



Національний технічний університет України  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Інститут спеціального зв'язку та захисту  
інформації КПІ ім. Ігоря Сікорського  
Спеціальна кафедра № 1

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ**

### **Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)**

<b>Рівень вищої освіти</b>	<i>Другий (магістерський)</i>
<b>Галузь знань</b>	<i>12 Інформаційні технології</i>
<b>Спеціальність</b>	<i>125 Кібербезпека та захист інформації</i>
<b>Освітньо-професійна програма</b>	<i>Безпека державних інформаційних ресурсів</i>
<b>Статус дисципліни</b>	<i>Нормативна</i>
<b>Форма навчання</b>	<i>Очна (денна)</i>
<b>Рік підготовки, семестр</b>	<i>1 рік підготовки, осінній семестр</i>
<b>Обсяг дисципліни</b>	<i>кількість кредитів: 4</i>
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	<i>Екзамен</i>
<b>Мова викладання</b>	<i>Українська</i>
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	
<b>Розміщення курсу</b>	<i><a href="https://classroom.google.com/">https://classroom.google.com/</a></i>

## Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна “ Автоматизація проектування цифрових пристроїв ” викладається для курсантів за спеціальністю “ Кібербезпека та захист інформації ”, передбачена освітньо-професійною програмою підготовки здобувачів вищої освіти магістр, є навчальною дисципліною циклу нормативні освітні компоненти, цикл професійної підготовки.

Предметом навчальної дисципліни є вивчення основ застосування сучасних методів автоматизованого синтезу та аналізу цифрових комбінаційних та послідовних схем, інструментів, програмних середовищ, систем автоматизованого проектування (САПР) типу MAX+plus II, Quartus II, ModelSim) та HDL мов опису (Verilog та VHDL), методів автоматизованого проектування складних цифрових пристроїв, таких як програмуємі логічні інтегральні мікросхеми (ПЛІС).

При вивченні практичних підходів до автоматизованого проектування цифрових засобів, поглиблена увага приділяється прикладам проектуванню цифрових пристроїв для засобів захисту інформації.

Метою навчальної дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:

загальні компетентності:

КЗ-1	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
КЗ-2	Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.
КЗ-4	Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

фахові компетентності:

КФ1	Здатність обґрунтовано застосовувати, інтегрувати, розробляти та удосконалювати сучасні інформаційні технології, фізичні та математичні моделі, а також технології створення та використання прикладного і спеціалізованого програмного забезпечення для вирішення професійних задач у сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки.
КФ3	Здатність досліджувати, розробляти і супроводжувати методи та засоби інформаційної безпеки та/або кібербезпеки на об'єктах інформаційної діяльності та критичної інфраструктури.
КФ8	Здатність досліджувати, розробляти, впроваджувати та супроводжувати методи і засоби криптографічного та технічного захисту інформації на об'єктах інформаційної діяльності та критичної інфраструктури, в інформаційних системах, а також здатність оцінювати ефективність їх використання, згідно встановленої стратегії і політики інформаційної безпеки та/або кібербезпеки організації.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі після засвоєння навчальної дисципліни мають формувати наступні програмні результати навчання (знання, уміння, досвід):

PH2	Інтегрувати фундаментальні та спеціальні знання для розв'язування складних задач інформаційної безпеки та/або кібербезпеки у широких або мультидисциплінарних контекстах.
PH3	Проводити дослідницьку та/або інноваційну діяльність в сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки, а також в сфері технічного та криптографічного захисту інформації у кіберпросторі.
PH4	Застосовувати, інтегрувати, розробляти, впроваджувати та удосконалювати сучасні інформаційні технології, фізичні та математичні методи і моделі в сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки.
PH5	Критично осмислювати проблеми інформаційної безпеки та/або кібербезпеки, у тому числі на міжгалузевому та міждисциплінарному рівні, зокрема на основі розуміння нових результатів інженерних і фізико-математичних наук, а також розвитку технологій створення та використання спеціалізованого програмного забезпечення.
PH7	Обґрунтовувати використання, впроваджувати та аналізувати кращі світові стандарти, практики з метою розв'язання складних задач професійної діяльності в галузі інформаційної безпеки та/або кібербезпеки.
PH13	Досліджувати, розробляти, впроваджувати та використовувати методи та засоби криптографічного та технічного захисту інформації бізнес/операційних процесів, а також аналізувати і надавати оцінку ефективності їх використання в інформаційних системах, на об'єктах інформаційної діяльності та критичної інфраструктури.
PH16	Приймати обґрунтовані рішення з організаційно-технічних питань інформаційної безпеки та/або кібербезпеки у складних і непередбачуваних умовах, у тому числі із застосуванням сучасних методів та засобів оптимізації, прогнозування та прийняття рішень.
PH17	Мати навички автономного і самостійного навчання у сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки і дотичних галузей знань, аналізувати власні освітні потреби та об'єктивно оцінювати результати навчання.
PH21	Використовувати методи натурального, фізичного і комп'ютерного моделювання для дослідження процесів, які стосуються інформаційної безпеки та/або кібербезпеки.

PH23	Обґрунтовувати вибір програмного забезпечення, устаткування та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також обмежень щодо них в галузі інформаційної безпеки та/або кібербезпеки на основі сучасних знань у суміжних галузях, наукової, технічної та довідкової літератури та іншої доступної інформації.
------	--

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

Навчальні дисципліни, які забезпечуються цією навчальною дисципліною – “ Експлуатаційна практика ”.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Семестр 1**

#### **Семестровий (кредитний) модуль: Автоматизація проектування цифрових пристроїв**

#### **Тема 1. Методологічні основи проектування та побудови цифрових пристроїв на основі програмованих логічних інтегральних схем.**

Методи та технології проектування цифрових пристроїв. Технології проектування цифрових засобів на сучасних програмованих логічних інтегральних схемах. Методика проектування цифрових засобів на ПЛІС типу FPGA. Теоретико - практичні основи структурного та функціонального синтезу та аналізу складних цифрових пристроїв. Структурний синтез цифрових комбінаційних пристроїв. Логічні функції та логічні елементи. Основні аксіоми та теореми алгебри логіки. Теореми розкладу перемикальних функцій. Мінтерми і макстерми. Нормальні канонічні форми двійкових функцій. Системи логічних рівнянь. Підходи до автоматизації проектування цифрових пристроїв. Методи мінімізації логічних функцій. Метод Квайна. Метод Карно-Вейча. Карти Карно. Метод Квайна-Мак-Клаксі. Синтез логічних схем на основі мінімізації логічних функцій. Мультиплексор. Демультіплексор. Шифратори (простий та пріоритетний). Схеми комбінаційного зсуву. Комбінаційні суматори (одно розрядний, з послідовним та паралельним перенесенням). Схема віднімання. Універсальна схема додавання та віднімання. Схема логічного множення. Схема логічного ділення.

