

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники

Небольсин В.А.

«19» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Специализированные интегральные устройства и системы в
приборостроении»

Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение

Профиль Приборостроение

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 3 месяца

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2020

Автор программы

 /Пирогов А.А./

**Заведующий кафедрой
Конструирования и
производства
радиоаппаратуры**

 /Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП

 /Муратов А.В./

Воронеж 2020

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

изучение основ проектирования цифровых устройств с использованием языков описания аппаратуры VHDL/Verilog на базе системы автоматизированного проектирования (САПР) Xilinx ISE.

1.2. Задачи освоения дисциплины

1. Изучение методов моделирования цифровых устройств и узлов.
2. Изучение методов верификации моделей цифровых устройств.

Получение навыков в области проектирования цифровых устройств с использованием САПР Xilinx ISE.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Специализированные интегральные устройства и системы в приборостроении» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Специализированные интегральные устройства и системы в приборостроении» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способность осуществлять проектную деятельность в профессиональной сфере на основе системного подхода

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	Знать состав и методику разработки моделей цифровых функциональных блоков с использованием схемного редактора Xilinx ISE.
	Уметь разрабатывать функциональные узлы с использованием библиотек стандартных элементов редактора Xilinx ISE, моделировать и получать их временные параметры с использованием симулятора iSim
	Владеть навыками отладки и верификации моделей блоков, реализовывать прототипы устройств с использованием отладочных плат Spartan 3E

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Специализированные интегральные устройства и системы в приборостроении» составляет 5 з.е.

**Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	81	81
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	14	14
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
Самостоятельная работа	157	157
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Методика проектирование цифровых функциональных узлов комбинационного типа с использованием языков описания аппаратуры	Моделирование логических функций в заданном базисе; моделирование шифраторов и дешифраторов; моделирование мультиплексоров и демультиплексоров. Реализация арифметических цифровых узлов. Преобразователи кодов.	6	6	12	26	50
2	Методика проектирования	Моделирование триггеров различных типов - RS, D, T, JK; моделирование	6	6	14	28	54

	цифровых функциональных узлов последовательностного типа с использованием языков описания аппаратуры	регистров хранения, сдвигающих, реверсивных, моделирование делителей частоты и генераторов псевдослучайных последовательностей; моделирование суммирующих, вычитающих и реверсивных счетчиков; моделирование цифровых автоматов.					
3	Методы верификации моделей цифровых функциональных узлов с использованием отладочных плат Spartan 3E	Логические блоки, система коммутации, блоки ввода/вывода ПЛИС Xilinx семейства Spartan; маршрут проектирования цифровых устройств на ПЛИС; применение программируемой логики в структурах «Система на кристалле» и «Система в копусе»	6	6	8	27	47
Итого			18	18	36	81	153

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Методика проектирование цифровых функциональных узлов комбинационного типа	Моделирование логических функций в заданном базисе; моделирование шифраторов и дешифраторов; моделирование мультиплексоров и демультимплексоров. Реализация арифметических цифровых узлов. Преобразователи кодов.	2	-	2	52	56
2	Методика проектирования цифровых функциональных узлов последовательностного типа на вентильном уровне моделирования	Моделирование триггеров различных типов - RS, D, T, JK; моделирование регистров хранения, сдвигающих, реверсивных, моделирование делителей частоты и генераторов псевдослучайных последовательностей; моделирование суммирующих, вычитающих и реверсивных счетчиков; моделирование цифровых автоматов.	2	2	2	52	58
3	Методы верификации моделей цифровых функциональных узлов с использованием отладочных плат Spartan 3E	Логические блоки, система коммутации, блоки ввода/вывода ПЛИС Xilinx семейства Spartan; маршрут проектирования цифровых устройств на ПЛИС; применение программируемой логики в структурах «Система на кристалле» и «Система в копусе»	-	2	2	53	57
Итого			4	4	6	157	171

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Синтез логических схем по заданной таблице истинности на основе ПЛИС
2. Разработка триггеров на основе плис
3. Разработка и исследование дешифратора и шифратора
4. Разработка и исследование мультиплексора и демультимплексора
5. Разработка и исследование регистров
6. Разработка и исследование счетчиков

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 3 семестре для очной формы обучения, в 4 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Проектирование оперативного запоминающего устройства статического типа»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Разработка схемы запоминающего устройства.
- Верификация полученной модели, построение временных диаграмм.
- Физическая верификация модели с использованием отладочной платы

