

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт за курсами

“Вакуумна та плазмова електроніка”, “Додаткові розділи електроніки”

(для студентів спеціальностей «Прилади і системи екологічного моніторингу»,
«Електронні системи»)

№ _____

Розглянуто на засіданні
кафедри “Електронна техніка”
протокол № 6 від 26 січня 2011

Затверджено на засіданні
навчально-видавничої ради
ДонНТУ
протокол № ____ від _____

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за курсами “Вакуумна та плазмова електроніка”, “Додаткові розділи електроніки” для студентів спеціальностей «Прилади і системи екологічного моніторингу», «Електронні системи»/ Укл.: М.Г. Винниченко, О.Г. Ликов – Донецьк: ДонНТУ, 2011 р. – 13 с.

Наведені мета та задачі лабораторних робіт, порядок їх виконання, вимоги до змісту звітів, завдання на лабораторні роботи, та методичні вказівки до їх виконання.

Укладачі: М.Г. Винниченко, к.т.н., доцент
О.Г. Ликов, асистент

Передмова.....	4
Лабораторна робота № 1. Дослідження електронно - вакуумного триода.....	5
Лабораторна робота № 2. Дослідження електронно - вакуумного пентода.....	7
Лабораторна робота № 3. Дослідження осцилографічної електронно-променевої трубки.....	9
Лабораторна робота № 4. Дослідження газорозрядного стабілітрона.....	10
Лабораторна робота № 5. Дослідження газорозрядного знакового індикатора.....	11
Рекомендована література.....	13

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальностей «Прилади і системи екологічного моніторингу», «Електронні системи». Мета цього курсу - вивчити фізичні принципи роботи вакуумних та плазмових приладів, їх побудову, основні характеристики та параметри.

Лабораторні роботи мають методику виконання лабораторних робіт і аналіз одержаних результатів, передбачають рішення студентом ряду задач, елементи науково-дослідної роботи студента. Підготовка до лабораторних робіт повинна проводитися по лекційному матеріалу і рекомендованій літературі. При підготовці студент повинен чітко виявити мету та порядок виконання роботи, теоретичні основи роботи приладу, його призначення, характеристики та параметри.

При виконанні роботи необхідно чітко дотримуватися правил техніки безпеки в лабораторії. Якість підготовки студентів перевіряється викладачем шляхом опитування студентів перед лабораторними роботами. Згідно з вимогами студент пише звіт по роботі і захищає його особисто.

Лабораторна робота № 1

Дослідження вакуумного триода

Мета роботи – вивчити конструкцію та принципи дії електронно-вакуумних триодів різних типів, експериментально зняти вольт-амперні характеристики і визначити параметри триода.

Порядок виконання роботи

1. На універсальному лабораторному стенді зібрати схему (див. рис. 1.1) для зняття вольт-амперних характеристик (ВАХ) електронно-вакуумного триода.