#### **Тема 2. Теоретичні та практичні основи проектування цифрових пристроїв із застосуванням САПР MAX+plus II, Quartus II та ModelSim.**

Система автоматизованого проектування MAX+PLUS II. Система автоматизованого проектування цифрових засобів Quartus II. Практичне застосування САПР Quartus II для проектування цифрових засобів. Система автоматизованого проектування цифрових засобів ModelSim. Теоретико - практичні аспекти розробки та моделювання цифрових засобів в САПР ModelSim. Практичне застосування САПР ModelSim для проектування цифрових засобів

#### **Тема 3. Теоретичні та практичні основи проектування цифрових пристроїв з використанням високорівневих мов опису апаратури Verilog та VHDL.**

Проектування цифрових засобів з використанням високорівневих мов опису апаратури HDL. Основи Verilog. Основи розробки на HDL мові Verilog. Основи застосування HDL мов Verilog для опису цифрових пристроїв. Розробка та моделювання комбінаційних пристроїв із застосуванням HDL мови Verilog та САПР ModelSim. Моделювання та дослідження послідовних логічних пристроїв із застосуванням HDL мови Verilog та САПР ModelSim. Моделювання та дослідження арифметичних пристроїв із застосуванням HDL мови Verilog та САПР ModelSim. Дослідження багатофункціональних пристроїв та простого процесорного модуля із застосуванням HDL мови Verilog та САПР ModelSim. Мова опису апаратури VHDL. основи синтаксису, типи даних, класи об'єктів. Основні оператори мови VHDL. Реалізація найпростіших логічних елементів на ПЛІС із застосування мови VHDL та САПР MAX+PLUS

## II. Реалізація комбінаційних схем на ПЛІС із застосування мови VHDL та САПР MAX+PLUS II.

### 4. Навчальні матеріали та ресурси

#### 4.1. Основна література:

1. Аврунін О. Г. «Основи мови VHDL для проектування цифрових пристроїв на ПЛІС»: навч. посібник / О.Г. Аврунін, Т.В. Носова, В.В. Семенець. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 196 с.
2. Мірошник М. А., Лістровий С. В., Клименко Л. А. Теорія автоматичного керування, штучний інтелект і автоматизація процесу прийняття рішень: навч. посіб. Харків: ХУПС, 2019. 188 с.
3. Зеленцова І. Я. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Проектування мікропроцесорних систем», частина 2: Проектування цифрових схем в пакеті ActiveHDL. Для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» всіх форм навчання. / І. Я. Зеленцова, С. С. Грушко. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2020. – 50 с.
4. Єсаулов С. М. Аналіз, синтез і проектування цифрових систем керування: навч. посібник / С. М. Єсаулов, О. Ф. Бабічева. – Харків. нац. ун-т міськ.госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 150 с.
5. Кофанов В. Л. Проектування цифрових пристроїв на основі САПР Quartus II. Практикум / В. Л. Кофанов, О. В. Осадчук, Д. В. Гаврілов. – Вінниця, ВНТУ, 2019. – 164 с
6. Рябенський В. М. VERILOG. Практика проектування цифрових пристроїв на ПЛІС : навч. посібник / В. М. Рябенський, О. О. Ушкаренко. – Миколаїв : Іліон, 20019. – 364 с.

#### 4.2. Додаткова література:

1. Мірошник М. О. Проектування діагностичної інфраструктури цифрових пристроїв на ПЛІС: монографія. Харків: ХУПС, 2020. 208 с.
2. Рябенський В.М., Жуйков В.Я., Гулий В.Д. “Цифрова схемотехніка” – Львів: “Новий Світ – 2000”, 2019 р.
3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисциплін «Автоматизація проектування електронних пристроїв» / Упоряд. О.Г. Аврунін, О.Я. Крук, Т.В. Носова, В.В. Семенець. □ Харків: ХНУРЕ, 2020. - 72 с.
4. Samir Palnitkar «Verilog HDL. A guide to Digital Design and Synthesis» – SunSoft Press, 2019.
5. Thomas, Moorby “The Verilog Hardware Description Language” – Kluwer, 2019.
6. . Morris Mano, Michael D. Ciletti “Digital Design” – Prentice Hall.
7. Introduction to the Quartus II Software. – San Jose: Altera Corporation, 2022. – 229 с.

## Навчальний контент

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

Вивчення навчальної дисципліни здійснюється протягом 1 семестру методом проведення лекцій, практичних та семінарських, а також в процесі самостійних занять.

Практичні заняття з проводяться з використанням сучасної електронної обпилювальної техніки. Практичні навички поглиблюються в ході виконання курсової роботи.

Протягом вивчення принципів побудови мереж широко використовуються навчальні плакати, стенди, мультимедіа проектор з набором презентацій.

Оптимальне співвідношення фундаментальної (теоретичної) та практичної підготовки при вивченні дисципліни досягається розумним поєднанням лекційних з одної сторони, та практичних занять з іншої.

Мета навчання досягається побудовою навчальної дисципліни на основі системного підходу, який припускає багаторівневе вивчення дисципліни, а також включення елементів

проблемного навчання при активізації пізнавальної діяльності курсантів в процесі самостійної праці, на всіх видах занять і використання других методичних форм.