ПЛИС

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-4	Знать состав и методику разработки моделей цифровых функциональных блоков с использованием схемного редактора Xilinx ISE.	Активная работа на практических занятиях, ответ не менее чем на половину заданных в процессе опроса вопросов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь разрабатывать функциональные узлы с использованием библиотек стандартных элементов редактора Xilinx ISE, моделировать и получать их временные параметры с использованием симулятора iSim	Решение не менее половины стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками отладки и верификации моделей блоков, реализовывать прототипы устройств с использованием отладочных плат Spartan 3E	Решение не менее половины прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения, 4 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-4	Знать состав и методику разработки моделей цифровых функциональных блоков с использованием схемного редактора Xilinx ISE.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь разрабатывать функциональные узлы с использованием библиотек стандартных элементов редактора Xilinx ISE, моделировать и получать их временные параметры с использованием симулятора iSim	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками отладки и верификации моделей блоков, реализовывать прототипы устройств с использованием отладочных плат Spartan 3E	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Правила перевода из десятичной системы счисления (СС) в двоичную СС и наоборот.

2. Правила перевода из шестнадцатеричной системы счисления (СС) в

двоичную СС и наоборот.

3. Правила перевода из восьмеричной системы счисления (СС) в двоичную СС и наоборот.

4. Основные операции и законы алгебры логики. Порядок выполнения операций в сложных функциях.

5. Основные теоремы и алгебры логики для функций одной и двух переменных.

6. Таблицы истинности ЛЭ ИЛИ, И, НЕ.

7. Способы задания переключательной функции: словесный, табличный, алгебраический.

8. Две основные алгебраические формы ПФ: дизъюнктивная и конъюнктивная.

9. Реализация схемы ПФ в любом базисе, универсальном базисе 2И-НЕ, 2ИЛИ-НЕ.

10. Минимизация ПФ методом алгебраических преобразований.

11. Минимизация ПФ с помощью карт Карно.

12. Минимизация ПФ с помощью диаграмм Вейча.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. На основе ИС мультиплексора “8-1” спроектируйте схему, реализующую логическую функцию четности трехразрядного слова (четности числа единиц в трехразрядном слове).

2. На основе ИС мультиплексора “8-1” спроектируйте схему, реализующую логическую функцию нечетности трехразрядного слова.

3. Разработать схему сдвигающего вправо трехразрядного регистра на JK - триггерах.

4. Разработать схему сдвигающего влево трехразрядного регистра на D-триггерах.

5. Разработать схему сдвигающего вправо трехразрядного регистра на D- триггерах.

6. Разработать схему сдвигающего влево трехразрядного регистра на JK- триггерах.

7. Разработать схему регистрового делителя частоты на JK - триггерах, $K=4$.

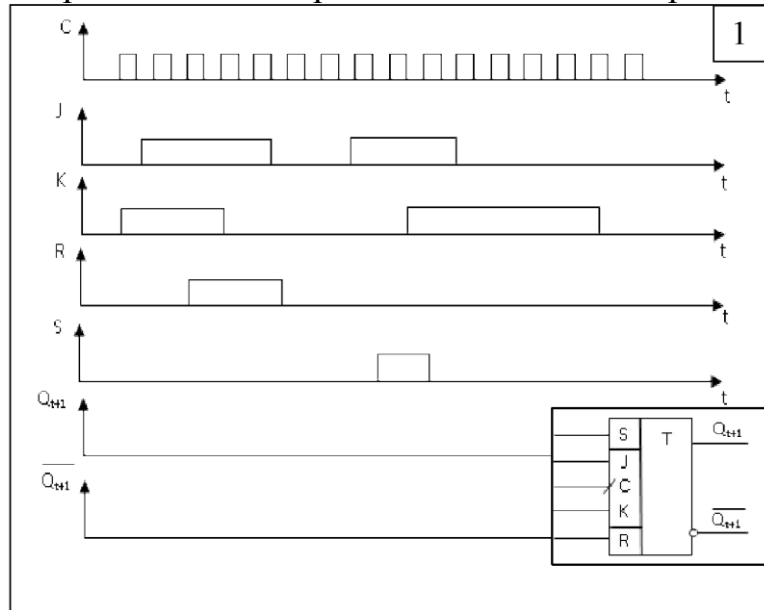
8. Разработать схему регистрового делителя частоты на D- триггерах, $K=5$.