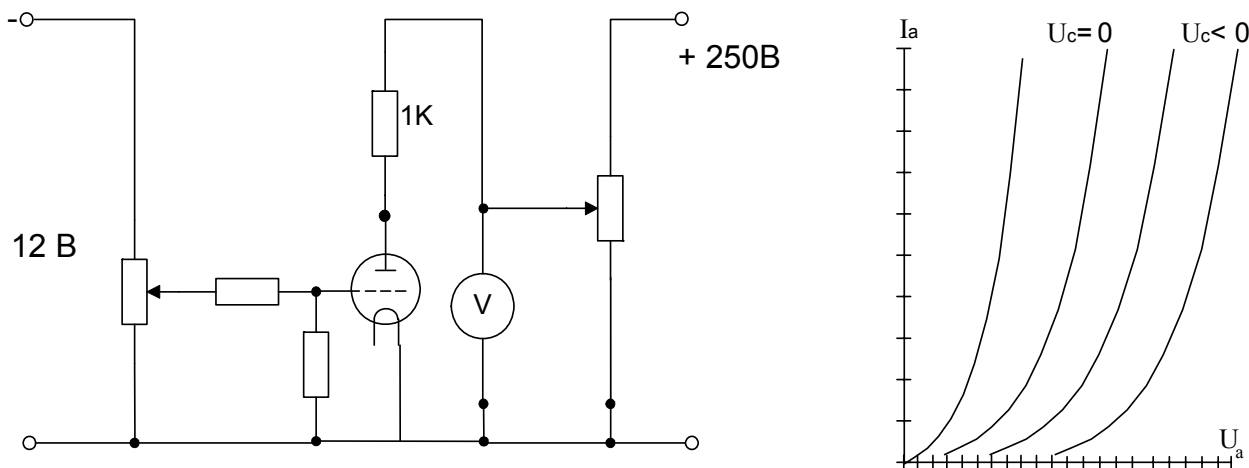


Рисунок 1.1 – Схема для зняття ВАХ електронно-вакуумного триода

2. Зняти сімейство анодних характеристик $I_a = f(U_a)$ при $U_c = -1, -2, -3, -4, -5$ В. Величину струму визначити непрямим шляхом для чого необхідно міряти напругу на резисторі 1 кОм, і вирахувати величину струму анода. Результати вимірювань записати в таблицю 1.1

Таблиця 1.1 – Дані для побудови вихідних характеристик

№	$U_c = 0$ В		$U_c = -1$ В		$U_c = -2$ В		$U_c = -3$ В		$U_c = -5$ В		$U_c = +1$ В	
	I_a	U_a	I_a	U_a	I_a	U_a	I_a	U_a	I_a	U_a	I_a	U_a

3. Змінити полярність напруги на управляючій сітці. Включити в коло резистор 100 кОм і зняти анодну характеристику при позитивній напрузі на управляючій сітці 1В. Дані занести в таблицю 1.1.

4. Зняти сімейство анодно - сіткових характеристик $I_a = f(U_c)$ при $U_a = 40$ В, 80 В, 100 В. Дані занести в таблицю 1.2

Таблиця 1.2 – Дані для побудови анодно-сіткових характеристик

№	$U_a = 40$ В		$U_a = 80$ В		$U_a = 100$ В	
	I_a	U_c	I_a	U_c	I_a	U_c

5. Визначаючи струм сітки, зняти сіткові характеристики $I_c = f(U_c)$ при $U_a = \text{const}$.

6. Визначити статичні параметри тріода дослідним шляхом, дані вимірювань записати в таблицю 1.3, при цьому треба виконати наступні вимірювання :

Таблиця 1.3 – Дані для визначення параметрів тріода.

№	U_a	U_c	I_a

а) установити задані викладачем напруги на аноді U_{an} і сітці U_{cn} . Визначити величину струму I_{an} . Дані записати в таблицю 1.3.

б) залишити незмінною анодну напругу U_a , змінити напругу на сітці U_c і визначити струм анода. Дані записати в другий рядок таблиці 1.3.

в) залишити незмінною напругу на сітці U_c , і так змінити напругу на аноді U_a , щоб струм анода став I_{an} . Дані записати в третій рядок таблиці 1.3.

7. Вирахувати параметри тріода :

а) крутість характеристики: $S = \partial I_a / \partial U_c \mid U_a = \text{const}$

б) внутрішній опір тріода: $R_i = \partial U_a / \partial I_a \mid U_c = \text{const}$

в) статичний коефіцієнт підсилення по напрузі:

$$\mu = S r_i = \partial U_a / \partial U_c \mid I_a = \text{const}$$

8. Визначити ці параметри по статичним ВАХ тріода в заданій робочій точці.

9. Для вивчення розподілу електричного струму між анодом і сіткою I_a і I_c зняти характеристики $I_a = f(U_c)$ і $I_c = f(U_c)$ тріода при постійнім аноднім потенціалі $U_a = 5$ В. Обидві характеристики знімати одночасно.

Зміст звіту

1. Довідникові дані досліджуваного тріода, його умовне позначення і цоколювання.
2. Принципову схему для проведення досліду.
3. Таблиці і графіки відповідних ВАХ тріода.
4. Розрахунок параметрів тріода визначених експериментально і графоаналітично, еквівалентні схеми.
5. Побудувати графік залежності $I_a / I_c = f\left(\sqrt{\frac{U_a}{U_c}}\right)$ для $U_a = 5$ В, пояснити характер розподілу струму на окремих ділянках графіка.
6. Висновки по роботі.