**Багаторівневе вивчення навчальної дисципліни реалізується** як у межах кожної теми, так і при побудові всієї навчальної дисципліни взагалі. На початку кожної теми даються загальні відомості про теоретичні основи побудови мереж та мережевих технологій. Після цього поглиблюються та конкретизуються знання по принципах реалізацій, структурі та архітектурі побудови мережевого обладнання. Загальні принципи конкретизуються при відпрацьованні занять розрахункових та практичних занять, присвячених розгляду питань з аналізу основних характеристик мереж та основ їх функціонування. Після цього проводяться заняття, які присвячені питанням експлуатаційного обслуговування обладнання, вимірюванню, регулюванню та оцінці характеристик.

**Елементи проблемного навчання** запроваджуються в усі види занять з метою, по-перше, активізації і, по-друге, розвитку самостійності, здібності діяти в незвичних умовах. На лекціях викладається матеріал тільки по фундаментальним, основополагаючим питанням.

В лекціях методики проблемного навчання є найбільш ефективними. Усі лекції включають формування проблеми, яка вивчається у даній темі, відкриття її практичного значення. Розглядаються методи та способи вирішення поставленої проблеми, розглядаються та аналізуються результати, які розвиваються, узагальнюються та конкретизуються на наступних заняттях, аж до вивчення практики застосування конкретних зразків мережевого обладнання. При цьому звертається увага курсантів на інженерно-технічне значення цієї проблеми (задачі, питання, ситуації), постановку проблеми та аналізу її вирішення з метою формування уміння правильно використовувати отримані знання у практичній діяльності.

Методика проведення практичних занять наступна: на попередньому занятті викладач оголошує тему і питання, що підлягають розгляду на наступному занятті, а також літературу для їх вивчення. Під час проведення самого заняття, перевіряється готовність курсантів, потім за участю курсантів формулюються і з'ясовуються умови завдання, обговорюється план його вирішення. При цьому викладач повинен намагатися створити в аудиторії атмосферу творчої дискусії, максимально активізувати роботу на занятті кожного курсанта. Наприкінці заняття викладач підводить підсумки, відзначає кращих курсантів, а також тих, котрі незадовільно підготувались до заняття, оголошує завдання на самопідготовку.

На практичних заняттях з технікою курсанти закріплюють теоретичні знання і здобувають навички аналізу технічних характеристик, структурних і функціональних схем радіообладнання.

**Активізація самостійної праці курсантів** на усіх видах занять, включаючи самостійну підготовку, досягається:

- усвідомленням практичної вагомості знань, що отримуються на заняттях, навичок та умінь і розумінням цілей та задач навчання;
- активізацією розумової діяльності курсантів в процесі занять, виробленням уміння самостійно здобувати знання;
- вихованням у курсантів практичного ставлення до оцінки результатів свого навчання, постійного прагнення до підвищення цих результатів;
- творчим використанням курсантами своїх знань в процесі практичних, занять;
- плануванням самостійних занять курсантів, включаючи точну вказівку джерел одержання інформації і контрольні питання (задачі), які стимулюють пізнавальну діяльність;
- втіленням в усі види занять практики постановки опрацьованих питань (задач), запропонованих курсантам до самостійного вирішення.

**Поточний контроль** з навчальної дисципліни виконується з метою визначення міри засвоєння навчального матеріалу протягом семестру, своєчасного розкриття недоліків в підготовці курсантів й прийняття необхідних заходів по удосконаленню методики викладання, навчання курсантів в процесі занять і надання їм індивідуальної допомоги, а також спонукання їх до систематичної та планомірної праці над навчальним матеріалом на протязі семестру.

До поточного контролю по навчальній дисципліні відносяться:

- перевірка знань, умінь та навичок на практичних заняттях;

перевірка ведення конспектів.

**Організація самостійної роботи курсантів** визначається характером навчального процесу, психолого-педагогічними здібностями та педагогічною майстерністю викладацького складу. Самостійна робота курсантів є найважливішою складовою частиною навчального процесу. Вони плануються особисто кожним курсантом. Як правило, курсанти навчаються самостійно в аудиторії, відповідно за розкладом і видом занять, а також тематичним планом навчальної дисципліни. Аудиторія обладнується необхідними макетами, стендами, плакатами. При підготовці до лабораторного заняття в аудиторіях додатково розгортаються робочі місця з вимірювальними приладами.

Для вивчення матеріалу двогодинної лекції з навчальної дисципліни рекомендується до 1 години самостійної роботи. На підготовку до двогодинного практичного заняття рекомендується 1...2 годин самостійної роботи. Самостійна робота курсантів, включаючи одержання рекомендованої методичної та навчальної літератури, безпосередньо організовує командир групи.

У випадку запровадження обмежувальних заходів, що унеможливають організацію і здійснення освітнього процесу в навчальних приміщеннях у складі груп, проведення навчальних занять з даного освітнього компонента можна здійснювати віддалено з використанням технологій дистанційного навчання.

Навчальна література, зазначена в пункті 4 Силабусу є відкритою, не містить відомостей з обмеженим доступом і може бути оприлюднена з використанням технологій дистанційного навчання.

Науково-педагогічний працівники кафедри забезпечують методичне керівництво самостійною роботою курсантів шляхом розробки навчально-методичних посібників, проведення групових та індивідуальних консультацій, контролю виконання курсантами навчальних задач по дисципліні. Крім цього, для активізації керівництва самостійної роботи курсантів на кафедрі щоденно призначається консультуючий викладач по кафедрі, який надає консультативну допомогу курсантам в процесі їх роботи.

