



# ФІЗИЧНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СУЧАСНИХ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>17 – Електроніка та телекомунікації</i>
Спеціальність	<i>171 – Електроніка</i>
Освітня програма	<i>освітньо-наукова програма “Електроніка”</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити ECTS (90 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР</i>
Розклад занять	<i>Вівторок: 10.25 – лекція (I+II тиждень), 8.30 – практичні (I тиждень)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., проф. Кузьмичев Анатолій Іванович, kai74212-eds@iit.kpi.ua, a.kuzmichev@kpi.ua, +38097 0071740 Практичні: доцент Цибульський Леонід Юрійович, cly68298-eds@iit.kpi.ua, +38066 653 5105</i>
Розміщення курсу	<i>Дистанційний ресурс: Google classroom – <a href="https://classroom.google.com/u/1/c/MTUyNzYyOTIxMzU2">https://classroom.google.com/u/1/c/MTUyNzYyOTIxMzU2</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Рівень промислового виробництва розвинених країн визначається їх здатністю виробляти передову електроніку: сучасні електронні інформаційно-телекомунікаційні системи, багатофункціональні вироби мікроелектроніки, твердотільну НВЧ електроніку, прилади оптоелектроніки та ін. Сучасна електроніка являє собою інноваційний і високоприбутковий сектор економіки зі стабільним і швидко зростаючим попитом. При цьому найбільша потреба є в створенні електронних систем на базі існуючих електронних компонентів. Тому дисципліна «Фізичні принципи побудови сучасних електронних систем» займає важливе місце в підготовці аспірантів – майбутніх докторів філософії (PhD) зі спеціальності 171 “Електроніка”.

**Предметом навчальної дисципліни** «Фізичні принципи побудови сучасних електронних систем» є фізичні принципи дії та побудови, параметри і характеристики, галузі застосування сучасних електронних систем актуального на даний час призначення.

**Мета та завдання навчальної дисципліни** є вивчення та освоєння аспірантами знань по фізичних принципах дії та побудови, параметрам і характеристикам, галузям застосування сучасних електронних систем на прикладі електронних систем різного типу.

**Здобувачі-аспіранти повинні мати здатність:**

– використовувати знання по фізичним принципам дії та побудови, параметрам і характеристикам сучасних електронних систем у практичній діяльності по розробці таких систем;

– впроваджувати у розробки та технології виробництва сучасних електронних систем новітніх твердотільних, плазмових, оптоелектронних, вакуумних та інших приладів на базі нових матеріалів, включаючи наноматеріали.

**Основні завдання навчальної дисципліни.** Після засвоєння навчальної дисципліни здобувачі мають продемонструвати такі знання та уміння:

**ЗНАННЯ:**

- фізичних процесів, які покладені в основу роботи електронних систем;
- принципи побудови, дії та функціонування електронних систем;
- основні параметри та характеристики електронних систем типового та спеціального застосування;
- перспективи розвитку електронних систем по видам застосування

**УМІННЯ:**

- вільно орієнтуватися в сучасних методах вибору структури та компонентів електронних систем в залежності від їх застосування;
- виконувати розрахунків та розробки сучасних електронних систем, використовую сучасні методи проектування;
- застосовувати набуті знання в практичній діяльності за фахом;
- самостійно працювати з навчальною та науково-технічною літературою.

Дисципліна сприяє формуванню таких **компетентностей**:

**ФК 1** Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у електроніці та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з електроніки та суміжних галузей;

**ФК 3** Здатність застосовувати інформаційні, комунікаційні та мультимедійні технології, математичне і комп'ютерне моделювання процесів у електронних пристроях та системах, бази даних, методи штучного інтелекту, хмарних обчислень, інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій, професійній та навчальній діяльності;

**ФК 4** Здатність оцінювати та підвищувати інноваційну та комерційну привабливість розробки, виробництва та експлуатації електронних компонентів, пристроїв та систем.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

**ПРН1** Мати передові концептуальні та методологічні знання з електроніки і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань, їх використання у власних дослідженнях та викладацькій практиці;

