

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра фізичної та біомедичної електроніки

Затверджено

На засіданні КФБМЕ
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 28 серпня 2024 р.)

Завідувач кафедри Бордун О.М.



Силабус з навчальної дисципліни
«САПР В ЕЛЕКТРОНІЦІ»,
що викладається в межах ОП «Електроніка та комп'ютерні
системи» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для
здобувачів з спеціальності
171 «Електроніка»

Назва дисципліни	САПР в електроніці
Адреса викладання дисципліни	м. Львів, вул. Драгоманова, 50
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра фізичної та біомедичної електроніки
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації, 171 Електроніка
Викладачі дисципліни	Кухарський Ігор Йосифович, канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри
Контактна інформація викладачів	ihor.kukharsky@lnu.edu.ua https://electronics.lnu.edu.ua/employee/kukharsky-ihor-josyfovych/
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекційних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі онлайн консультації через MS Teams. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	https://electronics.lnu.edu.ua/course/sapr-v-elektronitsi/
Інформація про дисципліну	Дисципліна «САПР в електроніці» є нормативною дисципліною зі спеціальності 171 «Електроніка» для освітньої програми «Електроніка та комп'ютерні системи», яка викладається в 7-му семестрі в обсязі 5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Навчальну дисципліну розроблено таким чином, щоб надати студентам необхідні знання, обов'язкові для розуміння процесу проектування в електроніці та роль систем автоматизованого проектування в роботі інженера-проектанта. Зокрема, розглянуто: що таке проект, етапи проектування, види конструкторської документації, створення принципової електричної схеми та проектування друкованих плат, САПР, роль САПР в проектуванні, забезпечення САПР.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення нормативної дисципліни «САПР в електроніці» є ознайомлення студентів з основами комп'ютерного проектування із застосуванням сучасних пакетів прикладних програм для автоматизованого проектування радіоелектронної апаратури, принципами функціонування САПР, а також одержання практичних навичок ефективного використання сучасних САПР в задачах автоматизованого проектування електронних пристроїв.
Література для вивчення дисципліни	<i>Основна література:</i> <ol style="list-style-type: none"> 1. В. Г. Губар, І. О. Адаменко. Фізико-теоретичні основи проектування радіоелектронної апаратури. [Електронний ресурс] : навч. посіб. / – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 221 с. 2. С. Ю. Леонов, Т. В. Гладких. Автоматизоване проектування пристроїв в комп'ютерних системах: навчальний посібник / – Харків : НТУ «ХП», 2024. – 256 с. 3. Кучерук В. Ю., Севастьянов В. М., Ігнатенко О. Г. Умовні графічні позначення на електричних схемах: довідник / – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 113 с. 4. Багрій В.В. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Основи проектування електронних систем» (частина 1) / – Кам'янське: ДДТУ, 2019 – 40 с. 5. Ванін В. В., Блюк А. В., Гнітецька Г. О. Оформлення конструкторської документації / – К.: Каравела, 2012. – 200 с. 6. Соловей О.І., Хмеленко О.С. Інженерна графіка: схеми електричні / – К.: Кондор, 2005. – 186 с. 7. Dalmaris Peter KiCad 6 Like A Pro-Fundamentals and Projects / –