### Структура кредитного модуля

Номери, назви розділів, тем і питання навчальних занять, посилання на літературу		Кількість годин				
		Всього	у тому числі			
			Лекції	Практичні (семінарські) заняття	Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)	СР
<b>Семестровий (кредитний) модуль: Автоматизація проектування цифрових пристроїв</b>						
<b>Тема 1</b>	<b>Методологічні основи проектування цифрових пристроїв</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>4</b>		<b>12</b>
Заняття 1/1	Методологічні основи проектування цифрових пристроїв. 1. Вступ до дисципліни. 2. Етапи та технології проектування цифрових пристроїв. 3. Технології автоматизації проектування за допомогою комбінаційної логіки. 4. Технології автоматизації проектування за допомогою послідовної логіки. Основна література: [1], с. 7-23. [2], с. 21-43. [3], с. 45-78.	4	2			2
Заняття 1/2	Технології проектування цифрових пристроїв на сучасних програмованих логічних інтегральних схемах.	4	2			2

	<p>1. Елемента база сучасних програмованих логічних мікросхем (ПЛІС).</p> <p>2. Класифікація програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС) .</p> <p>3. Методика і засоби автоматизованого проектування цифрових засобів на ПЛІС.</p> <p>4. Напрями і тенденцій у проектуванні і виробництві сучасних інтегральних схем .</p> <p>Основна література: [4], с. 67-123, [5], с. 7-23. [6], с. 45-137.</p>				
Заняття 1/3	<p>Методика проектування цифрових засобів на ПЛІС типу FPGA.</p> <p>1. Класифікація процесу проектування. Методи, етапи та технології проектування цифрових засобів.</p> <p>2. Принципи побудови та схемотехніка пристроїв на основі програмованих логічних матриць.</p> <p>3. Пристрої на основі програмованої матричної логіки та складних програмованих логічних пристроях</p> <p>4. Пристрої на базових матричних кристалах та програмованих вентильних матрицях FPGA.</p> <p>5. Сучасні великі інтегральні схеми та надвеликі інтегральні схеми із складними програмувальними структурами.</p> <p>6. Цифрова логіка. Комбінаційні та послідовні логічні схеми.</p> <p>7. Особливості та конкретизований порядок проектування цифрових систем (засобів). Системний підхід у проектуванні цифрових засобів на ПЛІС типу FPGA та ASIC.</p> <p>Основна література: [1], с.43-63. [3], с.14-,36. [6], с. 127-140.</p>	4		2	2
Заняття 1/4	<p>Структурний синтез складних комбінаційних пристроїв (принципи та методи проектування).</p> <p>1. Логічні функції та логічні елементи.</p> <p>2. Основні аксіоми та теореми алгебри логіки.</p> <p>3. Теореми розкладу перемикальних функцій. Мінтерми і макстерми.</p> <p>4. Нормальні канонічні форми двійкових функцій.</p> <p>5. Системи логічних рівнянь.</p> <p>Основна література: [1], с. 7-23. [2], с. 21-43. [3], с. 45-78.</p>	4	2		2
Заняття 1/5	<p>Структурний синтез складних комбінаційних пристроїв.</p> <p>1. Мультиплексор. Демультимплексор.</p>	4		2	2



	<p>2. Простий та пріоритетний шифратори.</p> <p>3. Схеми комбінаційного зсуву.</p> <p>4. Комбінаційні суматори.</p> <p>5. Схеми віднімання та додавання, логічного множення та ділення.</p> <p>Основна література: [4], с. 67-123, [5], с. 7-23. [6], с. 45-137.</p>					
Заняття 1/6	<p>Автоматизація проектування цифрових засобів.</p> <p>1. Основні поняття та підходи до автоматизації проектування цифрових засобів.</p> <p>2. Система автоматизованого проектування (САПР). Принципи побудови та основні вимоги.</p> <p>3. Математичне, лінгвістичне, програмне та інформаційне забезпечення.</p> <p>Основна література: [4], с. 67-123, [5], с. 7-23. [6], с. 45-137, [2], с. 21-43. [3].</p>	4	2			2
<b>Тема 2</b>	<b>Теоретичні та практичні основи проектування цифрових пристроїв із застосуванням САПР MAX+plus II, Quartus II та ModelSim</b>	<b>28</b>	<b>10</b>	<b>4</b>		<b>14</b>
Заняття 2/1	<p>Система автоматизованого проектування MAX+PLUS II.</p> <p>1. Загальні відомості та основи застосування САПР MAX+PLUS II.</p> <p>2. Порядок проектування цифрових пристроїв у САПР MAX+PLUS II із застосуванням графічного редактора.</p> <p>Основна література: [1], с. 45-78. [4], с.29-113, [5], с.67-107.</p>	4	2			2
Заняття 2/2	<p>Система автоматизованого проектування цифрових засобів Quartus II. Частина 1.</p> <p>1. Загальні відомості та основи застосування САПР Quartus II.</p> <p>2. Моделювання проекту в середовищі Quartus II.</p> <p>Основна література: [1], с. 45-78. [4], с.29-113, [5], с.67-107.</p>	4	2			2
Заняття 2/3	<p>Система автоматизованого проектування цифрових засобів Quartus II. Частина 2.</p> <p>1. Компіляція проекту в середовищі Quartus II. Аналіз результатів компіляції.</p> <p>2. Призначення контактів вводу/виводу в проекті.</p> <p>3. Часовий аналіз проекту в середовищі Quartus II.</p> <p>Основна література: [1], с. 45-78. [4], с.29-113, [5], с.67-107.</p>	4	2			2
Заняття 2/4	<p>Практичне застосування САПР Quartus II для проектування цифрових засобів.</p> <p>1. Моделювання проекту в</p>	4		2		2