**ПРН4** Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у електроніці та дотичних міждисциплінарних напрямках, у педагогічній практиці;

**ПРН5** Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з електроніки та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних теорій, методів, інструментів, інформаційно-комунікаційних технологій, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

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

**Пререквізити:** Дисципліна «Фізичні принципи побудови сучасних електронних систем» ґрунтується на знаннях, отриманих аспірантами при вивченні таких дисциплін, які передують їй, як «Загальна фізика», «Фізичні основи електроніки» «Теорія поля», «Прикладна оптика», «Електронні системи», «Електронно-променеві пристрої та їх твердотільні аналоги», «Техніка та прилади надвисоких частот», «Системи контролю, реєстрації та відображення інформації», «Електронні системи контролю якості та діагностики», «Плазмова та імпульсна електроніка» та дисциплін технологічного і екологічного напрямків.

**Постреквізити:** Наукова робота за темою докторської дисертації.

### 3. Зміст навчальної дисципліни

#### Розподіл навчального часу за видами занять і завдань згідно з робочим навчальним планом

Семестр	Навчальний час		Розподіл ауд. годин				Самостійна робота аспірантів
	Кредити	Акад. год.	Всього	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Проробка лекційного матеріалу, підготовка к МКР, практичним заняттям, к заліку
3	3	90	39	26	13	0	51

#### Перелік розділів і тем всієї дисципліни

##### Розділ 1. Загальні питання побудови сучасних електронних систем

**Лекція 1.** Загальний огляд навчальної дисципліни та методики опанування навчального матеріалу. Визначення електронної системи. Типові приклади електронних систем.

Рекомендована література: 1-3, 8, д1-д3.

**Лекція 2.** Базові фізичні принципи побудови сучасних електронних систем.

Рекомендована література: 1-9, д3, д4, д9, д14-д19.

**Лекція 3.** Класифікація електронних систем за різними ознаками.

Рекомендована література: 1,3,8, д3, д4, д14, д15.

##### Розділ 2. Фізичні принципи побудови сучасних технологічних електронних систем

**Лекція 4.** Мікроелектронні та нанофотонні системи. Метаматеріальні системи.

Рекомендована література: 1,8,10, д5-д13.

**Лекція 5.** Вакуумні технологічні електронні системи.

Рекомендована література: 4,6,7,11,12, д11-д13.

**Лекція 6.** Електронно-променеві системи.

Рекомендована література: 1,4,6,7,12.

**Лекція 7.** Іонно-плазмові електронні системи для електронної, оптичної і машинобудівної промисловості.

Рекомендована література: 1,4-7, д12, д21.

##### Розділ 3. Фізичні принципи побудови електронних систем для неруйнівного контролю і діагностики для забезпечення якості промислової продукції

**Лекція 8.** Загальна характеристика засобів неруйнівного контролю. Значення неруйнівного контролю і діагностики для забезпечення якості промислової продукції. Класифікація видів та методів неруйнівного контролю. Порівняння та співставлення методів неруйнівного контролю.

Рекомендована література: 1, д7, д8.

**Лекція 9.** Фізичні основи радіохвильових методів неруйнівного контролю. Основні особливості електромагнітних процесів і взаємодії радіохвильового випромінювання з об'єктами контролю у НВЧ-діапазоні. Питання побудови НВЧ апаратури для роботи з різними об'єктами.

Рекомендована література: 1, д4, д7, д8.

**Лекція 10.** Система контролю на базі НВЧ генератору-імітатору сонячного світла для випробування його дії на полімерні матеріали. Контроль характеристик діелектричних матеріалів під дією НВЧ випромінювання і плазми НВЧ розряду. Індикатори і датчики НВЧ випромінювання. Датчики на базі антен з кільцевих резонаторів. Тестування відбивних та екрануючих властивостей об'єктів контролю. Математичні методи проектування датчиків та інших пристроїв для систем контролю.

Рекомендована література: 1, д20-д23.

**Лекція 11.** Фізичні принципи побудови електронних систем екологічного контролю. Системи для фотометрії газових і конденсованих середовищ та атомно-спектрального аналізу.