	<p>Elektor International Media B.V., 2022. – 550 p.</p> <p>8. Пархоменко А.В. Системи автоматизованого проектування. Конспект лекцій / – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 72 с.</p> <p>9. Stephan J. G. Gift, Brent Maundy Electronic Circuit Design and Application / – Springer, Nature, Switzerland AG 2022. – 676 p.</p> <p>10. Getting Started in KiCad. The KiCad Team.</p> <p>11. Грабченко А.І., Доброскок В.Л. Теорія 3D моделювання: Навч. Посібник / – Х.: НТУ "ХП", 2009. – 230 с.</p> <p><i>Додаткова література:</i></p> <p>12. Барандич К.С., Подолян О.О., Гладський М.М. Системи автоматизованого проектування: конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. / – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 97 с.</p> <p>13. Подригало Н.М., Архіпов О.В.. Методичні вказівки до самостійної роботи з інженерної графіки “Креслення електричних схем” / Х.: Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 2005. – 30 с.</p> <p>14. Бондаренко І.М., Бородін О.В., Карнаушенко В.П. Сучасна компонентна база електронних систем: навч. посібник для студентів ЗВО. / – Харків: ХНУРЕ, 2020. – 268 с.</p> <p>15. Піддубний В.О., Товкач І.О. Елементна база радіоелектронної апаратури: Пасивні радіокомпоненти Ч. 1. [Електронний ресурс]: навч. посіб. / – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 98 с.</p> <p>16. Піддубний В.О., Товкач І.О. Елементна база радіоелектронної апаратури: В 4 ч. Ч. 2. Напівпровідники та діоди [Електронний ресурс]: навч. посіб. / – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 117 с.</p> <p>17. Корнієнко О.Б., Мамедов Б.Ш. Методичні вказівки до виконання схем електричних принципів з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для студентів електротехнічного факультету всіх форм навчання / – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 18 с.</p> <p>18. ДСТУ 2646-94. Плати друковані. Терміни та визначення.</p> <p>19. Аврунін О. Г., Владов С.І., Петченко М. В., Семенець В. В., Татарінов В. В., Тельнова Г. В., Філатов В. О., Шмельов Ю. М., Шушляпіна Н. О. Інтелектуальні системи автоматизації : монографія / – Кременчук : Видавництво «НОВАБУК», 2021. – 322 с.</p> <p>20. Guo Q. and Hou Q. Application of Artificial Intelligence in Computer Aided Intelligent Home Terminal Interactive Design // Computer-Aided Design & Applications, 20(S5), 2023, 22-31.</p>
<p>Обсяг курсу</p>	<p>150 год. З них – 64 години аудиторних занять (32 години лекцій, 32 години лабораторних робіт) та 86 годин самостійної роботи, курсова робота</p>
<p>Очікувані результати навчання</p>	<p>Після завершення цього курсу студент повинен:</p> <p>Знати:</p> <p>призначення і принцип роботи САПР та застосування для конкретних завдань;</p> <p>правила оформлення конструкторської документації у відповідності з вимогами стандартів ЄСКД;</p> <p>засоби аналізу та моделювання, які використовуються в сучасних системах автоматизованого проектування;</p> <p>основні алгоритми розміщення елементів та трасування з'єднань на друкованій платі;</p> <p>основні правила компоновання радіоелементів на друкованій платі;</p> <p>особливості трасування друкованих провідників в залежності від їх призначення та типу сигналів (силові/інформаційні, цифрові/аналогові,</p>

високочастотні/низькочастотні), що по них проходять.

Вміти:

вибирати потрібний програмний продукт САПР і користуватись ним;
створювати бібліотечний елемент у сучасному пакеті САПР;
створювати електричну принципову схему у сучасному пакеті САПР,
спроектувати та підготувати до виробництва друковану плату,
використовуючи сучасні САПР;
оформити конструкторську документацію із використанням САПР.

Після вивчення курсу здобувачі набудуть таких компетентностей і програмних результатів:

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК4. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК10. Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК11. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК12. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

ЗК14. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ФК1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.

ФК2. Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.

ФК5. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові й технічні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, навички роботи з комп'ютерними мережами, базами даних та Інтернет-ресурсами для вирішення інженерних задач в галузі електроніки.

ФК7. Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструкцій пристроїв та систем електроніки.

ФК8. Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації електронних приладів, пристроїв та систем.

ФК9. Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв для проектування мікропроцесорних та електронних систем.