	<p>середовищі Quartus II.</p> <p>2. Компіляція проекту в середовищі Quartus II. Аналіз результатів компіляції.</p> <p>3. Призначення контактів вводу/виводу в проекті.</p> <p>4. Часовий аналіз проекту в середовищі Quartus II.</p> <p>Основна література: [1], с. 89-145, [2], с. 178-223, [3], с. 167-198.</p>					
Заняття 2/5	<p>Система автоматизованого проектування цифрових засобів ModelSim</p> <p>1. Загальні відомості, завдання та структура САПР ModelSim.</p> <p>2. Основиз роботи з САПР ModelSim.</p> <p>Основна література: [1], с. 89-145, [2], с. 178-223, [3], с. 167-198.</p>	4	2			2
Заняття 2/6	<p>Теоретико - практичні аспекти розробки та моделювання цифрових засобів в САПР ModelSim.</p> <p>1. Підготовка вхідних даних для проектування та моделювання цифрових засобів.</p> <p>2. Компіляція проекта в САПР ModelSim.</p> <p>3. Моделювання цифрових засобів в САПР ModelSim.</p> <p>Основна література: [1], с. 89-145, [2], с. 178-223, [3], с. 167-198.</p>	4	2			2
Заняття 2/7	<p>Практичне застосування САПР ModelSim для проектування цифрових засобів.</p> <p>1. Моделювання проекту в САПР ModelSim.</p> <p>2. Компіляція проекту в середовищі ModelSim. Аналіз результатів компіляції.</p> <p>3. Призначення контактів вводу/виводу в проекті.</p> <p>4. Часовий аналіз проекту в середовищі ModelSim.</p> <p>Основна література: [1], с. 89-145, [2], с. 178-223, [3], с. 167-198.</p>	4		2		2
<b>Тема 3</b>	<b>Теоретичні та практичні основи проектування цифрових засобів з використанням високорівневих мов опису апаратури Verilog та VHDL</b>	<b>60</b>	<b>12</b>	<b>20</b>		<b>28</b>
Заняття 3/1	<p>Проектування цифрових засобів з використанням високорівневих мов опису апаратури HDL. Основи Verilog.</p> <p>1. Класифікація, призначення та сфери застосування мов опису апаратних засобів.</p> <p>2. HDL – опис пристроїв.</p> <p>3. Структура модулів Verilog. Коментарії, ідентифікація та числа у Verilog.</p> <p>Основна література: [4], с. 57-100. [5], с. 78-160, [3], с. 122-156.</p>	4	2			2

Заняття 3/2	<p>Основи розробки на HDL мові Verilog. Частина 1.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Невизначений і високоімпедансний стан.</li> <li>2. Ланцюги і регістри. Вектори, масиви та пам'ять.</li> <li>3. Примітиви у Verilog.</li> <li>4. Оператори і вирази. Оператори initial та always.</li> <li>5. Контроль подій у Verilog.</li> </ol> <p>Основна література: [4], с. 57-100. [5], с. 78-160, [3], с. 122-156.</p>	3	2			2
Заняття 3/3	<p>Основи розробки на HDL мові Verilog. Частина 2.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оператори блокуючого та неблокуючого присвоєння.</li> <li>2. Оператори прийняття рішень. Опис основних параметрів. Оператори повторення.</li> <li>3. Задачі та функції. Використання двонапрямлених портів.</li> <li>4. Структурний опис проекту. Порядок створення проектів на Verilog.</li> </ol> <p>Основна література: [4], с. 57-100. [5], с. 78-160, [3], с. 122-156.</p>	4	2			2
Заняття 3/4	<p>Основи застосування HDL мов Verilog для опису цифрових пристроїв. Частина 1.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реалізація логічних функцій.</li> <li>2. Проектування мультиплексорів.</li> <li>3. Розробка дешифраторів і демультимплексорів.</li> <li>4. Арифметичні пристрої та схеми контролю.</li> </ol> <p>Основна література: [4], с. 57-100. [5], с. 78-160, [3], с. 122-156.</p>	4	2			2
Заняття 3/5	<p>Основи застосування HDL мов Verilog для опису цифрових пристроїв. Частина 2.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тригери (RS-, D-, J-K-, T- та TV-тригери).</li> <li>2. Розробка скінченних автоматів..Лічильники імпульсів.</li> <li>3. Порядок опису регістрів. Робота з оперативною та постійною пам'яттю.</li> <li>4. Підходи до оптимізації синтезу цифрових пристроїв.</li> <li>5. Приклади опису пристроїв на Verilog.</li> </ol> <p>Основна література: [4], с. 57-100. [5], с. 78-160, [3], с. 122-156.</p>	4	2			2
Заняття 3/6	<p>Розробка та моделювання комбінаційних пристроїв із застосуванням HDL мови Verilog та САПР ModelSim.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Порядок моделювання комбінаційних пристроїв.</li> <li>2. Моделювання та дослідження</li> </ol>	4	2			2

	комбінаційних пристроїв із застосування HDL мови Verilog та САПР ModelSim. Основна література: [4], с. 57-100. [5], с. 78-160, [3], с. 122-156.				
Заняття 3/7	Моделювання та дослідження послідовних логічних пристроїв із застосуванням HDL мови Verilog та САПР ModelSim. 1. Порядок моделювання послідовних логічних пристроїв. 2. Моделювання та дослідження послідовних логічних пристроїв із застосування HDL мови Verilog та САПР ModelSim. Основна література: [4], с. 57-100. [5], с. 78-160, [3], с. 122-156.	4		2	2
Заняття 3/8	Моделювання та дослідження арифметичних пристроїв із застосуванням HDL мови Verilog та САПР ModelSim. 1. Порядок моделювання арифметичних пристроїв. 2. Моделювання та дослідження арифметичних пристроїв із застосування HDL мови Verilog та САПР ModelSim. Основна література: [1], с. 117-183. [2], с. 7-23. [3], с. 67-188.	4	2		2
Заняття 3/9	Моделювання та дослідження кінцевих автоматів із застосуванням HDL мови Verilog та САПР ModelSim. 1. Порядок моделювання кінцевих автоматів. 2. Моделювання та дослідження кінцевих автоматів із застосування HDL мови Verilog та САПР ModelSim. Основна література: [1], с. 117-183. [2], с. 7-23. [3], с. 67-188.	4	2		2
Заняття 3/10	Дослідження багатофункціональних пристроїв та простого процесорного модуля із застосуванням HDL мови Verilog та САПР ModelSim. 1. Порядок моделювання послідовних логічних пристроїв. 2. Моделювання та дослідження багатофункціональних пристроїв із застосування HDL мови Verilog та САПР ModelSim. 3. Дослідження простого процесорного модуля із застосування HDL мови Verilog та САПР ModelSim. Основна література:[1], с. 117-183. [2], с. 7-23. [3], с. 67-188.	4		2	2
Заняття 3/11	Мова опису апаратури VHDL. основи синтаксису, типи даних, класи об'єктів. 1. Алфавіт мови. Лексичні елементи мови VHDL. 2. Класифікація типів даних у мові VHDL.	4	2		2