Рекомендована література: 1, д9.

#### **Розділ 4. Мережні електронні системи (сіткові ЕС)**

**Лекція 12.** Принципи і топологія побудови мережних електронних систем (сіткові ЕС)

Рекомендована література: 1, д14-д19.

**Лекція 13.** Бездротові мережні електронні телекомутаційні системи.

Рекомендована література: 1, д14-д19.

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### **Базові джерела**

1. Денбновецький С.В., Лещишин О. В. Електронні системи: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 288 с.

<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41073>

2. Петергеря Ю. С., Жуйков В. Я., Терещенко Т. О. Інтелектуальні системи забезпечення енергозбереження житлових будинків. Навчальний посібник. – К.: Медіа-ПРЕС, 2008. – 256 с

<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19024>

3. Зангер Г. Электронные системы. Теория и применение. – М.: Мир, 1980. – 389 с.

<http://padabum.com/d.php?id=16542>

4. Кузьмичев А.І. Газорозрядні системи з вторинними емітерами для електронної апаратури : дис. ... д-ра техн. наук : 05.27.02 – вакуумна, плазмова та квантова електроніка. – Київ, 2018. – 425 с.

<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/23237>

5. Андрієнко О. В., Кузьмичев А. І., Дрозд І. М. Газорозрядні системи атмосферного тиску для біомедичних застосувань // Електронна та акустична інженерія. –2020. – Т. 3. – № 3. – С. 11-15.

<https://doi.org/10.20535/2617-0965.2020.3.3.198711>

6. Кузьмичёв А.И., Бабинов Н.А., Лисенков А.А. Плазменные эмиттеры источников заряженных и нейтральных частиц. – Киев: Аверс, 2016. – 181 с.

7. Кузьмичев А. И., Устинов А. И., Руденко А. Э., Дрозд И. М. Гибридные системы для электронно-лучевого испарения и ионного распыления // Сучасна електрометалургія. – 2019. – № 4. – С. 18-25.

<https://doi.org/10.15407/sem2019.04.03>

8. IEEE Standard for Design and Verification of Low-Power, Energy-Aware Electronic Systems. – USA, New York: IEEE, Inc., 2017.

[doi:10.1109/ieeestd.2019.8686430c](https://doi.org/10.1109/ieeestd.2019.8686430c)

9. Rosu M., Zhou P., Lin D., Power Electronics and Drive Systems / In book: Multiphysics Simulation by Design for Electrical Machines, Power Electronics, and Drives. – Wiley-IEEE Press, 2017. – P. 251-281.

[doi:10.1002/9781119103462.ch6](https://doi.org/10.1002/9781119103462.ch6)

10. Microelectronic System Design in the Field of Time-Average-Frequency: A Paradigm Shift / From Frequency to Time-Average-Frequency. – John Wiley & Sons, Inc., 2015. – P. 67–129.

[doi:10.1002/9781119102175.ch5](https://doi.org/10.1002/9781119102175.ch5)

11. Volpian O. D., Krikunov A. I., Kuzmichev A. I. et al. Magnetron sputtering system with reactive plasma assisting for deposition of  $Ti_xZr_{1-x}O_2$  coating resistant to laser radiation // Journal of Physics. CS. – 2019. – Vol. 1396. – P. 012044

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1396/1/012044/pdf>

12. Volpian O. D., Kuzmichev A. I., Churikov D. V. Ion-vacuum technology for manufacturing elements for nanogradient optics and metamaterials // Journal of Physics. CS. – 2019. – Vol. 1281. – P. 012090.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1281/1/012090/pdf>