9. Разработать схему регистрового делителя частоты на JK - триггерах, $K=6$.

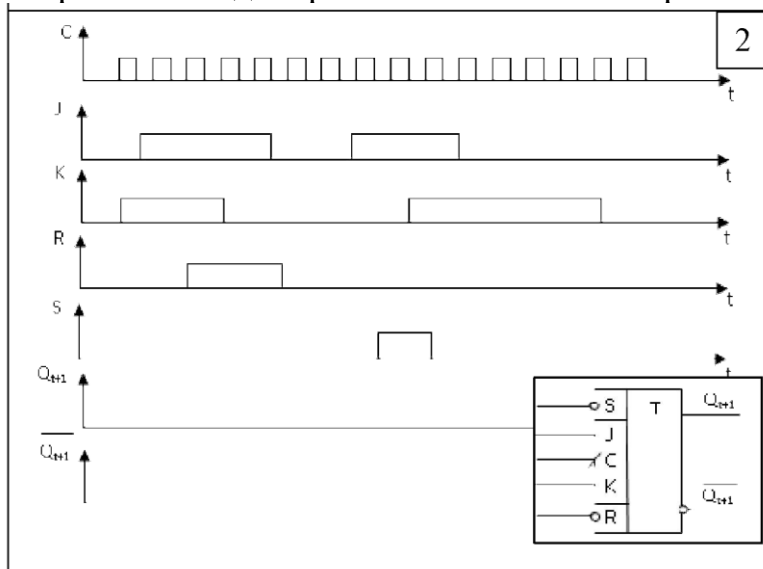
10. Разработать схему регистрового делителя частоты на D - триггерах, $K=7$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

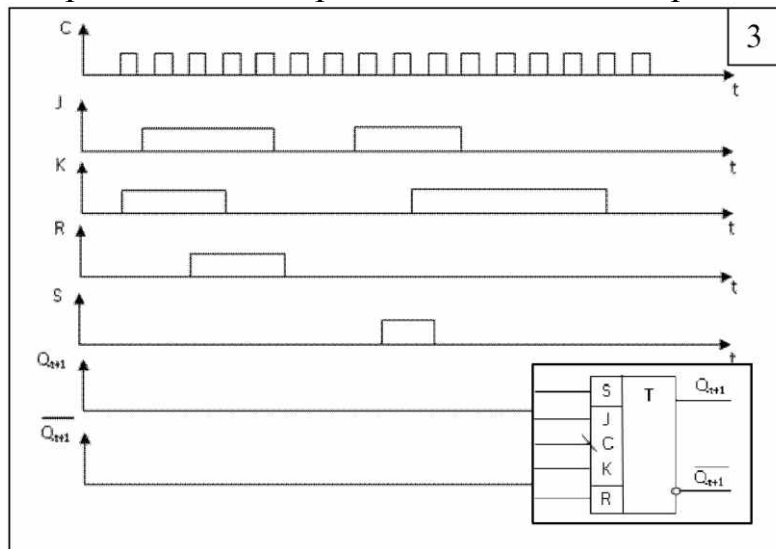
1. Провести моделирование и заполнить временную диаграмму



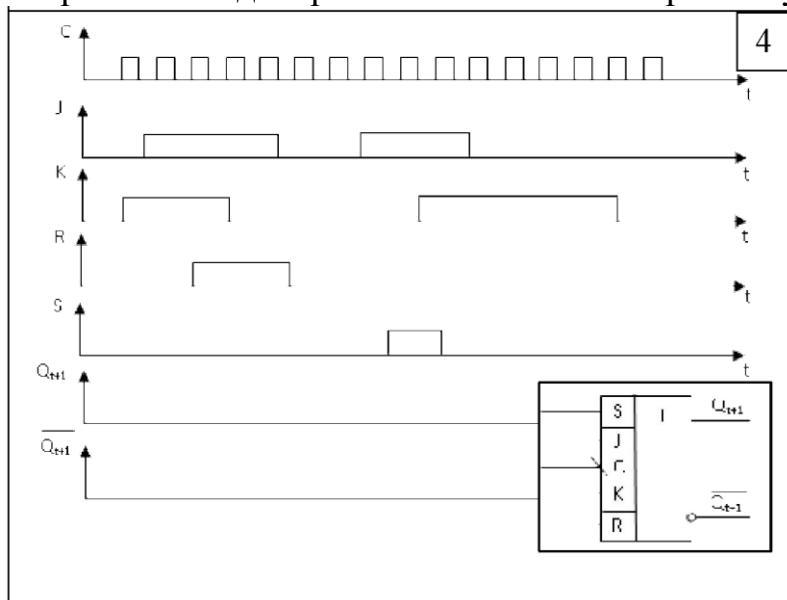
2. Провести моделирование и заполнить временную диаграмму