Контрольні запитання

1. Яке призначення сітки в тріоді ?
2. Як залежать параметри тріода S , μ , R_i від режиму роботи лампи ?
3. Що таке режим прямого перехвату і режим повернення ?

Лабораторна робота № 2

Дослідження електронно - вакуумного пентода

Мета роботи – познайомитися з конструкцією та принципом дії електронно-вакуумного пентода, експериментально зняти вольт-амперні характеристики і визначити статичні параметри пентодів.

Порядок виконання роботи

1. На універсальному лабораторному стенді зібрати схему (див. рис. 2.1) для зняття вольт - амперних характеристик електронно-вакуумного пентода.

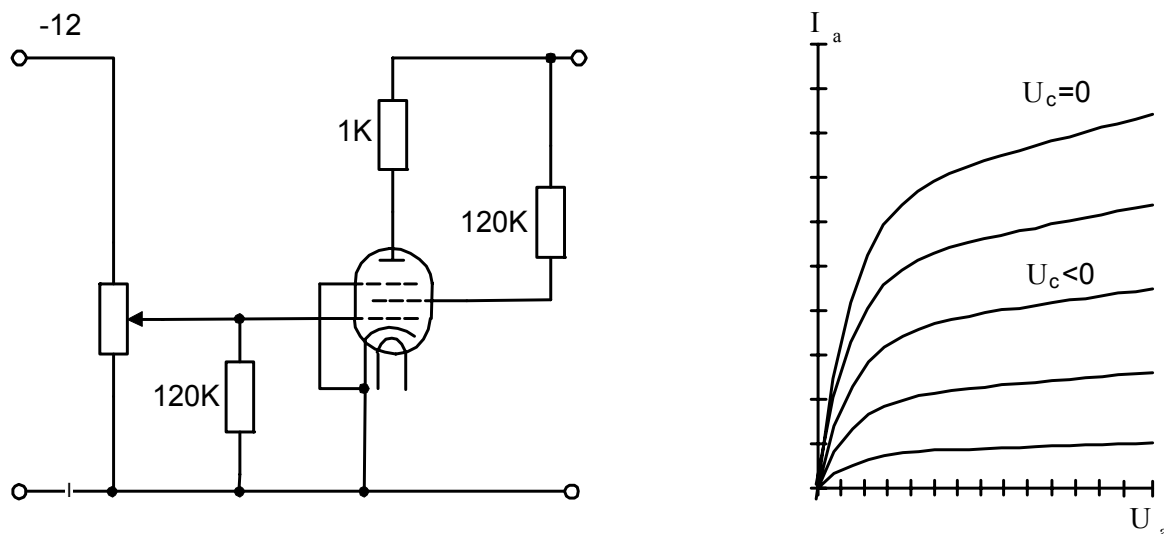


Рисунок 2.1 – Схема для зняття вольт - амперної характеристики електронно-вакуумного пентода

2.Зняти сімейство анодних характеристик $I_a = f(U_a)$ при $U_{c2} = \text{const}$ і $U_{c1} = 0, -1, -2, -3, -5$ В. Величину струму визначати непрямим шляхом для чого необхідно міряти напругу на резисторі 1кОм. Результати вимірювань записати в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Дані для побудови вихідних характеристик

№	$U_{c2} = 0$ В		$U_{c2} = -1$ В		$U_{c2} = -2$ В		$U_{c2} = -3$ В		$U_{c2} = -5$ В		$U_{c2} = +1$ В	
	I_a	U_a	I_a	U_a	I_a	U_a	I_a	U_a	I_a	U_a	U_a	U_a

3.Зняти сімейство анодно - сіткових характеристик $I_a = f(U_{c1})$ при $U_{c2} = \text{const}$ і $U_a = 30, 50, 100$ В. Дані занести в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Дані для побудови анодно - сіткових характеристик

№	$U_a = 30$ В		$U_a = 50$ В		$U_a = 100$ В	
	I_a	U_c	I_a	U_c	I_a	U_c

4. Визначити експериментальним шляхом статичні параметри пентода, дані вимірювань записати в таблицю 2.3 при цьому треба виконати наступні вимірювання :

Таблиця 2.3 – Дані для визначення параметрів пентода

№	U_a	U_c	I_c

а) установити задані викладачем напруги на аноді U_{an} і сітці U_{cn} . Визначити величину струму I_{an} . Дані записати в таблицю 2.3.