### Додаткові джерела

- д1. Згуровський М. З., Панкратова Н. Д. Основи системного аналізу. — К.: Видавнича група BVH, 2007. — 544 с.
- д2. Антонов А. В. Системный анализ. — М.: Высшая шк., 2004. — 454 с.
- д3. Голубенко Д. Л., Петров А. С., Кашура А. Л. Теория технических систем. — К.: Арістей, 2005. — 240 с.
- д4. Казаринов Ю. М. Радиотехнические системы. — М.: Высш.шк., 1990. — 496 с.
- д5. Вольпян О.Д., Кузьмичёв А.И. Отрицательное преломление волн. Введение в физику и технологию электромагнитных метаматериалов. — Киев: Аверс, 2012. — 360 с.
- д6. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. — М.: Лаборатория базовых знаний. — М.: Наука, 2002. — 832 с.
- д7. Радіофізичні методи діагностики матеріалів і середовищ : підручник / Г. С. Воробйов, Г. О. Пономарьова, С. Р. Михайлов та ін. — Суми: Сумський державний університет, 2014. — 222 с.
- д8. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник: В 2-х кн. / Под ред. В.В. Ключева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1986.
- д9. Оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды: Учебное пособие для вузов / В.И. Козинцев, В.М. Орлов, М.Л. Белов и др. Под ред. В.Н. Рождествина. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. — 528 с.
- д10. Пацюра И. В., Корнейчук В. И., Довбыш Л. В. Надежность электронных систем. — К.: Світ, 1997. — 128 с.
- д11. Вакуумная техника: Справочник / У.С. Фролов, В.Е. Минайчев, А.Т. Александрова и др. — М.: Машиностроение, 1985. — 360 с.
- д12. Автоматизация технологического оборудования микроэлектроники / Под ред А.А. Сазонова. — М.: Высшая школа, 1991. — 334 с.
- д13. Микропроцессорное управление технологическим оборудованием микроэлектроники / Под ред. А.А. Сазонова. — М.: радио и связь, 1988. — 264 с.
- д14. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. Изд. 2-е. — М.: Вильямс, 2006. — 1104 с.
- д15. Томаси У. Электронные системы связи. — М.: Техносфера, 2007. — 1360 с.
- д16. Волков Л. Н., Немировский М. С., Шинаков Ю. С. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики. — М.: Эко-Трендз. 2005. — 392 с.
- д17. Столлингс В. Беспроводные линии связи и сети. — М.: Вильямс, 2003. — 640 с.
- д18. Ипатов В. П. и др. Системы мобильной связи. — М.: Горячая линия-Телеком, 2003. — 272 с.
- д19. Попов В. И. Основы сотовой связи стандарта GSM. — М.: Эко-Трендз, 2005. — 296 с.
- д20. Перевертайло, В. В. Резонансні надвисокочастотні системи у допробійному електричному режимі : дис. ... д-ра філософії : 171 - електроніка / Перевертайло Володимир Володимирович, Наук. кер. Кузьмичев, Анатолій Іванович. — Київ, 2020. — 152 с. Ресурс: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38394>. Дисертації (вільний доступ); Дисертації (ЕПС): [Perevertailo\\_dys.pdf](https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38394).
- д21. Kuzmichev A. I., Ivashchenko V. I., Perevertailo V. V., Skrynskyi P. L. Magnetron Sputtering System for Deposition of Multinanolayered Coatings With Reactive Gas Activation in Microwave Discharge // IEEE Transactions on Plasma Science (USA). — 2016. — Vol. 44. — No 12. — P. 3028-3031.

д22. Кузьмичёв А.И., Перевертайло В.В., Мумладзе А.В. СВЧ газоразрядный светильник на парах серы // – Электроника и связь (Киев). – 2015. – Т. 20. – № 5(88). – С. 15-20.

д23. Perevertailo V., Kuzmichev A. Simulation of microwave plasma generator of waveguide-resonator type / . – Proc. XIII Int. Conf. “Electronics and Applied Physics” (Taras Shevchenko NU of Kyev , 24-27 Oct., 2017, Kyiv, Ukraine. Pp. 178-179.