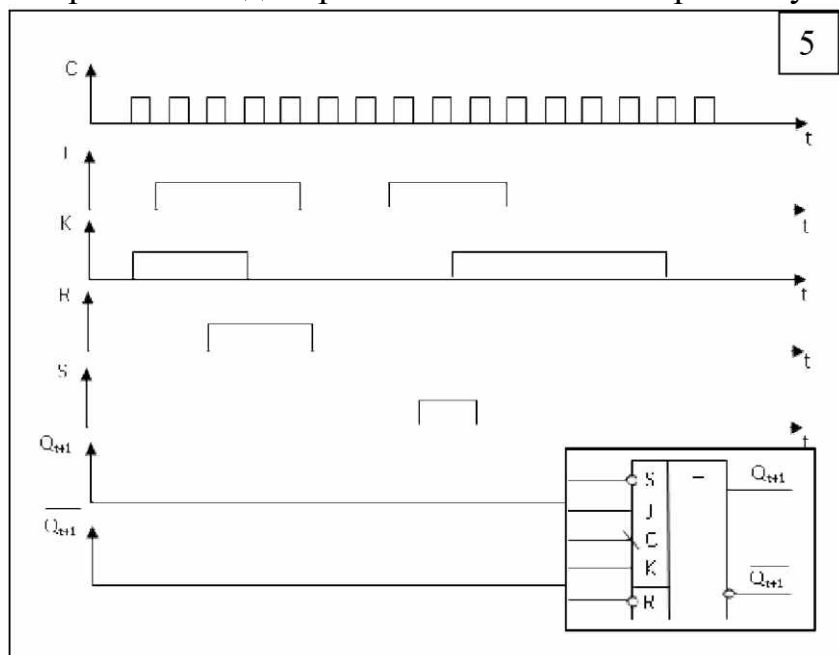
3. Провести моделирование и заполнить временную диаграмму



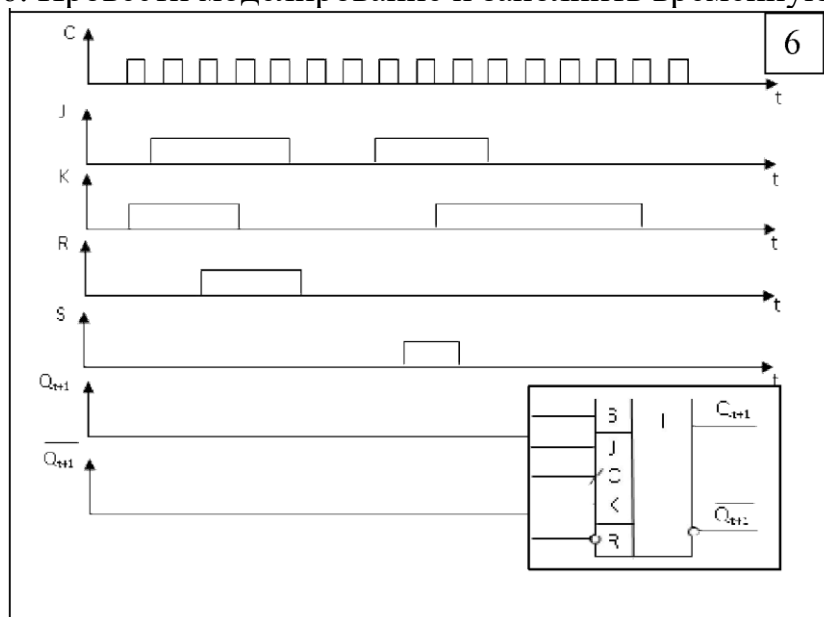
4. Провести моделирование и заполнить временную диаграмму



