

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Радіотехнічний факультет
Кафедра радіоприймання та оброблення сигналів

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

з дисципліни «Цифрові пристрої»

для студентів радіотехнічного факультету,
спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка
спеціалізації «Радіозв'язок та оброблення сигналів»
«Радіосистемна інженерія»

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2017

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Цифрові пристрої» для студентів радіотехнічного факультету спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка, спеціалізації «Радіозв'язок та оброблення сигналів», «Радіосистемна інженерія» / Уклад. : О.Т. Титенко, І.О. Сушко, Н.О. Лащевська — К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. — 22 с.

Гриф надано вченою радою радіотехнічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського
(Протокол № 09/2017 від 25.09.2017)

Рекомендовано навчально-методичною комісією радіотехнічного факультету
(Протокол № 09/2017 від 22.09.2017)

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт
з дисципліни «Цифрові пристрої»
для студентів радіотехнічного факультету,
спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка
спеціалізації «Радіозв'язок та оброблення сигналів»
«Радіосистемна інженерія»

Укладачі: *Олександр Трохимович Титенко, асистент*
Ірина Олександрівна Сушко, к.т.н.
Наталія Олександрівна Лащевська, к.т.н.

Рецензент: *Аліна Вікторівна Шульга,*
Асистент кафедри радіоконструювання і виробництва радіоапаратури
КПІ ім. Ігоря Сікорського

За редакцією укладача

КПІ ім. Ігоря Сікорського
Радіотехнічний факультет
03056, Київ, вул. Політехнічна, 12, корп. 17
Тел./факс (044) 204-94-23

ЗМІСТ

Вступ	3
ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ.....	4
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1.....	6
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2.....	9
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3.....	12
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4.....	14
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5.....	16
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6.....	19
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	21

ВСТУП

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Цифрові пристрої" орієнтовані на підготовку студентів радіотехнічного факультету КПІ імені Ігоря Сікорського денної форми навчання за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка, спеціалізації «Радіозв'язок та оброблення сигналів», «Радіосистемна інженерія».

Мета лабораторних робіт - набуття студентами навичок з розробки принципів електричних схем цифрових пристроїв, їх практичної реалізації і ладнання.

Кожна з лабораторних робіт включає етапи:

- побудова функціональної схеми, яка реалізує задані функції;
- розробка електричної принципової схеми цифрового пристрою (ЦП) з використанням мікросхем, заданих типів;
- збирання та ладнання макету ЦП на;
- підтвердження правильності функціонування ЦП та оформлення результатів роботи.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

В учбовій лабораторії при виконанні лабораторних робіт використовується робоча напруга небезпечна для життя (± 5 В для живлення лабораторних макетів та 24 В змінного струму для живлення паяльників). Але наявність високої (220 В) напруги на розподільних електрощитах, використання паяльників, робоча температура яких перевищує 200 °С, обумовлює необхідність виконання певних правил техніки безпеки та виробничої санітарії з метою запобігання нещасних випадків, надання шкоди здоров'ю (як власному так і оточуючих).

1. Забороняється студентам самостійно виконувати будь-які вмикання на розподільних електрощитах або заміну запобіжників.
2. Вмикання лабораторного макета після збирання схеми можливо лише в присутності керівника робіт.
3. Збирання схеми, внесення будь-яких змін до неї слід виконувати лише при **вимкненому** електроживленні. Виконувати будь-які перемикання в схемах, що знаходяться під напругою **забороняється**.
4. Робоче місце в процесі виконання робіт має бути організоване - вільне від сторонніх предметів (книг, конспектів т.ін.), невикористаних монтажних провідників тощо.
5. На робочому місці має знаходитись не менше двох осіб. Виконувати лабораторні роботи поодиноці заборонено.
6. При збиранні пристрою на базовому шасі необхідно уникати взаємного торкання монтажних провідників, щоб не допускати режимів короткого замикання, які можуть призвести до аварійного стану пристрою, відмови комплектуючих елементів або базового шасі.
7. Недопустимо вмикати в розетки електромережі будь-які провідники без штепсельних вилок.
8. При залужуванні кінців монтажних провідників та їх припаюванні до контактних елементів базового шасі необхідно бути особливо обережним, щоб запобігти розбризкуванню розплавленого припою.

9. Під час паяння відбувається виділення шкідливих для здоров'я речовин, тому необхідно слідкувати, щоб приміщення, де відбуваються лабораторні роботи, провітрювалось.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Спрощення логічних функцій та побудова цифрових комбінаційних схем на базових логічних елементах

Мета роботи.