б) залишити незмінною анодну напругу U_a , змінити напругу на сітці U_c і визначити струм анода. Дані записати в другий рядок таблиці 2.3.

в) залишити незмінною напругу на сітці U_c , і так змінити напругу на аноді U_a , щоб струм анода став I_{an} . Дані записати в третій рядок таблиці 2.3.

5. Вирахувати параметри пентода :

а) крутість характеристики: $S = \partial I_a / \partial U_c \mid U_a = \text{const}, U_{c2} = \text{const}$

б) внутрішній опір пентода: $R_i = \partial U_a / \partial I_a \mid U_{c1} = \text{const}; U_{c2} = \text{const}$

в) статичний коефіцієнт підсилення по напрузі

$$\mu = S r_i = \partial U_a / \partial U_c \mid I_a = \text{const}, U_{c2} = \text{const}$$

6. Визначити ці параметри по статичним ВАХ пентода в заданій робочій точці.

Зміст звіту

1. Довідникові дані досліджуваного пентода, його умовне позначення і цоколювку.
2. Принципову схему для проведення досліду.
3. Таблиці і графіки відповідних ВАХ пентода.
4. Розрахунок параметрів пентода визначених експериментально і графоаналітично, еквівалентні схеми.
5. Висновки по роботі.

Контрольні запитання

1. Яке призначення екранної та захисної сіток в пентоді?
2. Що значить динатронний ефект в багато електродній лампі?
3. Які типи катодів застосовуються в електронно - вакуумних приладах?

Лабораторна робота № 3

Дослідження осцилографічної електронно - променевої трубки

Мета роботи – вивчити конструкцію, принцип дії осцилографічної електронно-променевої трубки, експериментально визначити основні параметри. Стенд на якому виконується лабораторна робота має високовольтне

джерело напруги, цифровий прилад та осцилографічну електронно - променевою трубку.

Порядок виконання роботи

1.Зібрати схему рисунок 3.1 для дослідження осцилографічної електронно-променевої трубки (ЕПТ).

2. Включити напругу на електроди ЕПТ згідно з указаними в паспорті даними, або близькі до них. Отримати на екрані яскраву, добре сфокусовану пляму променя. Замірити потенціали електродів електронно - променевої трубки модулятора, першого та другого анодів, а також струми катода та променя при цих умовах.

3. Зняти залежність потенціалу першого анода U_{a1} від потенціалу другого аноду $U_{a2} = f(U_{a1})$ при найкращій фокусировці променя.

4. Зняти залежність величини відхилення променя на екрані для горизонтальних та вертикальних відхиляючих пластин від відхиляючої напруги, при номінальному режимі роботи електронно-променевої трубки.

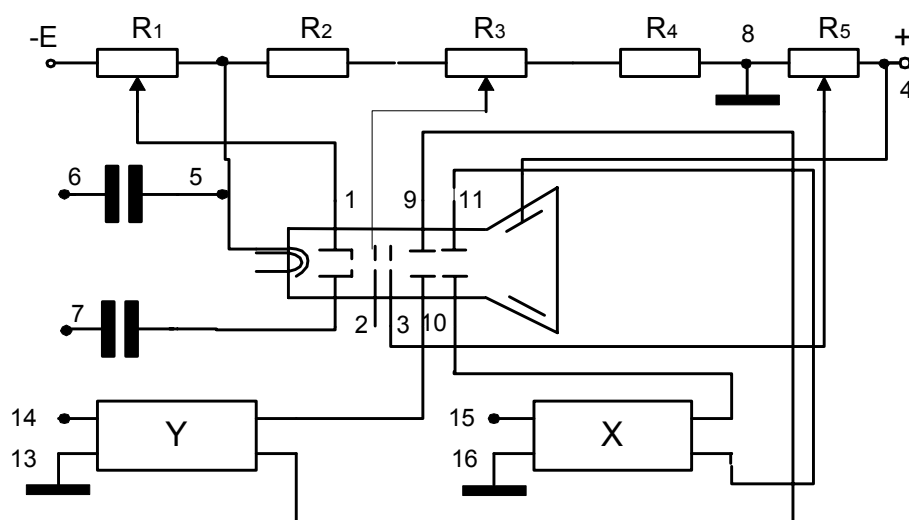


Рисунок 3.1 – Схема для визначення параметрів електронно-променевої трубки

5. Зняти залежність чутливості трубки до відхилення для обох пар пластин від потенціалу другого анода.