**Базові джерела** є доступними через електронний архів КПІ ELAKPI, Google Classroom, а також в Інтернеті.

**Додаткова література** є в бібліотеці КПІ та методичному кабінеті (лаб. 107-12) на кафедрі ЕПС, а також у доступі в Інтернеті.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальна інформація надається викладачем на аудіо он-лайн заняттях у вигляді презентацій лекційного матеріалу, а також на практичних заняттях (ПЗ) у вигляді презентацій, виконаних аспірантами, а також за рахунок їх самостійної роботи. Для опанування навчальної дисципліни у відповідності з календарним планом лекцій аспіранти опрацьовують наданий матеріал після лекцій із складанням анотованого конспекту; для цього викладач викладає у Class Room матеріал своїх презентацій. Тематика лекцій і рекомендована література наведені в розділі 3. Викладач контролює якість конспектів з нарахуванням балів (див. розділ 8).

**Практичні заняття** виконуються в он-лайн режимі на платформі ZOOM згідно розкладу занять. На заняттях аспіранти виступають з презентаціями на індивідуальну тему, яка відповідає тематиці даної дисципліни і узгоджена з викладачем. Використовується базова і додаткова література з наведеного списку та ресурси Інтернету. **У Додатку 1 наведені приклади тем презентацій.**

### 6. Самостійна робота аспіранта

Рекомендації, поради та орієнтації щодо організації самостійної роботи аспірантів з навчальної дисципліни надаються в процесі читання лекцій та на практичних заняттях. Зокрема рекомендується наступне.

В процесі самостійної роботи з лекційним матеріалом аспіранти складають кратний анотований конспект (тобто розширену анотацію матеріалу лекції) з ціллю закріплення та заглиблення знань з навчальної дисципліни.

Самостійна робота охоплює усі розділи курсу, але якусь частину курсу аспірант вивчає більш заглиблено і складає по ній презентацію і виступає з докладом на практичних заняттях. Тема презентації відповідає напрямку дисертаційної роботи аспіранта. При виконанні самостійної роботи застосовується література, яка повідомляється аспірантам на початку курсу. Крім того, аспіранти самостійно здійснюють бібліографічний добір спеціальної науково-технічної і довідкової літератури в бібліотеках, у комп'ютерних базах даних і через інформаційні мережі Інтернету. Використовуються усі доступні способи одержання інформаційних матеріалів. Головні розділи анотованого конспекту лекційного матеріалу: введення в проблему, головний зміст, що розкриває тему, розрахунки, рисунки та необхідні креслення, висновки і список використаної літератури. Анотований конспект виконується у вигляді письмової роботи. Готові розширені анотації лекцій надсилаються викладачу у Classroom.

У Додатку 1 наведені приклади тем презентацій для практичних занять. Готові презентації після доповіді також викладаються у Classroom. У роботі над заглибленою темою (презентацією) дається обґрунтування постановки проблеми, визначення шляхів її вирішення, аналіз, порівняння й оцінка варіантів вирішення. Також дається приклад конструкторської і системної реалізації приладів та пристроїв плазмової та імпульсної електроніки.

Самостійна робота аспірантів також включає час на повторення матеріалу перед контрольними роботами.

Загальний час на самостійну роботу вказаний в розділі 3 “Зміст навчальної дисципліни” даного Силабуса.



## 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

На першій лекції викладач інформує аспірантів о порядку і вимогах до роботи з навчальної дисципліни (відвідування занять, як лекцій, так і практичних занять (у 2020/21 навч. році – он-лайн), про використання платформи G-Suit, Class-Room, виконання анотованих конспектів, презентацій для ПЗ, терміну здачі учбових завдань, правила поведінки на заняттях, активності, використання засобів зв'язку з викладачем та ін.).

Проробка лекційного матеріалу супроводжується складанням стислого конспекту (розширеної анотації матеріалу), наявність і якість якого враховується у рейтингу. При демонстрації презентації, передбачається дискусія і бесіда зі аспірантом за темою роботи.

### **Також виконуються вимоги:**

- політики щодо виконання порядку організації навчального процесу, у тому числі дед-лайнів та наявного порядку перекладань;
- політики щодо академічної доброчесності;
- інші організаційні вимоги, що не суперечать законодавству України та нормативним документам Університету.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

**Поточний контроль:** контроль присутності на лекціях, опитування за темою заняття, контроль конспектів лекційного матеріалу, МКР і презентацій.

