

### Лабораторная работа №3.

#### Разработка счетчика с заданным основанием счета на ПЛИС с использованием языков описания аппаратуры

**Цель работы.** Разработать проект счетчика с заданным основанием счета в среде программирования Quartus, с использованием языков описания аппаратуры.

#### Краткие теоретические сведения

Разработка счетчика с заданным основанием счета является одной из типовых задач проектирования цифровых схем. Счетчик должен изменять значения выходных двоичных кодов от 0 до М-1 включительно, каждый М-й входной импульс должен приводить к обнулению счетчика, каждый последующий импульс вызывает последовательное увеличение на 1 выходного кода. При формировании такого цифрового устройства можно использовать различные триггеры, модули которых реализуются на языках описания аппаратуры (Verilog, System Verilog, VHDL). При формировании проекта нужно создать синхронный счетчик: тактовые входы всех используемых элементов должны быть подсоединены к одному общему источнику сигнала тактирования (в данном случае – входной сигнал в виде последовательности импульсов). Управление состояниями триггеров должно быть организовано при помощи логических схем, выходы которых подсоединяются к управляющим входам триггеров. Для реализации счетчиков пригодны различные типы триггеров.

#### Варианты заданий\*

Задание заключается в формировании проекта *синхронного* суммирующего счетчика с заданным основанием счета (М) на языке Verilog. Состояние двоичного кода, равное М, даже на очень краткое время, не допускается. Нежелательны также кратковременные вставки “неправильных” кодов в моменты переключений триггеров счетчика, наличие таких элементов на временной диаграмме допускается только по согласованию с преподавателем, при предъявлении результатов работы в часы занятий. Следует помнить, что в некоторых случаях даже проекты счетчиков, приведенных в учебных пособиях по языкам описания аппаратуры, не всегда обеспечивают приведенное требование. В некоторых случаях лучшим выходом является повторение структуры модуля счетчика, реализованного в виде графического проекта, средствами языка описания аппаратуры.

Для реализации заданного основания счета при выполнении лабораторной работы запрещается использовать принцип обратной связи на входы сброса триггеров вследствие общеизвестных недостатков такого подхода к разработке.

Варианты заданий приведены в таблице. Данные вариантов заданий совпадают с данными, приведенными в методических указаниях к лабораторной работе №3, выполненной в предыдущем семестре изучения дисциплины.

Таблица вариантов заданий

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
М	15	17	18	19	20	21	22	23	24	14	3	5	6	7	9
Вар.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
М	10	11	12	13	25	26	27	28	29	30	31	33	34	35	36

#### \*Примечание:

Если отчет представлен после указанной предельной даты выполнения работы, то, помимо основного задания, следует выполнить дополнительные задания:

- 1) реализовать вычитающий счетчик с тем же основанием счета на языке Verilog, и осуществить его моделирование,
- 2) реализовать проект счетчика на языке VHDL и осуществить его моделирование,
- 3) осуществить моделирование проекта в среде ModelSim Altera, с использованием файла, описывающего тестовые воздействия (testbench).

### **Порядок выполнения работы**

1. Получить вариант задания у преподавателя во время занятия по расписанию, удостовериться в правильном понимании задания и критериев его оценки.
2. Реализовать проект счетчика на языке Verilog.
3. Осуществить компиляцию проекта и провести функциональное моделирование. В случае, если заметна неодновременность переключений разрядов счетчика, изменить программную реализацию, ориентируясь на данные проекта, разработанного в графическом формате при выполнении лабораторных работ №3 и №4 прошлого семестра изучения дисциплины.
4. Назначить выводы ПЛИС для входов и выходов проекта, выполнить моделирование с учетом задержек (timing simulation).
5. Убедиться в работе проекта в соответствии с данными полученного варианта, продемонстрировать работу преподавателю.
6. Сохранить проект, выйти из среды Quartus. Закончить работу.

### **Содержание отчета**

1. Цель работы.
2. Вариант задания.
3. Краткое описание концепции разработки проекта счетчика на языке описания аппаратуры.
4. Листинг программы, реализующей заданную по варианту функциональность устройства в среде Quartus.
5. Информация о назначении выводов ПЛИС для проекта.
6. Временные диаграммы работы проекта в среде Quartus: результаты функциональной и временной симуляции.
7. Перечисление ошибок, если они возникали в процессе работы и методов, применённых для их устранения.
8. Выводы.
9. Список используемых источников.

### **Рекомендуемая литература**

1. Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС. / З.Наваби; перев. с англ. В.В. Соловьева. – М.: ДМК Пресс, 2016. - 464 с.
2. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС: учеб. пособие / И.В. Ушенина. - СПб: Лань, 2022. - 408 с.
3. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / Д.М. Харрис, С.Л. Харрис; пер. с англ. ImaginationTechnologies. – М.: ДМК Пресс, 2018. - 792 с.