Закріплення знань основних законів алгебри логіки. Оволодіння навичками розробки електричних принципових схем ЦП, їх збирання і налагодження.

Постановка задачі.

Реалізувати задану комбінаційну схему на запропонованих мікросхемах. Підтвердити працездатність реалізованих комбінаційних схем.

Порядок виконання роботи

1.1. Варіанти завдань.

Завдання №1.

Визначена логічна функція (ЛФ) чотирьох аргументів A, B, C, D . В таблиці 1.1. представлено 8 варіантів завдань (варіант завдання відповідає номеру бригади).

Таблиця 1.1.

№ ва- ріанту	Функція істинна на на- борах аргументів	Функція хибна на набо- рах аргументів
1	1,5,7,9,12,13,14,15	для всіх інших значень
2	для всіх інших значень	2,4,6,7
3	для всіх інших значень	2,3,10,14
4	0,2,8,10,11,14,15	для всіх інших значень
5	для всіх інших значень	0,2,8,9,10,11,13,15
6	для всіх інших значень	1,5,7,9,11,13
7	для всіх інших значень	9,11,13
8	0,1,2,3,4,5,6,7,15	для всіх інших значень

1.2. Підготовка до виконання лабораторної роботи

Завдання 1. Домашнє завдання.

1. Побудувати таблицю істинності даної логічної функції.
2. Здійснити запис та мінімізацію ЛФ (за одиницями), використовуючи основні закони алгебри логіки або метод карт Карно за варіантом завдання, що приведено в табл.1.1.
3. Привести функцію до базису І-НЕ за допомогою закону де Моргана

Примітка. Закон де Моргана.

$$A \cdot B = \overline{\overline{A} + \overline{B}}$$

$$A + B = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}}$$

4. Побудувати функціональну схему цифрового пристрою (ЦП), що реалізовує дану ЛФ.
5. Побудувати електричну принципову схему ЦП, ознайомившись з довідковими даними заданої мікросхеми 74НС00.

Завдання 2. Домашнє завдання.

Визначена логічна функція (ЛФ) чотирьох аргументів A, B, C, D . В таблиці 1.2. представлено 8 варіантів завдань (варіант завдання відповідає номеру бригади).

Таблиця 1.2.

№ ва- ріанту	Функція істинна на на- борах аргументів	Функція хибна на набо- рах аргументів
1	5,6,7,9,10,11,13,14,15	для всіх інших значень
2	0,1,3,8,9,11,12,13,15	для всіх інших значень
3	0,4,5,8,10,12,13,14,15	для всіх інших значень
4	для всіх інших значень	0,1,11,13,15
5	для всіх інших значень	1,2,3,5,7,10,11
6	для всіх інших значень	0,1,2,4,5,8,10
7	для всіх інших значень	0,1,2,4,6,8,9
8	1,5,7,8,9,12,13,14,15	для всіх інших значень

1. Побудувати таблицю істинності даної логічної функції.
2. Здійснити запис та мінімізацію ЛФ (за нулями), використовуючи основні закони алгебри логіки або метод карт Карно за варіантом завдання, що приведено в табл.1.2.

3. Привести функцію до базису АБО-НЕ за допомогою закону де Моргана

Примітка. Закон де Моргана.

$$A \cdot B = \overline{\overline{A} + \overline{B}}$$

$$A + B = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}}$$

4. Побудувати функціональну схему цифрового пристрою (ЦП), що реалізовує дану ЛФ.

5. Побудувати електричну принципову схему ЦП, ознайомившись з довідковими даними заданої мікросхеми 74НС02N.

1.3. Виконання лабораторної роботи.

1. Зібрати макет та здійснити його налагодження.

2. Змінюючи значення вхідних аргументів A, B, C, D скласти таблицю істинності логічної функції y , реалізованої на макеті. Переконайтеся в правильності роботи схеми.

3. Зробити висновки по завершенні лабораторної роботи та оформити звіт.

Звіт з виконання лабораторної роботи має містити титульний лист з назвою лабораторної роботи та прізвищами виконавців, пункти виконання домашнього завдання (1.2) для завдання 1 та завдання 2 з кінцевими результатами роботи – електричними принциповими схемами ЦП, висновки по роботі.

Контрольні питання.