ФК11. Здатність контролювати і діагностувати стан обладнання, застосовувати сучасні електронні компоненти та технічні засоби, виконувати профілактику, ремонт та технічне обслуговування електронних пристроїв та систем, монтувати, налагоджувати та ремонтувати аналогові, цифрові та оптичні модулі, розробляти та виготовляти друковані плати, розробляти програмне забезпечення для

	<p>мікроконтролерів.</p> <p>ФК12. Здатність інтегрувати знання з фізичних засад електроніки, програмування, моделювання, схемотехніки, автоматизації та тестування компонент і пристроїв сучасної електроніки для розуміння основ функціонування електронних та комп'ютерних систем різного призначення.</p> <p>ПР5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та налагодження електронних систем, демонструвати навички програмування, аналізу та відображення результатів вимірювання та контролю.</p> <p>ПР8. Визначати та ідентифікувати математичні моделі технологічних об'єктів при розробці у комп'ютерному середовищі нових складних електронних систем та виборі оптимального рішення.</p> <p>ПР9. Проектувати складні системи реального часу та засоби збору і обробки інформації, узгоджені з заданими інформаційними та програмними засобами шляхом застосування програмного забезпечення для вбудованих систем на основі мікроконтролерів.</p> <p>ПР19. Застосовувати навички проектування, програмування та тестування компонент та пристроїв сучасної електроніки для розробки та налагодження електронних та комп'ютерних систем різного призначення.</p>
Ключові слова	САПР, види САПР, забезпечення САПР, ЄСКД, ДСТУ, проектування, проект, креслення, графічні та текстові документи, принципова електрична схема, електронні компоненти, специфікація, УГП, друкована плата, друкований провідник, металізований отвір, координатна сітка, трасування.
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем.
Теми	Див. СХЕМА КУРСУ
Підсумковий контроль, форма	Іспит у кінці семестру. Курсова робота
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Вища математика», «Фізичні основи електроніки», «Матеріали та компоненти сучасної електроніки», «Моделювання в електроніці», «Теорія електричних кіл», «Аналогова та цифрова схемотехніка».
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Лекції, презентації, лабораторні роботи, обговорення, дискусії.
Необхідне обладнання	Мультимедіа, платформа Moodle, платформа Teams LibreCAD, KiCAD.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться упродовж семестру за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт з наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • лабораторні роботи: 30% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 30; • контрольні роботи (2 контрольні роботи): 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів (2x10=20); • іспит: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50. <p>Загалом упродовж семестру 100 балів.</p>

Академічна доброчесність: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.

Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані під час семестру, виконанні самостійної роботи та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.

Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.

Оцінювання лабораторних робіт (10 лабораторних робіт, максимальна кількість балів: 30) відбувається шляхом оцінки підготовки до виконання лабораторної роботи, безпосереднього її виконання та захисту звіту:

- лабораторні роботи 1–10 (0–5 балів за одну роботу)

Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:

5 – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, повністю самостійно реалізує поставлені завдання для виконання роботи, надає правильні відповіді на запитання по темі, демонструє використані підходи, методи, прототипи, моделі відповідно до завдання;

4 – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал, повністю самостійно реалізує поставлені завдання для виконання роботи, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі, демонструє використані підходи, методи, прототипи, моделі відповідно до завдання (або з несуттєвими недоліками);

3 – студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та вагається та надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, частково самостійно реалізує поставлені завдання для виконання роботи, демонструє використані підходи, методи, прототипи, моделі відповідно до завдання з помірними недоліками;

2 – студент погано розуміє розглянутий матеріал, частково самостійно реалізує поставлені завдання для виконання роботи, та в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, демонструє використані підходи, методи, прототипи, моделі відповідно до завдання з суттєвими недоліками;

1 – студент погано розуміє розглянутий матеріал та використані підходи, методи, прототипи, моделі відповідно до завдання не функціонують належним чином, не в змозі самостійно реалізувати

