

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор К.В. Гоголинский

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА

ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

| | |
|-------------------------------------|--|
| Уровень высшего образования: | Бакалавриат |
| Направление подготовки: | 12.03.01 Приборостроение |
| Направленность (профиль): | Приборы и методы контроля качества и диагностики |
| Квалификация выпускника: | бакалавр |
| Форма обучения: | очная |
| Составитель: | ассистент Уманский А.С. |

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Технологии проектирования и производства печатных плат» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «12.03.01 Приборостроение», утвержденного приказом Минобрнауки России №1456 от 26.11.2020;
- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «12.03.01 Приборостроение» направленность (профиль) «Приборы и методы контроля качества и диагностики».

Составитель _____ к.т.н., ассистент Уманский А.С.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры метрологии, приборостроения и управления качеством от 18.01.2021 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н, профессор Гоголинский К.В.

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Технологии проектирования и производства печатных плат» является формирование знаний о современных методах проектирования и конструирования печатных плат измерительных устройств, а также ознакомление с процессами их производства и технологического контроля.

Задачами изучения дисциплины является формирование навыков работы студента с профильными САПР, формирование навыков проектирования сложных печатных плат, ознакомление с современными материалами, используемыми при производстве печатных плат, ознакомление с современными технологиями производства печатных плат, ознакомление с современными технологиями контроля технического состояния печатных плат.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Технологии проектирования и производства печатных плат» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки / специальности «12.03.01 Приборостроение» и изучается в 8 семестре.

Предшествующими курсами (Для дисциплин, которые изучаются в первом семестре, предшествующие курсы не указываются), на которых непосредственно базируется дисциплина «Технологии проектирования и производства печатных плат» являются Проектирование и конструирование приборов и систем, Системы автоматизированного проектирования и конструирования измерительных приборов, Электроника и микропроцессорная техника.

Особенностью дисциплины является направленность на получение практических знаний в области проектирования и производства печатных плат, а также тесная связь с существующими задачами, решаемыми на приборостроительных производствах.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Технологии проектирования и производства печатных плат» направлен на формирование следующих компетенций:

| Формируемые компетенции | | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--|-----------------|--|
| Содержание компетенции | Код компетенции | |
| <i>Способность использовать системы стандартизации и сертификации при проектировании и эксплуатации контрольно-измерительных приборов и комплексов</i> | <i>ПКС-1</i> | <i>ПКС-1.2 Использует системы стандартизации и сертификации при эксплуатации контрольно-измерительных приборов и комплексов</i> |
| <i>Способность к анализу и разработке технического задания при проектировании и поставке контрольно-измерительных приборов и комплексов на основе изучения стандартов, технической литературы и патентов</i> | <i>ПКС-2</i> | <i>ПКС-2.2 Анализирует техническое задание при проектировании контрольно-измерительных приборов и комплексов с использованием источников научно-технической информации</i> |

| Формируемые компетенции | | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--|-----------------|---|
| Содержание компетенции | Код компетенции | |
| Способность участвовать в монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов контрольно-измерительных приборов и комплексов | ПКС-5 | ПКС-5.2 Участвует в разработке специальной оснастки, предусмотренной технологией изготовления контрольно-измерительных приборов, систем, комплексов и их составных частей |
| Способность разрабатывать методики сборки, юстировки контрольно-измерительных приборов и комплексов, а так же методики измерения и контроля изделий, узлов и деталей | ПКС-6 | ПКС-6.1 Разрабатывает методики сборки, юстировки контрольно-измерительных приборов и комплексов |
| Способность разрабатывать технологические процессы обслуживания и ремонта контрольно-измерительных приборов и комплексов | ПКС-7 | ПКС-7.1 Участвует в разработке технологических процессов обслуживания и ремонта контрольно-измерительных приборов и комплексов |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак. часа.