1. Основні закони алгебри логіки. Застосування.
2. Спрощення логічних виразів.
3. Теорема де Моргана. Її застосування.
4. Базові та універсальні логічні елементи. Принцип роботи.
5. Реалізація фундаментальних логічних операцій НЕ, І, АБО за допомогою універсальних логічних елементів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Дослідження цифрових комбінаційних схем на базі мультиплектора. Мультиплексор в якості універсального логічного елемента

Мета роботи.

Оволодіння навичками розробки електричних принципових схем комбінаційної логіки на базі мультиплектора; їх збирання та налагодження.

Постановка задачі.

Реалізувати задані комбінаційні схеми на запропонованій мікросхемі. Підтвердити працездатність реалізованих комбінаційних схем.

Порядок виконання роботи

2.1 Варіанти завдань.

Завдання №1.

Визначена логічна функція (ЛФ) чотирьох аргументів x_3, x_2, x_1, x_0 . В таблиці 2.1. представлено 8 варіантів завдань (варіант завдання відповідає номеру бригади).

Таблиця 2.1.

№ ва- ріанту	Функція істинна на на- борах аргументів	Функція хибна на набо- рах аргументів
1	1,2,3,5,10,11	для всіх інших значень
2	для всіх інших значень	0,4,8,9,10,11
3	для всіх інших значень	4,8,10,12,13,14,15
4	7,9,11,12,13,14,15	для всіх інших значень
5	0,1,4,5,10,11,14,15	для всіх інших значень
6	для всіх інших значень	0,2,8,10,12,13,14
7	1,6,7,10,11,13,15	для всіх інших значень
8	0,1,3,4,5,7,9	для всіх інших значень

2.2. Підготовка до виконання лабораторної роботи – Домашнє завдання.

Завдання – синтезувати електричну принципову схему ЦП на мультиплексорі $8 \rightarrow 1$ для ЛФ за варіантом завдання. На адресні входи подати відповідно старші розряди вхідних комбінацій $A_2 A_1 A_0 \rightarrow x_3 x_2 x_1$.

1. Побудувати таблицю істинності реалізації даної ЛФ на базі мультиплексора.
2. Побудувати функціональну схему цифрового пристрою (ЦП), що реалізовує дану ЛФ.
3. Побудувати електричну принципову схему ЦП, ознайомившись з довідковими даними заданої мікросхеми SN74HC251N.

Примітка. Мультиплексор – цифрова інтегральна мікросхема комбінаційної логіки, що має декілька входів різного призначення та один вихід. Вся сукупність входів мультиплексора розподіляється на дві групи – інформаційні входи (або входи даних) та адресні входи. Призначення мультиплексора – здійснити комутацію інформаційних входів під впливом сигналів на адресних входах, тобто в залежності від сигналів на адресних входах, на вихід передається сигнал одного з інформаційних входів.

Таким чином, мультиплексор – цифрова мікросхема, яка має N адресних входів та 2^N інформаційних входів.

Мультиплексор можна віднести до універсальних логічних елементів тому, що в разі, коли число вхідних сигналів (аргументів функції) не перевершує $N + 1$, реалізація будь-якої логічної функції не потребує додаткових елементів.

2.3. Виконання лабораторної роботи.

1. Зібрати макет та здійснити його налагодження.
2. Змінюючи значення вхідних аргументів x_3, x_2, x_1, x_0 . скласти таблицю істинності логічної функції y , реалізованої на макеті. Переконатися в правильності роботи схеми.
3. Зробити висновки по завершенні лабораторної роботи та оформити звіт.

Звіт з виконання лабораторної роботи має містити титульний лист з назвою лабораторної роботи та прізвищами виконавців, пункти виконання домашнього завдання (2.2) з кінцевим результатом роботи – електричною принциповою схемою ЦП, висновки по роботі.

Контрольні питання.

1. Принцип дії мультиплектора.
2. Побудова ЦП на базі мультиплексорів.
3. Мультиплексор як універсальний логічний пристрій.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Дослідження цифрових комбінаційних схем

Мета роботи.

Закріплення навиків з мінімізації ЛФ, використовуючи основні закони алгебри логіки або метод карт Карно. Набуття досвіду розробки електричних принципових схем комбінаційної логіки; їх збирання та налагодження.

Постановка задачі.

Реалізувати задані комбінаційні схеми на запропонованих мікросхемах. Підтвердити працездатність реалізованих комбінаційних схем.

Порядок виконання роботи

3.1. Варіанти завдань.