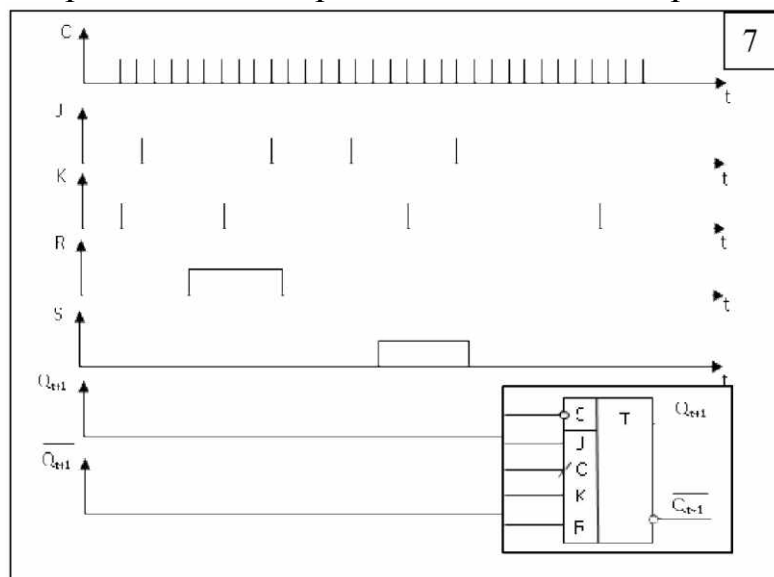
5. Провести моделирование и заполнить временную диаграмму



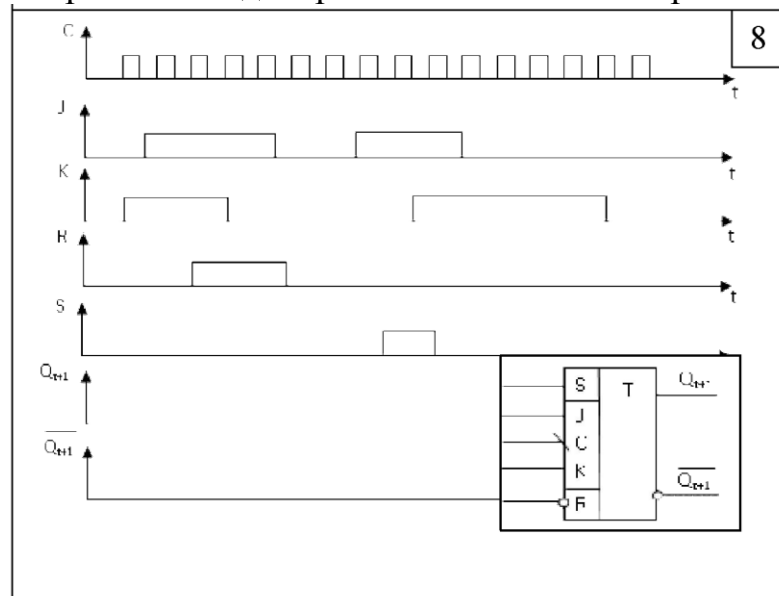
6. Провести моделирование и заполнить временную диаграмму



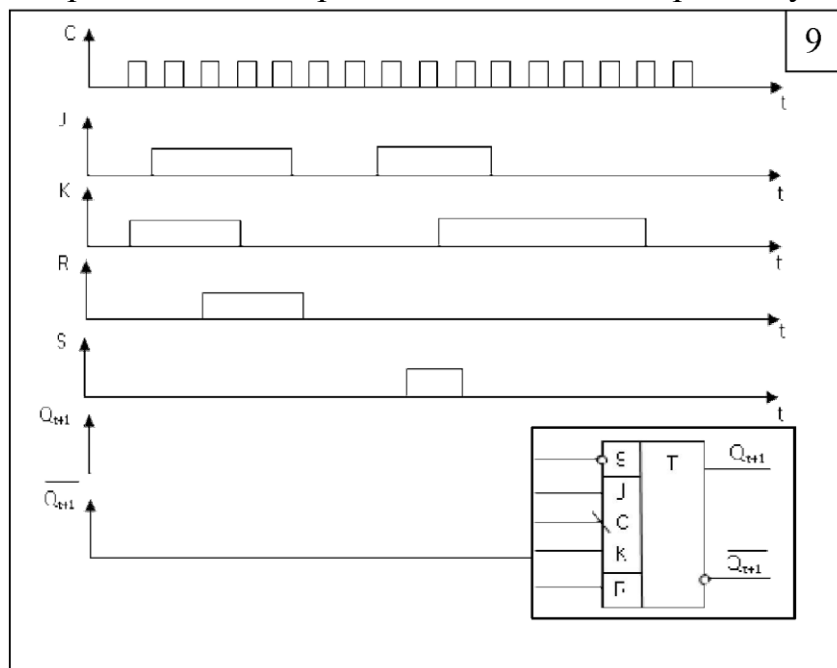
7. Провести моделирование и заполнить временную диаграмму