| Вид учебной работы | Всего ак. часов | Ак. часы по семестрам |
|---|-----------------|-----------------------|
| | | 108 |
| Аудиторная работа, в том числе: | | |
| Лекции (Л) | 22 | 22 |
| Практические занятия (ПЗ) | 22 | 22 |
| Лабораторные работы (ЛР) | - | - |
| Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе: | 64 | 64 |
| Выполнение курсовой работы (проекта) | - | - |
| Расчетно-графическая работа (РГР) | - | - |
| Реферат | 10 | 10 |
| Подготовка к практическим занятиям | 22 | 22 |
| Подготовка к лабораторным занятиям | - | - |
| Подготовка к зачету / дифф. зачету | 32 | 32 |
| Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ) | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | | |
| | ак. час. | 108 |
| | зач. ед. | 3 |

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| Наименование разделов | Виды занятий | | | | |
|--|-----------------|-----------|----------------------|---------------------|----------------------------------|
| | Всего ак. часов | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа студента, |
| Раздел 1 «Современные материалы и их назначение» | 20 | 8 | 6 | - | 6 |
| Раздел 2 «Проектирование и производство печатных плат» | 46 | 8 | 14 | - | 24 |
| Раздел 3 «Технологии контроля печатных плат» | 42 | 6 | 2 | - | 34 |
| Итого: | 108 | 22 | 22 | - | |

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание лекционных занятий | Трудоемкость в ак. часах |
|---------------|--|--|--------------------------|
| 1 | Раздел 1 «Современные материалы и их назначение» | Введение. Цели и задачи дисциплины. История развития производства печатных плат. | 2 |
| 2 | | Материалы, используемые при производстве печатных плат. Параметры и назначение. | 2 |
| 3 | | Пайка и Компоненты. Технологии, их достоинства и недостатки. | 2 |
| 4 | | Технологии производства микроэлектроники. | 2 |
| 5 | Раздел 2 «Проектирование и производство печатных плат» | Проектирование однослойной печатной платы в программном пакете EasyEDA. | 2 |
| 6 | | Проектирование многослойной печатной платы в программном пакете EasyEDA. | 2 |
| 7 | | Оптимизация параметров устройства и печатной платы. | 2 |
| 8 | | Технология производства печатных плат. | 2 |
| 9 | Раздел 3 «Технологии контроля печатных плат» | Технология контроля печатных плат. Оптические и электрические методы контроля. | 2 |
| 10 | | Технология контроля печатных плат. Радиационные методы контроля. | 2 |
| 11 | | Технология контроля печатных плат. Дефекты и методы их нахождения. | 2 |
| Итого: | | | 22 |

4.2.3. Практические занятия

| № п/п | Разделы | Тематика практических занятий | Трудоемкость в ак. часах |
|-------|----------|---|--------------------------|
| 1 | Раздел 1 | Подбор материалов для производства печатных плат, | 2 |

| | | | |
|---------------|---|--|-----------|
| | «Современные материалы и их назначение» | эксплуатируемых в различных условиях. | |
| 2 | | Подбор материалов и технологии монтажа компонентов печатной платы. | 2 |
| 3 | | Выбор типов и технологии монтажа компонентов печатных плат. | 2 |
| 4 | Раздел 2 «Проектирование и производство печатных плат» | Проектирование однослойной печатной платы в программном пакете EasyEDA. | 4 |
| 5 | | Проектирование многослойной печатной платы программном пакете EasyEDA. | 4 |
| 6 | | Подбор оборудования и технологии для производства печатных плат. | 2 |
| 7 | | Проектирование корпуса измерительного прибора в программном пакете КОМПАС. | 4 |
| 3 | Раздел 3 «Технологии контроля печатных плат» | Разработка технологической карты контроля печатных плат. | 2 |
| Итого: | | | 22 |

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне дифф. зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Современные материалы и их назначение.