Завдання №1.

Варіанти завдань наведені в таблиці 3.1. (варіант завдання відповідає номеру бригади).

Таблиця 3.1.

№ вар.	Завдання
1	Реалізувати схему дешифратора 2 в 4
	Реалізувати схему виключне АБО з використання базових ЛЕ
2	Реалізувати схему перетворювача двійкового коду в код Грея (з використанням МС виключне АБО)
	Реалізувати схеми однорозрядного цифрового компаратора (з використанням базових ЛЕ)
3	Реалізувати схему мультиплексора 4 в 1
	Реалізувати схему виключне АБО-НЕ з використання базових ЛЕ
4	Реалізувати схему повного дворозрядного суматора (з використання МС виключне АБО)
	Реалізувати схему мультиплексора 2 в 1
5	Реалізувати схеми однорозрядного цифрового компаратора (з використанням МС виключне АБО)
	Реалізувати схему напівсуматора (з використанням базових ЛЕ)
6	Реалізувати схему перетворювача коду Грея в двійковий код (з використанням МС виключне АБО)
	Реалізувати схему повного суматора (з використанням базових ЛЕ)
7	Реалізувати схему шифратора 4 в 2 (з використання МС виключне АБО)
	Реалізувати схему демультимплексора 1 в 2
8	Реалізувати схему демультимплексора 1 в 4
	Реалізувати схему повного суматора (з використання МС виключне АБО)

3.2. Підготовка до виконання лабораторної роботи – Домашнє завдання.

Завдання – синтезувати електричну принципову схему ЦП за варіантом завдання. На адресні входи подати відповідно старші розряди вхідних комбінацій

4. Побудувати таблицю істинності реалізації даної ЛФ.
5. Побудувати функціональну схему цифрового пристрою (ЦП), що реалізовує дану ЛФ.
6. Побудувати електричну принципову схему ЦП

Примітка.

2.3. Виконання лабораторної роботи.

1. Зібрати макет та здійснити його налагодження.
2. Змінюючи значення вхідних сигналів та спостерігаючи відповідні зміни вихідних сигналів, переконайтеся в правильності роботи реалізованої на макеті схеми.
3. Зробити висновки по завершенні лабораторної роботи та оформити звіт.

Звіт з виконання лабораторної роботи має містити титульний лист з назвою лабораторної роботи та прізвищами виконавців, пункти виконання домашнього завдання (3.2) з кінцевим результатом роботи – електричною принциповою схемою ЦП, висновки по роботі.

Контрольні питання.

1. Аксиоми алгебри логіки. Застосування.
2. Теорема де Моргана. Її застосування.
3. Карти Карно для спрощення логічних виразів.
4. Базові та універсальні логічні елементи. Принцип роботи.
5. Принцип роботи комбінаційних ЦП.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Дослідження роботи тригерів

Мета роботи.

Ознайомлення з принципом дії різних типів тригерів.

Постановка задачі.

Реалізувати схеми заданих типів тригерів. Підтвердити працездатність реалізованих схем.

Порядок виконання роботи

4.1. Варіанти завдань.

Завдання №1.

Варіанти завдань наведені в таблиці 3.1. (варіант завдання відповідає номеру бригади).

Таблиця 3.1.

№ вар.	Завдання
1	Реалізувати схему JK тригера
2	Реалізувати схему RS тригера
3	Реалізувати схему T тригера
4	Реалізувати схему D тригера
5	Реалізувати схему D тригера
6	Реалізувати схему T тригера
7	Реалізувати схему RS тригера
8	Реалізувати схему JK тригера

4.2. Підготовка до виконання лабораторної роботи – Домашнє завдання.

Завдання – синтезувати електричну принципову схему тригера за варіантом завдання.

1. Побудувати таблицю істинності переходів даного тригера.
2. Побудувати карти Карно для даного тригера
3. Побудувати функціональну схему даного тригера.
4. Побудувати електричну принципову схему даного тригера.

4.3. Виконання лабораторної роботи.

1. Зібрати макет та здійснити його налагодження.
2. Змінюючи значення вхідних сигналів та спостерігаючи відповідні зміни вихідних сигналів, переконайтеся в правильності роботи реалізованої на макеті схеми.
3. Зробити висновки по завершенні лабораторної роботи та оформити звіт.

Звіт з виконання лабораторної роботи має містити титульний лист з назвою лабораторної роботи та прізвищами виконавців, пункти виконання домашнього завдання (4.2) з кінцевим результатом роботи – електричною принциповою схемою ЦП, висновки по роботі.