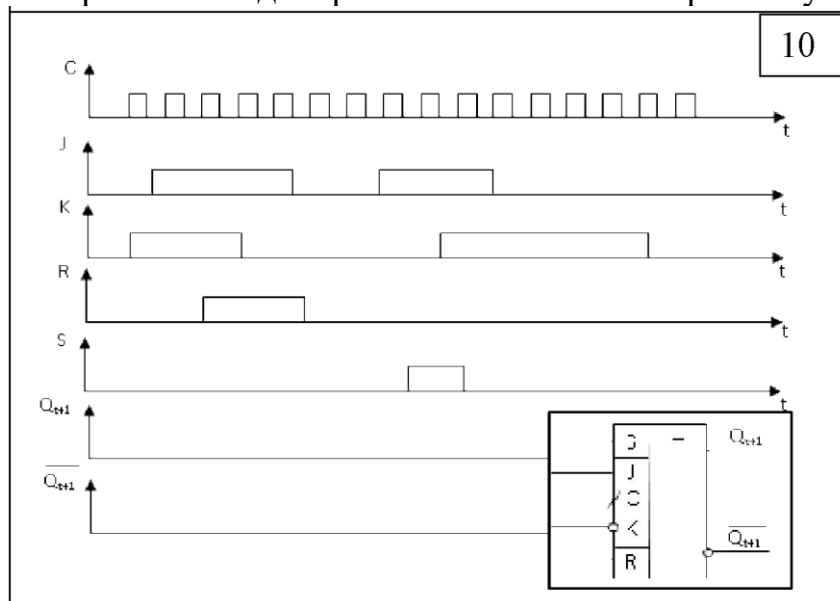
8. Провести моделирование и заполнить временную диаграмму



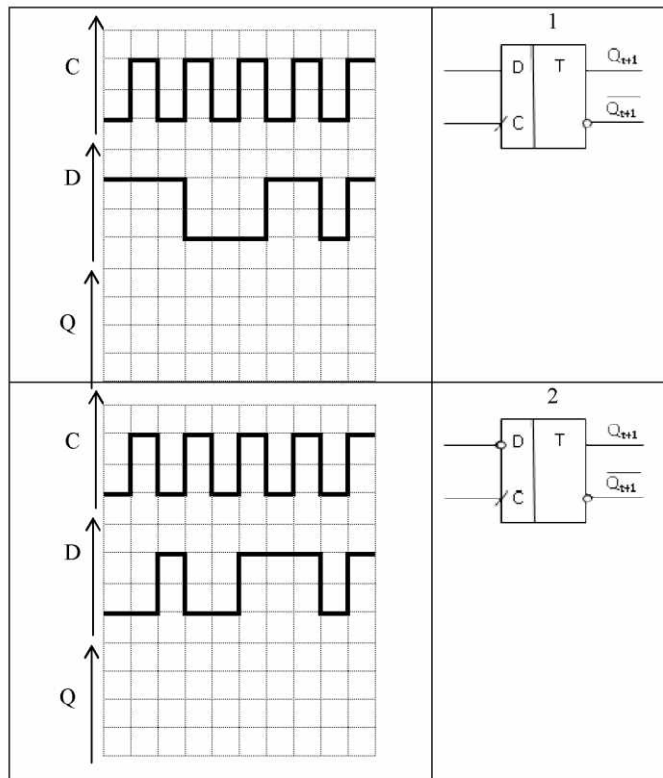
9. Провести моделирование и заполнить временную диаграмму