**Календарний контроль: провадиться двічі на семестр** як рубіжний моніторинг (атестації) поточного стану виконання вимог Силабусу:

- перша атестація отримується з результатів опрацювання першої частини лекційного матеріалу, тобто при наявності відповідних анотованих конспектів лекцій і успішного виконання завдань МКР з опрацьованого матеріалу;
- друга атестація отримується з результатів опрацювання другої частини лекційного матеріалу, тобто при наявності відповідних анотованих конспектів лекцій, успішного виконання завдань другої МКР з опрацьованого матеріалу і зробленої презентації на задану тему.

### **Семестровий контроль: залік.**

**Умови допуску до семестрового контролю:** мінімально позитивна оцінка (не менше 60 балів) за виконання завдань з роботи з лекційним матеріалом, контрольних робіт і зарахування презентації на практичних заняттях.

### **Рейтинг з опрацювання лекційного матеріалу (30 балів)**

Аспірант веде рукописні анотовані конспекти лекцій (КЛ), які пред'являє викладачу для оцінювання: 1-а частина КЛ до 1-й атестації, 2-а частина КЛ до 2-й атестації; тобто КЛ контролюється перед атестаціями, а оцінюється в цілому перед заліком. Під час модульної і залікової контрольних робіт конспекти повинні бути у Classroom.

В випадку відсутності конспектів лекцій аспірант не допускається до модульних контрольних робіт та заліку.

Якість конспектів лекцій (КЛ) оцінюється за такими критеріями (**максимальний бал – 30**):

- повнота викладу матеріалу лекції,
- якість тексту та рисунків,
- доповнення нотатками при самостійному опрацюванню лекційного матеріалу.

За кожний тиждень запізнення з поданням конспекту від встановленого терміну оцінка знижується на один бал.

### **Рейтинг з презентації на практичних заняттях (30 балів)**

В презентаціях з матеріалом, який винесено на самостійне опрацювання (див. **Додаток 1**), повинно відображатися наступне:

- принцип роботи;
- базові рисунки (ескізи);

- опис процесів;
- параметри;
- використання в технології виробництва електронних приладів та пристроїв.

Якість презентації оцінюється за такими критеріями:

- “відмінно”, творчий підхід до розкриття теми – 30 балів,
- “дуже добре”, глибоке розкриття теми, відображена власна позиція – 20-29 балів,
- “добре”, розкриття теми, відображена власна позиція – 10-19 балів,
- “задовільно”, обґрунтоване розкриття теми з певними недоліками – 6-9 балів,
- “достатньо”, тему розкрито неповністю – 4 балів,
- “незадовільно”, тему не розкрито, презентація не захищена – 0 балів.

### Модульна та залікова контрольні роботи

Дві частини модульної контрольної роботи (МКР) мають ціллю перевірку знань аспіранта. МКР – це письмова відповідь на запитання за тематикою курсу (тематика у загальному вигляді наведена в розділі 3 даного Силабуса). При виконанні МКР двома частинами (по 45 хв.) даються відповіді на 3 запитання в кожній частині.

Рейтинг аспіранта з МКР (**20 + 20 = 40 балів**) оцінюється за такими критеріями для кожної частини МКР:

- “відмінно”, повна відповідь (не менше 95 % потрібної інформації) теми – 20 балів,
- “дуже добре”, достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 16-19 балів,
- “добре”, добра відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з неточностями – 9-15 балів,
- “задовільно”, неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 4-8 балів,
- “достатньо”, тему розкрито неповністю – 3 балів,
- “незадовільно”, незадовільна відповідь – 0 балів.

Аспіранти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу. При цьому до балів, які має аспірант, додаються бали за залікову контрольну роботу і ця рейтингова оцінка є остаточною. Завдання контрольної роботи складається з питань різних розділів навчальної програми з переліку, При рейтингу менше 60 балів завдання складається з 6 питань; при рейтингу більш 60 балів – з 3 питань. Додаткове питання отримують аспіранти, які не брали участі у написанні МКР. Незадовільна відповідь з додаткового питання знижує загальну оцінку.