Контрольні питання.

1. Визначення тригера.
2. Класифікація тригерів.
3. Таблиці переходів RS, D, T, JK тригерів.
4. Карти Карно для тригерів.
5. Принцип роботи RS, D, T, JK тригерів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Дослідження цифрових послідовних схем (автомати з пам'яттю)

Мета роботи.

Оволодіння навичками розробки електричних принципів схем цифрових автоматів з пам'яттю (лічильника імпульсів – синхронного з паралельним перенесенням та асинхронного); їх збирання та налагодження.

Постановка задачі.

Реалізувати у вигляді працюючого макету ЦП з заданими технічними характеристиками, використавши запропоновані мікросхеми тригерів та комбінаційної логіки. Провести ладнання макету та підтвердити правильність його функціонування.

Порядок виконання роботи

Варіанти завдань.

Синтезувати цифровий автомат – синхронний та асинхронний лічильник за варіантом завдання. Варіанти завдань на виконання лабораторної роботи №5 наведені в табл.5.1.

Таблиця 5.1. Варіанти завдань на виконання лабораторної роботи №5.

№ варіанту	Завдання
1	Лічильник, що рахує од 2 до 6 з поверненням в початковий стан
2	Лічильник, що рахує од 7 до 3 з поверненням в початковий стан
3	Лічильник, що рахує од 3 до 7 з поверненням в початковий стан
4	Лічильник, що рахує од 6 до 1 з поверненням в початковий стан
5	Лічильник, що рахує од 1 до 5 з поверненням в початковий стан
6	Лічильник, що рахує од 1 до 6 з поверненням в початковий стан
7	Лічильник, що рахує од 6 до 2 з поверненням в початковий стан
8	Лічильник, що рахує од 5 до 1 з поверненням в початковий стан

Підготовка до виконання лабораторної роботи. – Домашнє завдання.

Синтез схеми синхронного лічильника

1. Визначити кількість тригерів, необхідних для реалізації заданого коефіцієнту лічби.
2. Зважаючи на заданий тип тригера (визначається типом відповідної мікросхеми – за замовчуванням SN7472N, тобто JK-тригер записати таблицю його переходів.
3. Побудувати таблицю переходів (станів) кожного тригера, що входить до складу пристрою, що проектується.
4. Побудувати карти Карно для сигналів на входах кожного тригера.
5. Отримати мінімізовані функції для сигналів на входах кожного тригера.
6. Привести отримані логічні функції до заданого базису (за замовчуванням – базис I-НЕ).
7. Розробити функціональну логічну схему пристрою.
8. Ознайомитись з довідковими даними заданих мікросхем та розробити електричну принципову схему ЦП.
9. Побудувати часові діаграми на входах-виходах тригерів.

Синтез схеми асинхронного лічильника

1. За часовими діаграмами (п.9 для синтезу синхронного лічильника) побудувати функціональну схему ЦП.
2. Розробити електричну принципову схему ЦП.
3. Провести перевірку синтезу схеми в пакеті комп'ютерного моделювання.

Виконання лабораторної роботи.

1. Встановити задані мікросхеми в панелі базового шасі.
2. Підключити виходи тригерів до світлодіодів, розміщених на монтажному полі.
3. З'єднати між собою тактові входи тригерів і підключити їх до виходу генератора тактових імпульсів, який вмонтовано в базове шасі.
4. Подати напругу на базове шасі. Подати на входи J та K сигнали, що відповідають логічній «1» і при подачі тактових імпульсів згідно таблиці переходів перевірити правильність переключення тригерів (перевірити «прямі» та «інверсні» виходи тригерів).

- 5.Послідовною фіксацією логічного «0» на входах J перевірити чи встановлюється сигнал логічного «0» на виходах тригерів.
- 6.Послідовною фіксацією логічного «0» на входах K перевірити чи встановлюється сигнал логічної «1» на виходах тригерів.
- 7.Після перевірки тригерів зібрати синтезовану схему синхронного лічильника.
- 8.Подачею поодиноких імпульсів перевірити відповідність роботи схеми заданому алгоритму.
- 9.Зібрати синтезовану схему асинхронного лічильника.
- 10.Подачею поодиноких імпульсів перевірити відповідність роботи схеми заданому алгоритму.