	<p>3. Класи та атрибути об'єктів у VHDL</p> <p>4. Операції у виразах. Робота з векторними типами даних та багатовимірними масивами.</p> <p>Основна література: [1], с. 117-183. [2], с. 7-23. [3], с. 67-188.</p>					
Заняття 3/12	<p>Основні оператори мови VHDL.</p> <p>1. Основи функціонування апаратно-орієнтованої частини алгоритмічного ядра мови VHDL .</p> <p>2. Основи синтаксису мови VHDL. Опис об'єкта моделювання. Основні оператори.</p> <p>3. Організація циклів в VHDL. Функції перетворювання типів.</p> <p>4. Типи опису архітектури об'єкта в мові VHDL.</p> <p>Основна література: [1], с. 117-183. [2], с. 7-23. [3], с. 67-188.</p>	3	2			1
Заняття 3/13	<p>Мова опису апаратури VHDL. Основи синтаксису, типи даних, класи об'єктів</p> <p>1. Лексичні елементи мови VHDL. Підтипи даних.</p> <p>2. Класи та атрибути об'єктів у VHDL.</p> <p>3. Операції у виразах. Багатовимірні масиви. Векторні типи даних.</p> <p>Основна література: [3], с. 44-63. [6], с. 45-76. [4], с.123-145.</p>	3		2		1
Заняття 3/14	<p>Мова опису апаратури VHDL. Основні оператори мови.</p> <p>1. Архітектура об'єкту моделювання. Типи опису архітектури.</p> <p>2. Оператори мови VHDL. Паралельні оператори.</p> <p>Основна література: [2], с. 44-63. [6], с. 45-76. [3], с.123-145.</p>	3		2		1
Заняття 3/15	<p>Реалізація найпростіших логічних елементів на ПЛІС із застосування мови VHDL та САПР MAX+PLUS II.</p> <p>1. Реалізації на ПЛІС функцій найпростіших логічних елементів з використанням графічного опису.</p> <p>2. Реалізація найпростіших логічних елементів на ПЛІС за їхнім алгоритмічним описом мовою VHDL.</p> <p>Основна література: [1], с. 76-123. [2], с. 54-90. [3], с. 140-179.</p>	3		2		1
Заняття 3/16	<p>Реалізація комбінаційних схем на ПЛІС із застосування мови VHDL та САПР MAX+PLUS II .</p> <p>1. Реалізації комбінаційних схем на ПЛІС з використанням графічного опису.</p> <p>2. Реалізація комбінаційних схем на ПЛІС за їхнім алгоритмічним описом мовою VHDL.</p> <p>Основна література: [5], с. 44-63. [6], с. 45-76. [1], с.123-145.</p>	3		2		1

Заняття 3/17	Перспективні напрями розвитку методів та засобів автоматизованого проектування цифрових засобів з використанням високорівневих мов опису апаратури HDL. 1. Перспективні напрями розвитку методів автоматизованого проектування цифрових засобів. 2. Перспективи розвитку засобів автоматизації проектування цифрових засобів. Основна література: [5], с. 224-273. [6], с. 145-178. [1], с.189-214.	3	2	1	
<b>Всього за розділом</b>		<b>112</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>54</b>
<b>Підготовка до екзамену</b>		<b>6</b>			<b>6</b>
<b>Всього годин</b>		<b>120</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>60</b>

## 6. Самостійна робота здобувача

Головними видами самостійної роботи курсантів є: самостійна підготовка до аудиторних занять та самостійна підготовка до заліку.

Доцільно час самостійної підготовки для поглибленого вивчення та закріплення навчального матеріалу розподілити наступним чином:

№ з/п	Назва теми та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу)	Кількість годин СРК
1	<i>Тема 1.</i> Методологічні основи проектування та побудови цифрових засобів на основі програмованих логічних інтегральних схем. Актуальність проблеми розробки цифрових пристроїв на ПЛІС. Пристрої на основі програмованих логічних матриць ПЛІМ. Пристрої на основі програмованої матричної логіки ПМЛІ Пристрої на основі складних програмованих логічних пристроїв СПЛІ. Пристрої на базових матричних кристалах БМК. Пристрої на основі програмованих користувачем вентиляльних матриць. Перспективи розвитку архітектури ПЛІС. Системний підхід у ході проектування цифрових пристроїв на ПЛІС. Методика і засоби автоматизованого проектування цифрових пристроїв на ПЛІС. Можливості мов опису апаратури HDL. Основна література: [6], с. 30-239. Допоміжна література: [10-3, 5,7]	12
2	<i>Тема 2.</i> Теоретичні та практичні основи проектування цифрових пристроїв із застосуванням САПР MAX+plus II, Quartus II та ModelSim. Створення проекту в САПР MAX+plus II, Quartus. Графічне введення схеми в САПР MAX+plus II, Quartus. Текстовий опис пристрою в САПР MAX+plus II, Quartus. Компіляція проекту в САПР MAX+plus II, Quartus. Моделювання розробленої схеми в САПР MAX+plus II, Quartus. Аналіз часових затримок в САПР MAX+plus II, Quartus. Призначення портів виводам мікросхеми в САПР MAX+plus II, Quartus. Програмування мікросхеми в САПР MAX+plus II, Quartus. Конвертація проектів в САПР MAX+plus II, Quartus. Редактор ресурсів мікросхеми (Chip Editor) в САПР MAX+plus II, Quartus. Моделювання розробленої схеми в САПР ModelSim.. Основна література: [3], с. 39-148.	14