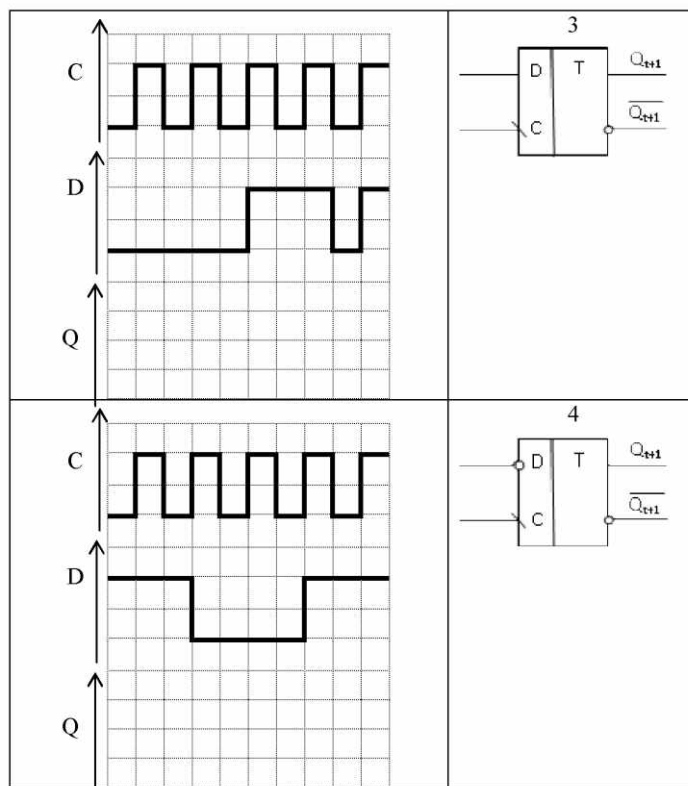
10. Провести моделирование и заполнить временную диаграмму



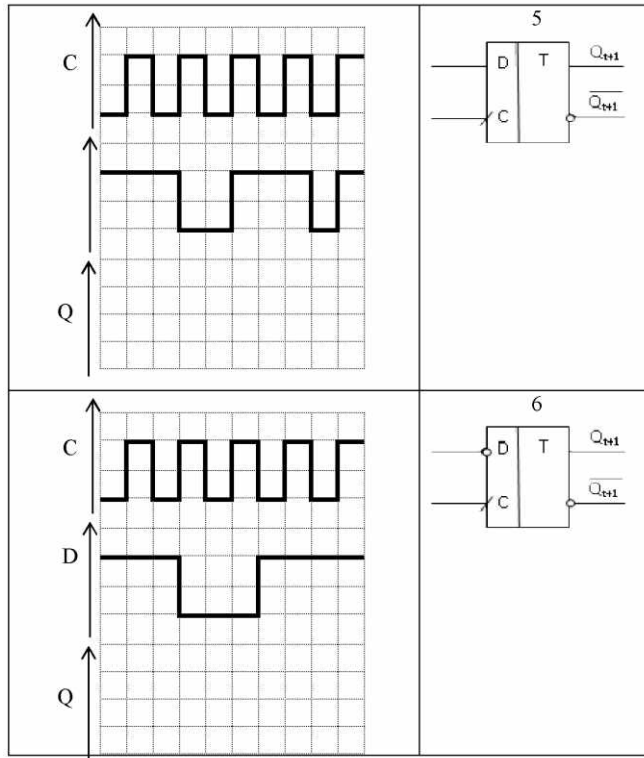
11. Провести моделирование и заполнить временную диаграмму



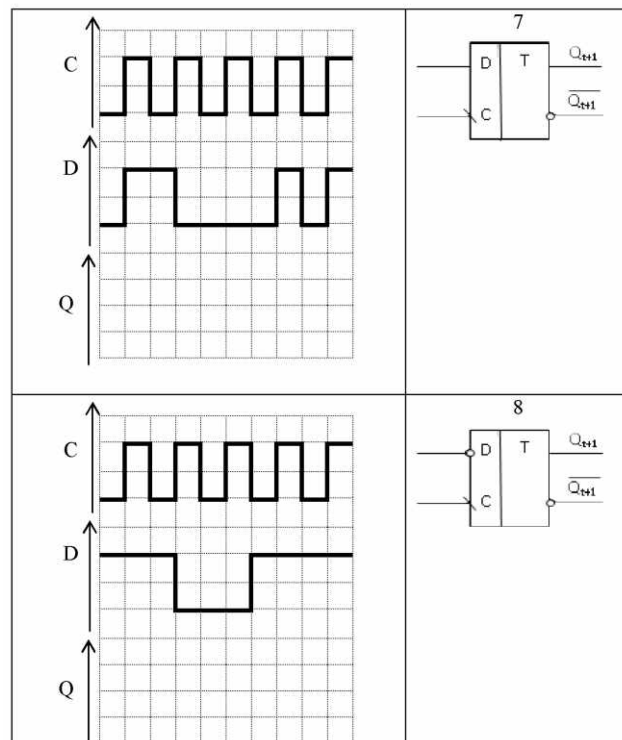
12. Провести моделирование и заполнить временную диаграмму