	<p>завдання для виконання роботи, лише при допомозі викладача; 0 – студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, використані підходи, методи, прототипи, моделі відповідно до завдання не функціонують належним чином /не функціонують взагалі, не в змозі при допомозі викладача реалізувати завдання для виконання роботи</p> <p>У підсумку, всі набрані бали множаться на коефіцієнт для переведення у 30-ти бальну шкалу</p> <p>Контрольні роботи проводяться у формі тестових завдань (2 роботи по 10 балів кожна).</p> <p>Іспит оцінюється за 50 бальною системою згідно наступних критеріїв:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Бали</th> <th>Критерії оцінювання</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40–50</td> <td>Відповіді, в яких навчальний матеріал відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно, які містять аналіз і систематизацію, аргументовані висновки. Засвідчено глибоке володіння матеріалом.</td> </tr> <tr> <td>25–39</td> <td>Відповіді, в яких відтворюється значна частина навчального матеріалу. Виявлено знання і розуміння основних положень навчальної дисципліни.</td> </tr> <tr> <td>14–24</td> <td>Відповіді, в яких основні положення навчального матеріалу відтворено на рівні заучування без достатнього його розуміння.</td> </tr> <tr> <td>1–13</td> <td>Відповіді, які засвідчують, що навчальний матеріал не засвоєно Відсутність чіткого і логічного формулювання.</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Не виконав.</td> </tr> </tbody> </table>	Бали	Критерії оцінювання	40–50	Відповіді, в яких навчальний матеріал відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно, які містять аналіз і систематизацію, аргументовані висновки. Засвідчено глибоке володіння матеріалом.	25–39	Відповіді, в яких відтворюється значна частина навчального матеріалу. Виявлено знання і розуміння основних положень навчальної дисципліни.	14–24	Відповіді, в яких основні положення навчального матеріалу відтворено на рівні заучування без достатнього його розуміння.	1–13	Відповіді, які засвідчують, що навчальний матеріал не засвоєно Відсутність чіткого і логічного формулювання.	0	Не виконав.
Бали	Критерії оцінювання												
40–50	Відповіді, в яких навчальний матеріал відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно, які містять аналіз і систематизацію, аргументовані висновки. Засвідчено глибоке володіння матеріалом.												
25–39	Відповіді, в яких відтворюється значна частина навчального матеріалу. Виявлено знання і розуміння основних положень навчальної дисципліни.												
14–24	Відповіді, в яких основні положення навчального матеріалу відтворено на рівні заучування без достатнього його розуміння.												
1–13	Відповіді, які засвідчують, що навчальний матеріал не засвоєно Відсутність чіткого і логічного формулювання.												
0	Не виконав.												
Питання до контрольних робіт	Перелік питань та завдань для проведення контрольних робіт розміщені на платформі Moodle.												
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.												

СХЕМА КУРСУ

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання (лабораторна робота), год	Термін виконання
1	Вступ до курсу САПР в електроніці. Проектування. Вимоги до проектування. Роль САПР у процесі проектування. Історія розвитку САПР. Правила виконання креслень.	Лекція	1, 5, 8, 12	Вступне заняття. Інструкція з техніки безпеки. Основні вимоги до виконання лабораторних робіт. ЛР. 1. 2 год.	1-й тиж. семестру
2	Пасивні компоненти електронних схем. ДСТУ, ЄСКД. Умовні графічні позначення електронних компонент. Правила нанесення УГП: резистори, конденсатори, індуктивності.	Лекція	1, 3, 7, 9, 14, 15, 16	LibreCAD. Знайомство із програмою, отримання навиків роботи. ЛР. 2. 2 год.	2-й тиж. семестру