### ЗАЛІК

Аспіранти, які набрали протягом семестру потрібну кількість балів для позитивної оцінки (60 балів і більше), мають такі можливості:

- не складати залік а отримати оцінку з дисципліни “автоматом” відповідно до набраного рейтингу;
- складати залік з метою підвищення оцінки;
- у разі отримання на заліку оцінки, нижчої від рейтингової, за аспірантом зберігається оцінка, отримана “автоматом”.

Аспіранти, рейтинг яких відповідає оцінці “незадовільно”, зобов’язані складати залік.

Аспіранти, які за семестровим рейтингом не допущені до заліку з цієї дисципліни, зобов’язані підвищити його до початку залікової сесії до рівня не менше 40. У разі невиконання цієї умови вони матимуть академічну заборгованість.

**Залік** – письмовий у вигляді заліковій контрольній роботи. Залікове завдання складається з 6 питань при рейтингу менше 60 балів; при рейтингу більш 60 балів – з 3 питань. Додаткове питання отримують аспіранти, які не брали участі у написанні МКР. Завдання контрольної роботи складається з питань різних розділів навчальної програми з переліку тем, що наданий в Силабусі. Кожне запитання має власний рейтинг складності.

Максимальна оцінка за залікову контрольну роботу – **20 балів**.



Оцінка, у разі складання заліку, визначається за сумою семестрових та залікових балів відповідно до таблиці:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### Додаток 1

#### Теми самостійних робіт і презентацій

1. Типові гідроакустичні системи
2. Апаратна система для оцінювання якості звучання приміщення
3. Електроенцефалографічна система для дослідження біоелектричної активності головного мозку людини під дією низькочастотного музичного фрагмента
4. Система шумопеленгування малих повітряних об'єктів
5. Система для перетворення акустичного шуму на електричну енергію з використанням п'єзокерамічних елементів
6. Удосконалення методів передавання відеоконтенту засобами електронних мультимедійних систем
7. Сферична випромінювальна гідроакустична антенна система.
8. Система електроживлення з використанням сонячних панелей. Аналіз впливу топології та системи керування інвертора на гармонійний склад вихідної напруги
9. Система для зменшення теплових втрат в лінії електропередачі.

### Додаток 2

#### Перелік контрольних запитань для семестрового контролю

1. Визначення ЕС, підсистеми, надсистеми. Властивість емерджентності.
2. Відмітні принципи ЕС.
3. Послідовне та паралельне з'єднання лінійних підсистем в ЕС.
4. Зворотний зв'язок в лінійних ЕС. Формула Мезона для передавальної характеристики.
5. З'єднання підсистем у локальну мережу: ланцюгова, шинна, зіркова, кільцева, зіркова-шинна, зіркова-кільцева, складні топології, ієрархічні кільця та зірки, комбінована ієрархічна топологія.
6. З'єднання підсистем у глобальну мережу: однорангова топологія, кільцева, зіркова, повна сітка, часткова сітка, дворівнева та гібридна топологія.
7. Перетворення структур в лінійних ЕС.
8. Загальні характеристики послідовного та паралельного з'єднання нелінійних ланок в ЕС.