✓ Звіт з виконання лабораторної роботи має містити титульний лист з назвою лабораторної роботи та прізвищами виконавців, пункти виконання домашнього завдання з кінцевим результатом роботи – електричною принциповою схемою ЦП, висновки по роботі.

Контрольні питання.

1. Описання роботи JK-тригера за допомогою таблиці станів.
2. Синхронні та асинхронні цифрові автомати. Переваги та недоліки.
3. Таблиця станів (переходів) автомата. Часові діаграми вхідних та вихідних сигналів.
4. RS-тригер. Принцип роботи.
5. D-тригер. Принцип роботи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

ПРОЕКТУВАННЯ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ НА ПРОГРАМОВАНИХ ЛОГІЧНИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ СХЕМАХ

ОПИС ТА ЛАДНАННЯ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ ПОСЛІДОВНОГО ТИПУ

6.1 Мета роботи

Ознайомитись з середовищем розроблення та тестування цифрових пристроїв на ПЛІС Quartus II фірми Altera, отримати практичні навички у створенні проектів, створенні схем цифрових пристроїв в редакторі **Block Diagram/Schematic**, їх тестування та перевірки.

6.2 Завдання

Необхідно створити схеми простих цифрових пристроїв комбінаційного типу в редакторі **Block Diagram / Schematic**, створити файл тестування **Vector Waveform File** та перевірити функціональну коректність роботи ЦП безпосередньо на ПЛІС.

Процес виконання завдання можна розділити на такі етапи:

- 1) створення нового проекту в САПР Quartus II (додаток А);
- 2) створення схем цифрових пристроїв в редакторі **Block Diagram/Schematic**;
- 3) створення файла тестування **Vector Waveform File** та перевірка коректності роботи ЦП.

6.3 Індивідуальне завдання

Для індивідуальної роботи пропонуються варіанти послідовних пристроїв (лічильників), схеми котрих слід реалізувати, і які нескладно перевірити. Варіант задається викладачем відповідно до табл. 6.1.

Таблиця 6.1. - Приклади варіантів завдань

№	Завдання
1	Синхронний додавальний лічильник з коефіцієнтом лічби 10
2	Синхронний додавальний лічильник з коефіцієнтом лічби 11
3	Синхронний додавальний лічильник з коефіцієнтом лічби 12
4	Синхронний додавальний лічильник з коефіцієнтом лічби 13
5	Синхронний додавальний лічильник з коефіцієнтом лічби 14
6	Синхронний додавальний лічильник з коефіцієнтом лічби 15
7	Синхронний віднімальний лічильник з коефіцієнтом лічби 15

8	Синхронний віднімальний лічильник з коефіцієнтом лічби 14
9	Синхронний віднімальний лічильник з коефіцієнтом лічби 13
10	Синхронний віднімальний лічильник з коефіцієнтом лічби 12
11	Синхронний віднімальний лічильник з коефіцієнтом лічби 11

Схеми реалізувати на JK-тригерах та логічних елементах.

Встановлюємо кінцевий час сигналів: **End Time = 10 μ s.**

Період тактової частоти лічильника обираємо **= 100ns.**

Контрольні запитання

1. Визначення тригера.
2. Принцип роботи і таблиці переключень RS, D, JK, T тригерів.
3. Синхронний та асинхронний цифровий автомат.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Цифрова та імпульсна схемотехніка. Моделювання та аналіз. Електронний посібник / В.В. Макаренко, В.М.Співак, – К.:НТУУ “КПІ”, 2015. – 314 с. іл.
2. Цифрова схемотехніка електронних систем. Підручник / В.І. Бойко, В.Я. Жуйков, А.А. Зорі, В.В. Багрій, В.М. Співак, Т.О. Терещенко. 3-те вид. допов. і переробл. – К.: Вища школа. 2010. – 426 с. (гриф надано МОН України – протокол № 1.4/18-Г-414 від 14.02.2008 р.). ISBN 966-642-193-3.
3. Рябенський В.М., Жуйков В.Я., Гулий В.Д. Цифрова схемотехніка: Навч. посібник. – Львів: "Новий світ-2000", 2009. – 736 с.
4. Точчи Р.Дж., Уидмер Н.С. Цифровые системы. Теория и практика. М.: Издательский дом "Вильямс". 2004. 1024 с.
5. Угрюмов Е.П., Цифровая схемотехника. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 800 с.
6. Уилкинсон Б. Основи проєктирования цифрових схем. Издательский дом "Вильямс". М. 2004. 320 с.