3	Активні компоненти електронних схем. Правила нанесення УГП: діоди, транзистори, мікросхеми. Оптоелектронні та електромеханічні компоненти.	Лекція	1, 3, 7, 9, 14, 15, 16	Формати. Основний напис. Робота в програмі LibreCAD. ЛР. 3. 2 год.	3-й тиж. семестру
4.	Створення технічних зображень в галузі електроніки. Схема. Види і типи схем. Вимоги до виконання схем. Структурна схема, загальна, функціональна, схема підключення.	Лекція	4, 5, 6, 7, 7, 13, 17, 18	Створення умовних графічних позначень у системі LibreCAD. ЛР. 4. 2 год.	4-й тиж. семестру
5	Проектування принципів схем з використанням САПР. Принципова електрична схема. Призначення. Правила виконання принципів схем. Перелік елементів.	Лекція	4, 5, 6, 7, 7, 13, 17, 18	САПР друкованих плат KiCAD. Створення проекту, отримання навиків роботи в програмі. ЛР. 5. 2 год.	5-й тиж. семестру
6	Основи проектування друкованих плат (РСВ). Поняття друкованих плат: типи та характеристики. Підготовка схем до розводки. Експорт схеми до середовища РСВ.	Лекція	1, 4, 7	Створення принципової електричної схеми в САПР KiCAD. ЛР. 6. 2 год.	6-й тиж. семестру
7	Розташування компонентів на друкованих платах. Правила компоновки елементів на платі. Облік електричних, теплових, механічних факторів. Робота з багатошаровими платами.	Лекція	1, 4, 7	Створення нових компонентів принципової електричної схеми в САПР KiCAD. ЛР. 7. 2 год.	7-й тиж. семестру
8	Трасування друкованих плат. Основні принципи та способи трасування доріжок. Розробка заземлення та живлення. Правила електромагнітної сумісності (ЕМС).	Лекція	4, 7, 17	Підготовка до проектування друкованої плати. Підбір посадкових місць. ЛР. 8. 2 год.	8-й тиж. семестру
9	Створення конструкторської документації. Стадії розробки конструкторської документації. Види конструкторських документів. Класифікація конструкторських документів за способом виконання. Контрольна робота 1.	Лекція	5, 12, 13	Проміжне підсумкове заняття. ЛР. 9. 2 год	9-й тиж. семестру
10	Загальні відомості про САПР. Основні завдання та методи автоматизації проектування. Класифікація та види САПР.	Лекція	8, 12	Створення друкованих плат в САПР KiCAD. ЛР. 10. 2 год	10-й тиж. семестру
11	Підсистеми САПР і засоби їх забезпечення. Принципи та концепції побудови САПР. Структура і склад САПР. Види підсистем САПР.	Лекція	8, 12	Компоновка елементів на друкованій платі. ЛР. 11. 2 год.	11-й тиж. семестру
12	Види забезпечення САПР. Технічне забезпечення САПР. Вимоги до технічного забезпечення. Інформаційне забезпечення. Види інформаційних систем. Методичне та організаційне забезпечення САПР.	Лекція	8, 12	Трасування провідників на друкованій платі у програмі KiCAD. ЛР. 12. 2 год.	12-й тиж. семестру
13	Види забезпечення САПР. Математичне забезпечення САПР. Вимоги до математичного забезпечення. Програмне забезпечення САПР. Лінгвістичне	Лекція	8, 12	Трасування провідників на друкованій платі у програмі KiCAD. ЛР. 13. 2 год.	13-й тиж. семестру

	забезпечення САПР. Класифікація мов САПР.				
14	Загальні відомості про сучасні САПР електронної техніки. Класифікація ЕСАD. Типові модулі САПР електронних систем. Сучасні інструменти САПР. Класифікація та порівняння. Altium Designer. OrCAD. KiCAD.	Лекція	2, 7, 10	Експорт друкованої плати. Підготовка до виробництва. ЛР. 14. 2 год.	14-й тиж. семестру
15	Загальні відомості про бібліотеки САПР. Поняття бібліотеки САПР. Основні види бібліотек. Створення бібліотек. Призначення бібліотек та зв'язок між ними.	Лекція	2, 7, 10	Конструкторська документація проектуванні електроніці. ЛР. 15. 2 год.	при в 15-й тиж. семестру
16	Інноваційні підходи в САПР. Тривимірна графіка. Основні типи 3D-моделей. Твердотільне моделювання. Використання 3D-технологій для проектування. Використання ШІ в САПР. Контрольна робота 2.	Лекція	11, 12, 19, 20	Підсумкове заняття. ЛР. 16. 2 год.	До іспиту