснення.

12. Шумоподібні сигнали та їхні спектри. Оптимальна обробка сигналів. Кореляційні функції сигналів.

## **ПРИКЛАД ПИТАНЬ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ**

1. Які етапи передачі інформації в електронних системах?
2. Якими технічними засобами забезпечується кожен з етапів передачі інформації?
3. В чому полягає різниця між інформацією та повідомленням?
4. В чому полягає різниця між повідомленням та сигналом?
5. Як визначається децибел та децибел-міліват?
6. Динамічний діапазон сигналу. Пік-фактор.
7. В чому полягає різниця між неперервними та дискретними повідомленнями?

8. Ряд Котельнікова. Вибірка функції. Функція відрахунків.
9. Які властивості функції відрахунків?
10. Якою повинна бути частота дискретизації під час перетворення неперервного повідомлення на дискретне?
11. В чому полягає різниця між ідеальними та реальними системами?
12. Якими шляхами можна покращити реальні системи?
13. Ознаки посилення сигналів.
14. Статична та динамічна форми існування інформації.
15. Міри інформації за Хартлі та Шенноном.
16. Які одиниці вимірювання інформації?
17. Ентропія.
18. Ємність каналу передавання.
19. Інформаційне узгодження джерела повідомлення з каналом зв'язку.
20. Чим визначається пропускна здатність каналу з шумами?
21. Чим визначається швидкість передавання інформації для каналу з шумами?
22. Яка максимальна швидкість передавання інформації?
23. Об'єм сигналу. Зв'язок з ємністю каналу.
24. Модуляція. Класифікація методів модуляції.
25. Спектр амплітудної модуляції.
26. Які переваги та недоліки амплітудної модуляції?
27. Девіація частоти. Індекс частотної модуляції.
28. Що спільного між частотною та фазовою модуляціями?
29. Які бувають методи імпульсної модуляції?
30. Компадована дельта-модуляція.
31. В чому різниця між дельта- та різнице-дискретною модуляціями?
32. Комбінована модуляція.
33. Які переваги комбінованої модуляції?
34. За рахунок чого можна підвищити швидкість передавання інформації?
35. Які методи модуляції найчастіше використовуються у аналогових системах передавання?
36. Лінійний тракт. Підсилювальна ділянка.
37. Як чисельно визначається рівень сигналу у лінії?
38. Які існують типи каналів для передавання аналогової інформації?
39. Якими характеристиками можна описати канал передавання?
40. Яким чином здійснюється двобічне передавання інформації?
41. Місцевий ефект. Шляхи його уникнення.
42. Системи обчислення.

43. Яким чином формуються циклічні коди?
44. Які бувають лінійні коди і за якими принципами вони формуються?
45. В чому полягають переваги і недоліки коду «Манчестер-II»?

### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Руденко В. С. Промислова електроніка / В. С. Руденко, В. Я. Ромашко, В. В. Трифонюк. – К. : Либідь, 1993. – 85 с.
2. Руденко В. С. Перетворювальна техніка / В. С. Руденко, В. Я. Ромашко, В. Г. Морозов. – К. : ICDO, 1996. – 640 с.
3. Гончаров Ю. П. Перетворювальна техніка / Ю. П. Гончаров, О. В. Будионний, В. Г. Морозов, М. В. Панасенко, В. С. Руденко, В. Я. Ромашко. – Харків : Фоліо, 2000. – 480 с.
4. Руденко В. С. Основы преобразовательной техники / В. С. Руденко, В. И. Сенько, И. М. Чиженко. – М. : Высшая школа, 1980. – 360 с.
5. Руденко В. С. Преобразовательная техника / В. С. Руденко, В. И. Сенько, И. М. Чиженко. – К. : Вища школа, 1983. – 380 с.
6. Руденко В. С. Промышленная электроника / В. С. Руденко, В. И. Сенько, В. В. Трифонюк. – К. : Техніка, 1979. – 85 с.
7. Найвельт Г. С. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры : справочник / Г. С. Найвельт. – М. : Радио и связь, 1985. – 640 с.
8. Лабунцов В. А. Энергетическая электроника : справочное пособие / В. А. Лабунцов. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 480 с.
9. Розанов Ю. К. Основы силовой электроники / Ю. К. Розанов. – М. : Энергоатомиздат, 1992. – 360 с.
10. Смирнов Ю. А. Электронные и микропроцессорные системы управления / Ю. А. Смирнов, А. В. Муханов. – М. : Лань, 2012. – 624 с.

*Навчальне видання*

Методичні вказівки  
до виконання самостійної роботи  
з дисципліни «Електронні системи» для студентів  
спеціальності 171 – «Електроніка»

Редактор В. Дружиніна  
Коректор  
Укладачі Білинський Йосип Йосипович  
Книш Богдан Петрович

Оригінал-макет підготовлено Б. Книшом

Підписано до друку .....

Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. ....  
Наклад ... пр. Зам. № 2017-

Вінницький національний технічний університет,  
навчально-методичний відділ ВНТУ.  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, к. 2201.  
Тел. (0432) 59-87-36.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті  
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі.  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. (0432) 59-85-32.  
publish.vntu.edu.ua; email: kivc.vntu@gmail.com.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.