	Допоміжна література: [1, 2,4,7]	
3	<p><i>Тема 3. Теоретичні та практичні основи проектування цифрових пристроїв з використанням високорівневих мов опису апаратури Verilog та VHDL.</i></p> <p>Реалізація перетворювачів коду, мультиплексорів і Демультимплексорів на пліс за їхнім поведінковим VHDL-описом.</p> <p>Відлагодження проектів на мові VHDL.</p> <p>Реалізація схем з пам'яттю на пліс за їхнім поведінковим VHDL-описом.</p> <p>Сигнали у VHDL: базові типи та декларування сигналів. Опис системного інтерфейсу.</p> <p>VHDL-конструкції для опису поведінки системи: нелогічні типи даних, вирази та оператори, константи.</p> <p>Заголовок інтерфейсу, оператори Port і Generic.</p> <p>Засоби мови Verilog.</p> <p>Тестові стенди Verilog.</p> <p>Сигнали у Verilog.</p> <p>Поведінковий підхід у HDL-мові Verilog.</p> <p>Опис структури системи у VHDL. Структурні описи. Пряма реалізація інтерфейсів. Компоненти та конфігурації.</p> <p>Множинні процеси у VHDL-архітектурі. Паралельність. Оператори присвоєння сигналів як спрощені процеси.</p> <p>Драйвери та атрибути сигналів. Багатозначна логіка у VHDL.</p> <p>Основна література: [1], с. 119-197, [5], с. 19-201.</p> <p>Допоміжна література: [4-5; 2; 7]</p>	28
4	<p>Підготовка до екзамену</p> <p>Основна література: [1], с. 9-237, [5], с. 19-201, [3], с. 67-245.</p> <p>Допоміжна література: [2-5, 1, 7]</p>	6
<b>Всього годин</b>		<b>60</b>

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни визначає систему вимог, які викладач ставить перед курсантом.

Для курсантів *відвідування занять* є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, несення служби у наряді, індивідуальний графік, участь у заходах інституту (університету), які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності курсанта викладачу має повідомити командир групи або його прямий начальник. За об'єктивних причин навчання може відбуватись в он-лайн формі за рішенням керівництва інституту.

*Правила поведінки* визначаються положеннями закону України "Про Державну службу спеціального зв'язку та захисту інформації України", статутами Збройних сил України та Правилами внутрішнього розпорядку Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" (в частині що стосується).

*Правила захисту* схем-моделей визначають, що захист здійснюється персонально та особисто кожним курсантом шляхом подання звіту про виконану роботу та усної відповіді на питання, які заздалегідь їм доведені або стосуються порядку виконання цього завдання.

*Правила призначення* заохочувальних та штрафних балів визначені рейтинговою системою оцінювання результатів навчання у розділі 8.

*Політика дедлайнів та перескладань* визначає порядок призначення кінцевих термінів для складання індивідуальних завдань, ЕК, МКР та алгоритми зменшення балів у випадку не виконання встановлених термінів, а також визначає порядок перескладання оцінок з метою підвищення балів.

*Академічна доброчесність* здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі).

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

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

Видами контролю якості навчання здобувачів є: поточний та семестровий контроль.

Оцінювання результатів навчання здобувачів здійснюється відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Кожному курсанту надається можливість набрати певну кількість балів під час навчальних занять, виконання індивідуальних завдань, написання письмових експрес-контролів тощо, які будуть використовуватися для визначення індивідуального рейтингу аспіранта.

Стартовий рейтинг здобувача з даного кредитного модуля становить 60 балів, що він отримує за активну участь на практичних заняттях (усні відповіді, письмові завдання доповнення) тощо та виконання письмових експрес-контролів та тестів.

Критерії нарахування балів.

1) Практичні заняття оцінюються в 4 бали:

- повне розуміння питань, що розглядаються на занятті, вільне володіння матеріалом (не менше 90% засвоєного навчального матеріалу) – 4 бали;
- розкриття одного з питань, що розглядаються на занятті, участь у їх обговоренні (не менше 75% засвоєного навчального матеріалу) – 3 бали;
- участь у обговоренні питань, що розглядаються на практичному занятті (не менше 60% засвоєного навчального матеріалу) – 2 бали;
- здобувач не приймає активної участі у занятті, відповіді на запитання відсутні тощо – 0-1 бал.

Тобто максимум  $4 \cdot 15 = 60$  балів.

Таким чином стартовий рейтинг за семестр (rc) складатиме:

$$rc = 60 \text{ балів.}$$

Екзамен оцінюється у 40 балів. Екзаменаційний білет містить 2 теоретичних і одне практичне завдання.

Кожне теоретичне запитання оцінюється у 10 балів за такими критеріями:

- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 8-10 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності – 6-7 бали;
- неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки – 2-5 бали;
- незадовільна відповідь – 1-0 балів.

Практичне завдання оцінюється у 20 балів за такими критеріями:

- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 16- 20 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності – 9 -15 балів;
- неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки – 3-8 балів;
- незадовільна відповідь – 0-2 бали.



Таким чином залікова максимальна складова становитиме:

$$r_E = 10 + 10 + 20 = 60 \text{ балів.}$$

Застосовується м'яка схема оцінювання. Тому максимальна кількість балів що отримує курсант дорівнює 100. Загальна сумарна кількість балів, набраних курсантом повинна складати не менше ніж 60 балів, в іншому випадку вважатиметься, що оцінка за семестр буде негативною.

З урахуванням заохочувальних (штрафних) балів максимальна оцінка за семестр може складати:

$$RD = r_C + r_{шз} = 100.$$

Рейтингова оцінка трансформується до університетської системи оцінювання згідно з таблицею 1.

Таблиця 1. Переведення рейтингових балів (RD) до оцінок за університетською шкалою.

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше ніж 60	Незадовільно

#### Примітки:

– положення про рейтингову систему оцінки успішності доводиться на першому занятті з дисципліни;

– попередня рейтингова оцінка (RC) з кредитного модуля (дисципліни) доводиться до курсантів на останньому занятті;

– календарний контроль курсантів з навчальної дисципліни проводиться викладачами за значенням поточного рейтингу курсанта ( $r_{ct}$ ) на час атестації  $t$ . Якщо значення цього рейтингу не менше 50% від максимально можливого ( $R_{ct}$ ) на час атестації  $r_{ct} \geq 0,5R_{ct}$ , курсант вважається задовільно атестованим, з виставленням в атестаційній відомості “а”. Інакше в атестаційній відомості виставляється “НА”;

– календарний контроль проводиться згідно з окремим наказом/розпорядженням КПІ ім. Ігоря Сікорського.