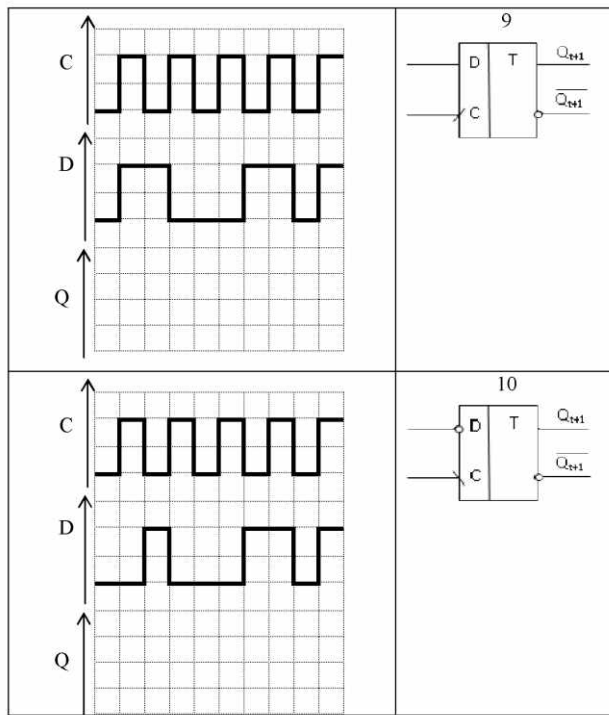
13. Провести моделирование и заполнить временную диаграмму



14. Провести моделирование и заполнить временную диаграмму



15. Провести моделирование и заполнить временную диаграмму



7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Назначение шифратора: схемы и функционирование.
2. Назначение дешифратора: схемы и функционирование.
3. Принцип построения одноступенчатого дешифратора.
4. Принцип построения двухступенчатого дешифратора.
5. Реализация дешифратора на языке VHDL.
6. Реализация шифратора на языке VHDL.
7. Определение полного дешифратора.
8. Определение полного шифратора.
9. Дайте определение мультиплексора и демультиплексора.
10. Как определить количество каналов в мультиплексоре (демультиплексоре).

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Моделирование логических функций в заданном базисе; моделирование шифраторов и дешифраторов; моделирование мультиплексоров и демультиплексоров. Реализация арифметических цифровых узлов. Преобразователи кодов.	ПК-4	Тест, защита лабораторных работ
2	Моделирование триггеров различных типов - RS, D, T, JK; моделирование регистров хранения, сдвигающих, реверсивных, моделирование делителей частоты и генераторов псевдослучайных последовательностей; моделирование суммирующих, вычитающих и реверсивных счетчиков; моделирование цифровых автоматов.	ПК-4	Тест, защита лабораторных работ
3	Логические блоки, система коммутации, блоки ввода/вывода ПЛИС Xilinx семейства Spartan; маршрут проектирования цифровых устройств на ПЛИС; применение программируемой логики в структурах «Система на кристалле» и «Система в корпусе»	ПК-4	Тест, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи

компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Пирогов А. А. Проектирование интегральных схем и их функциональных узлов: учеб. пособие / А. А. Пирогов. – Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета, 2014. – 85 с.

2. Ключков Г. Л. Цифровые устройства и микропроцессоры: учебник / Г. Л. Ключков. – Воронеж: ВИРЭ, 2005. – 320 с.

3. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: учеб. пособие / Е.П. Угрюмов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 810с.

4. Тарасов И. Е. Программируемые логические схемы и их применение в схемотехнических решениях: учеб. пособие / И.Е. Тарасов, Е.Ф. Певцов. – М.: ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики», 2012. – 184с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Xilinx ISE

2. <https://www.xilinx.com/>

3. <https://www.aldec.com/>

4. kit-e.ru/circuit/izuchaem-active-hdl-7-1-urok-1-znakomstvo-s-paketom/

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Учебная аудитория укомплектованное специализированной мебелью, оборудованное техническими средствами обучения: персональными компьютерами с лицензионным программным обеспечением с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Специализированные интегральные устройства и системы в приборостроении» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета параметров цифровых узлов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения;

	- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.