6. Визначити чутливість електронно-променевої трубки для горизонтальних та вертикальних відхиляючих пластин.

7. Підключити до відхиляючих пластин змінну напругу від звукового генератора і отримати фігури Лісажу і визначити частоту коливань генератора.

Зміст звіту

1. Привести цоколювку та паспортні дані електронно - променевої трубки .
2. Визначити експериментально параметри осцилографічної ЕПТ.
3. Графіки залежностей знятих в п. 3, 4, 5 та таблиці.

4. Схему вмикання осцилографічної ЕПТ.
5. Перераховані відносно катода напруги усіх електродів.
6. Висновки по роботі.

Контрольні запитання

1. Як формується промінь в електронно - променевих трубках ?
2. Яким способом можна змінювати якість фокусування електронного - променя ?
3. Як залежить струм катода та променя від напруги модулятора і чому ?

Лабораторна робота № 4 Дослідження газорозрядного стабілітрона

Мета роботи – вивчити принципи роботи, конструкцію газонаповненого стабілітрона, експериментально визначити характеристики і параметри стабілітрона.

Порядок виконання роботи

1.Зібрати схему рисунок 4.1 для дослідження газорозрядного стабілітрона.

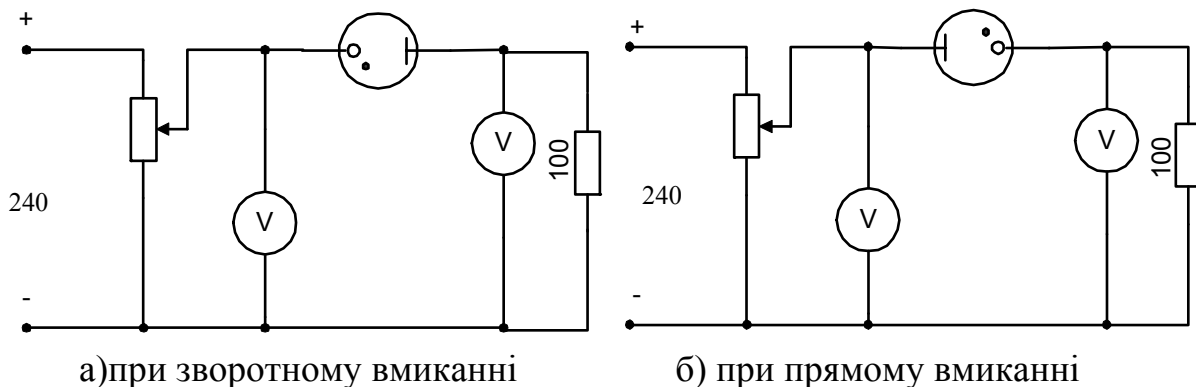


Рисунок 4.1 – Схема для дослідження газорозрядного стабілітрона

2. Збільшуючи напругу живлення, добитися запалювання стабілітрона. Відмітити при цьому напругу запалювання стабілітрона.

3. Включити в коло стабілітрона балансний резистор R_6 , по вказівці викладача, і зняти ділянку стабілізації вольт-амперної характеристики.

4. Установити $E_a = 1,2 U_z$ і збільшуючи R_6 зняти ділянку вольт - амперної характеристики стабілітрона в області малих струмів.

5. Підключити паралельно стабілітрону конденсатор і збільшуючи напругу живлення добитися стійких релаксаційних коливань, визначити мінімальну і максимальну напруги запалення і погасання стабілітрона та амплітуду коливань.

Зміст звіту

1. Цоколювку і параметри стабілітрона тліючого розряду взяті із довідника.
2. Схеми для зняття вольт-амперних характеристик і таблиці.
3. Характеристики стабілітрона зняті експериментально.
4. Окремо побудувати ВАХ газорозрядного стабілітрона на ділянці стабілізації напруги і побудувати графіки залежності напруги стабілізації $U_{ст.}$ від напруги на вході.
5. Визначити основні параметри дослідженого в роботі стабілітрона : напругу запалення U_z , напругу стабілізації, динамічний і статичний опір R_i . і $R_{ст.}$, вирахувати коефіцієнт стабілізації по напрузі $K_{ст.}$
6. Висновки по роботі.