### 9. Додаткова інформація з навчальної дисципліни

Перелік питань, які виносяться на екзамен:

1. Етапи та технології проектування цифрових засобів
2. Технології автоматизації проектування за допомогою комбінаційної логіки
3. Технології автоматизації проектування за допомогою послідовної логіки
4. Елементарна база сучасних програмованих логічних мікросхем (ПЛІС)
5. Класифікація програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС)
6. Методика і засоби автоматизованого проектування цифрових засобів на ПЛІС
7. Напрями і тенденції у проектуванні і виробництві сучасних інтегральних схем
8. Методика проектування цифрових засобів на ПЛІС типу FPGA.
9. Структурний синтез складних цифрових автоматів
10. Структурний синтез цифрових комбінаційних пристроїв
11. Основні поняття та підходи до автоматизації проектування цифрових засобів
12. Система автоматизованого проектування (САПР). Принципи побудови та основні вимоги.
13. Математичне, лінгвістичне, програмне та інформаційне забезпечення

14. Загальні відомості та основи застосування САПР MAX+PLUS II.
15. Порядок проектування цифрових пристроїв у САПР MAX+PLUS II із застосуванням графічного редактора.
16. Загальні відомості та основи застосування САПР Quartus II
17. Моделювання проекту в середовищі Quartus II
18. Компіляція проекту в середовищі Quartus II. Аналіз результатів компіляції
19. Призначення контактів вводу/виводу в проекті.
20. Часовий аналіз проекту в середовищі Quartus II
21. Загальні відомості, завдання та структура САПР ModelSim.
22. Основи практичної роботи з САПР ModelSim.
23. Підготовка вхідних даних для проектування та моделювання цифрових засобів.
24. Компіляція проекта в САПР ModelSim. Моделювання цифрових засобів в САПР ModelSim.
25. Класифікація, призначення та сфери застосування мов опису апаратних засобів.
26. HDL – опис пристроїв.
27. Структура модулів Verilog. Коментарії, ідентифікація та числа у Verilog.
28. Невизначений і високоімпедансний стан у Verilog. .
29. Ланцюги і регістри. Вектори, масиви та пам'ять. .Примітиви у Verilog.
30. Оператори і вирази. Оператори initial та always.Контроль подій у Verilog.
31. Оператори блокуючого та неблокуючого присвоєння у Verilog.
32. Оператори прийняття рішень. Задачі та функції. Використання двонапрямлених портів у Verilog.
33. Опис основних параметрів. Оператори повторення у Verilog.
34. Структурний опис проекту. Порядок створення проектів на Verilog.
35. Застосування HDL мови Verilog для опису цифрових пристроїв (Реалізація логічних функцій, проектування мультиплексорів).
36. Застосування HDL мови Verilog для опису цифрових пристроїв (розробка дешифраторів і демультимплексорів).
37. Застосування HDL мови Verilog для опису цифрових пристроїв (Арифметичні пристрої та схеми контролю).
38. Застосування HDL мови Verilog для опису цифрових пристроїв (Тригери (RS-, D-, J-K-, T- та TV- тригери).
39. Застосування HDL мови Verilog для опису цифрових пристроїв (розробка скінченних автоматів..Лічильники імпульсів).
40. Моделювання та дослідження арифметичних пристроїв із застосуванням HDL мови Verilog та САПР ModelSim.
41. Моделювання та дослідження кінцевих автоматів із застосуванням HDL мови Verilog та САПР ModelSim.
42. Моделювання та дослідження послідовних логічних пристроїв із застосуванням HDL мови Verilog та САПР ModelSim.
43. Моделювання та дослідження послідовних логічних пристроїв із застосуванням HDL мови Verilog та САПР ModelSim.
44. Підходи до оптимізації синтезу цифрових пристроїв.
45. Алфавіт мови. Лексичні елементи мови VHDL. (Класифікація типів даних у мові VHDL. Класи та атрибути об'єктів у VHDL. Операції у виразах. Робота з векторними типами даних та багатовимірними масивами)
46. Основні оператори мови VHDL. ( Основи функціонування апаратно-орієнтованої частини алгоритмічного ядра мови VHDL
47. Основи синтаксису мови VHDL. (Опис об'єкта моделювання. Основні оператори).
48. Організація циклів в VHDL. Функції перетворювання типів. Типи опису архітектури об'єкта в мові VHDL
49. Реалізації на ПЛІС функцій найпростіших логічних елементів з використанням графічного опису із застосування мови VHDL та САПР MAX+PLUS II

50. Реалізація найпростіших логічних елементів на ПЛІС за їхнім алгоритмічним описом мовою VHDL із застосування САПР MAX+PLUS II
51. Реалізації комбінаційних схем на ПЛІС з використанням графічного опису із застосування мови VHDL та САПР MAX+PLUS II
52. Реалізація комбінаційних схем на ПЛІС за їхнім алгоритмічним описом мовою VHDL із застосування САПР MAX+PLUS II
53. Реалізація перетворювачів коду, мультиплексорів і демультимплексорів на ПЛІС за їхнім поведінковим VHDL-описом.
54. Відлагодження проектів на мові VHDL.
55. Реалізація схем з пам'яттю на ПЛІС за їхнім поведінковим VHDL-описом.
56. Сигнали у VHDL: базові типи та декларування сигналів. Опис системного інтерфейсу.
57. Методи мінімізації логічних функцій. Метод Квайна.
58. Методи мінімізації логічних функцій. Метод Карно-Вейча. Карти Карно.
58. Методи мінімізації логічних функцій. Метод Квайна-Мак-Класкі.
59. Логічні функції та логічні елементи.
60. Основні аксіоми та теореми алгебри логіки.
61. Теореми розкладу перемикальних функцій. Мінтерми і макстерми.
62. Нормальні канонічні форми двійкових функцій.
63. Системи логічних рівнянь.
64. Мультиплексор. Демультимплексор. Шифратори (простий та пріоритетний). Схеми комбінаційного звуку.
65. Комбінаційні суматори (одно розрядний, з послідовним та паралельним перенесенням). Схема віднімання. Універсальна схема додавання та віднімання. Схема логічного множення. Схема логічного ділення.