9. Формування сигналів в прямій та зворотній розгортувальних системах.
10. Паралельна обробка інформації: конвеєрна, функціональна, матрична, векторна, мультипроцесорна.
11. Методи розділення сигналів в ЕС: частотний, часовий, частотно-часовий, кодовий, просторовий, поляризаційний.
12. Гетеродинний метод перенесення спектра частот.
13. Схеми фазового автопідстроювання частоти в ЕС.
14. Об'єднання принципів ієрархії, координації, агрегації, композиції, декомпозиції та уніфікації при створенні ЕС.
15. Принцип побудови нано ЕС.
16. Використання штучного інтелекту при проектуванні та створенні ЕС.
17. Штучні нейронні мережі в ЕС.
18. Класифікація ЕС за різними ознаками.
19. Проектування ЕС, різновиди проектування, САПР.
20. Забезпечення САПР ЕС.
21. Рівні проектування ЕС: мікрорівень, макрорівень, системний рівень.
22. Низхідне та висхідне проектування ЕС.
23. Типові проектні процедури.
24. Інформація та форми її подання.
25. Ентропія, як міра інформативності джерела сигналу.
26. Властивості ентропії.
27. Умовна ентропія та енергія об'єднання статистично залежних та незалежних ансамблів.
28. Диференціальна ентропія.
29. Ентропія та кількість інформації в ЕС із зворотним зв'язком.
30. Визначення характеристик та параметрів ЕС.
31. Точність, похибка, ентропійна похибка.
32. Чутливість, роздільна здатність, динамічний діапазон ЕС.
33. Динамічні характеристики ЕС та зв'язок між ними.
34. Просторові динамічні характеристики.
35. Об'єм сигналу, об'єм каналу та їх узгодження.
36. Пропускна здатність каналу зв'язку.
37. Визначення властивостей надійності ЕС.
38. Функції та параметри надійності елементів та систем.
39. Експериментальне визначення характеристик та параметрів надійності ЕС. Типова гістограма відмов компонентів.
40. Різновиди перешкод в ЕС.
41. Характеристики та параметри випадкових сигналів.
42. Властивість ергодичності, визначення та вимірвання характеристик та параметрів випадкових сигналів за однією реалізацією.

43. Енергетичний спектр випадкових сигналів.
44. Функція кореляції випадкових, періодичних та одиничних імпульсних сигналів.
45. Зв'язок енергетичного спектра з функцією кореляції. Формули Вінера-Хінчина.
46. Функції кореляції для широкосмужних та вузькосмужних рівномірних енергетичних спектрів.
47. Широкосмужний гаусівський енергетичний спектр та його функція кореляції.
48. Експоненціальна функція кореляції та її енергетичний спектр.
49. Закони розподілу ймовірностей випадкових сигналів.
50. Теплові шуми та їх характеристики.
51. Дробові шуми в електронних приладах.
52. Генераційно-рекомбінаційні шуми в твердотільних приладах.
53. Флікерні шуми та шуми типу  $1/f$ .
54. Коефіцієнт шуму та його зв'язок з параметрами шумів в однокаскадних та багатокаскадних підсилювачах.
55. Система масового обслуговування. Функціонування, параметри інформаційних потоків.
56. Дисципліна обслуговування та її імовірнісні характеристики.
57. Електронна телекомунікаційна система. Визначення та функціональне призначення її блоків.
58. Реалізація скалярних методів ущільнення сигналів.
59. Вузькосмужна модуляція дворівневими та трирівневими імпульсними сигналами. М-арна вузькосмужна модуляція.
60. Смужева модуляція та її типи. Смужево-ефективні методи модуляції.
61. Розширення спектра сигналу методом прямої послідовності і стрибкоподібного перестроювання частоти.
62. Генерація псевдовипадкових послідовностей. Критерії випадковості ПВП: збалансованість, циклічність, кореляція.
63. На прикладах амплітудної і біфазної смужової модуляції пояснити розширення спектра сигналу на передавальній стороні ЕТКС і відновлення спектра сигналу на приймальній стороні.
64. Блоки множинного доступу передавача для різних методів ущільнення сигналів.
65. Передавач ЕТКС і різні лінії зв'язку.
66. Передавальні і приймальні антени, їх характеристики та параметри.
67. Шуми і зменшення потужності сигналу в каналі зв'язку.
68. Особливості широкосмужних ЕС.
69. Схеми синхронізації розширювальних функцій в приймальній частині ЕТКС.
70. Вузькосмужні демодулятори.
71. Когерентне та некогерентне виявлення сигналів.
72. Кореляційні приймачі смужової фазової та частотної модуляції.
73. Квадратурні приймачі для некогерентного виявлення сигналів.
74. Синхронізація в ЕТКС.

75. Схеми кадрової та фазової синхронізації.

**Робочу програму навчальної дисципліни (Силабус):**

**Складено** д.т.н., проф. Кузьмичевом Анатолієм Івановичем

**Ухвалено** кафедрою електронних пристроїв та систем (протокол № 11 від 24.06.2020 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 06/20 від 24.06.2020 )