Контрольні запитання

1. Які фізичні процеси відбуваються при тліючому розряді ?
2. Як виникає тліючий розряд в стабілітроні ?
3. За рахунок чого відбувається стабілізація напруги ?
4. Назвіть основні параметри стабілітрона.
5. Для чого в коло включається балансний опір і з яких умов вибирається його величина ?
6. Як визначити коефіцієнт стабілізації по напрузі ?

Лабораторна робота № 5

Дослідження газорозрядного знакового індикатора

Мета роботи – ознайомитися з принципом дії, конструкцією і параметрами індикатора тліючого розряду.

Порядок виконання роботи

1. На універсальному лабораторному стенді зібрати схему рисунок 5.1. для зняття вольт-амперної характеристики одного із знакових індикаторів. Результати вимірювань занести в таблицю 5.1. Величину струму визначати непрямим шляхом для чого необхідно міряти напругу на резисторі 10 кОм і вирахувати величину струму.

Таблиця 5.1 – Дані для побудови вольт - амперної характеристики індикатора

$U_1, В$									
$U_2, В$									
$I, мА$									

2. Під час експерименту замірити потенціал запалення та погасання газорозрядного проміжку, для чого установити +12В., зменшуючи напругу E_a погасити індикатор и визначити напругу запалення.
3. Зібрати схему рисунок 5.2 і визначити час вмикання та вимикання індикатора. Для чого на базу транзистора подати імпульс прямокутної форми

від генератора частотою 30 кГц. і при допомозі осцилографа визначити ці параметри.

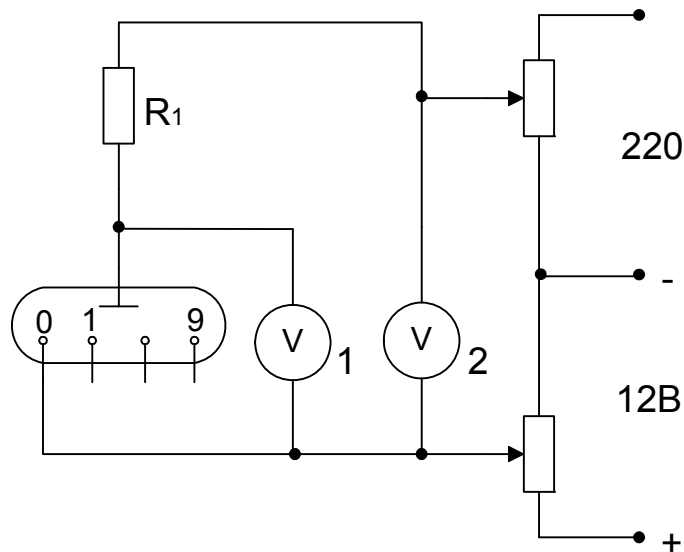


Рисунок 5.1 – Схема для зняття характеристики індикатора тліючого розряду

Зміст звіту

1. Довідникові дані досліджуваного індикатора, його умовне позначення і цоколювку.
2. Принципові схеми для проведення дослідів.
3. Таблицю і графік ВАХ індикатора.
4. Дані для визначення часу вмикання та вимикання індикатора.
5. Висновки по роботі.

Контрольні запитання

1. Назвіть види розрядів в газах.
2. ВАХ газового розряду.
3. Що таке напруга запалення і чим вона визначається?
4. Для чого потрібний обмежуючий резистор?

Рекомендована література

1. Сушков А.Д. Вакуумная электроника: Физико-технические основы: Учебное пособие. – СПб.: Издательство “Лань”, 2004. – 464 с.
2. Руденко В.С. Промислова електроніка. – К.: Либідь, 1993 – 622 с.
3. Виноградов Ю.В. Основы электронной и полупроводниковой техники. – М.: Энергия, 1972 – 536 с.
4. Быков Р.Е. Телевидение. – М.: Высшая школа, 1988 – 248 с.
5. Батушев В.А. Электронные приборы. – М.: Высшая школа, 1980 – 193 с.
6. Жеребцов И.П. Основы электроники. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 451с.