1. Назначение и основные принципы функционирования печатных плат.
2. Классификация и назначение материалов, используемых для производства печатных плат.
3. Основные виды и особенности методов пайки компонентов. Поверхностный и сквозной монтаж. Особенности применения различных технологий.
4. Основные виды технологий, используемых при производстве микроэлектроники. Понятие техпроцесса. Особенности формирования полупроводниковых структур.

Раздел 2. Проектирование и производство печатных плат.

1. Основные принципы проектирования и производства однослойных печатных плат.
2. Основные принципы проектирования и производства многослойных печатных плат.
3. Разводка печатной платы, влияющие параметры, основные источники помех.
4. Основные этапы производства печатных плат и материалы, используемые в процессе.

Раздел 3. Технологии контроля печатных плат.

1. Особенности применения оптических методов контроля и основные выявляемые дефекты.
2. Особенности применения радиационных методов контроля и основные выявляемые дефекты.
3. Классификация основных дефектов при производстве печатных плат, используемые методы.
4. Классификация основных дефектов при пайке компонентов, используемые методы.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к дифф. зачету/ (по дисциплине):

1. На какие виды делятся печатные платы?
2. Какие основные материалы используются для производства печатных плат?
3. В чем главные отличия гибких печатных плат?
4. В чем главные отличия СВЧ печатных плат?
5. Зачем используется текстолит с алюминиевым основанием?
6. Какие основные преимущества и недостатки свинцовой технологии?
7. Какие основные преимущества и недостатки безсвинцовой технологии?
8. Какие существуют виды СМД компонентов и в чем особенности монтажа?
9. Какие виды пайки существуют?
10. В каких случаях применяется какой вид пайки?
11. Каким образом выращивают монокристалл кремния?
12. Какие основные материалы используются для производства подложек?
13. Основные этапы производства чипа.
14. Понятие техпроцесса.
15. Особенности корпусирования компонентов.
16. Назначение однослойных и многослойных печатных плат.
17. Основные отличия при проектировании и производстве однослойных и многослойных печатных плат.
18. Особенности разводки печатных плат.
19. Основные источники помех.
20. Оптические методы контроля.
21. Основные дефекты, выявляемые оптическим контролем.
22. Радиационные методы контроля.
23. Основные дефекты, выявляемые радиационным контролем.
24. Классификация дефектов печатных плат.
25. Классификация дефектов пайки.
26. Основные причины возникновения дефектов печатных плат.
27. Основные причины возникновения дефектов пайки.
28. Назначение микроконтроллеров.

29. Назначение ПЛИС.

30. Перспективные технологии в производстве микроэлектроники.

6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф.зачету

| № п.п. | Вопросы | Варианты ответов |
|--------|--|---|
| 1. |  | <ol style="list-style-type: none"> 1. Схема включения с общим коллектором; 2. Схема включения с общим эмиттером; 3. Схема включения с общей базой; 4. Схема включения с общим затвором. |
| 2. |  <p>Для данной схемы включения правильным является утверждение</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Выходное переменное напряжение инвертируется относительно входного; 2. Выходное переменное напряжение не инвертируется относительно входного; 3. Выходное переменное напряжение не усиливается; 4. Выходное переменное напряжение остается равным входному. |
| 3. | <p>Выберете наиболее полное определение: Биполярный транзистор состоит из ...</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Трёх полупроводниковых слоёв; 2. Трёх основных и двух вспомогательных различным образом легированных полупроводниковых слоёв; 3. Трёх различным образом легированных полупроводниковых слоёв; 4. Трёх легированных полупроводниковых слоёв. |
| 4. | <p>Устройства, предназначенные для преобразования аналогового сигнала в цифровой код называются</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. ЦАП; 2. Микропроцессор; 3. Шифратор; 4. АЦП. |
| 5. | <p>При увеличении частоты дискретизации уменьшается</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Интенсивность потока цифровых данных; 2. Вычислительная нагрузка; 3. Объем памяти, требующийся для хранения информации; 4. Шаг дискретизации. |
| 6. | <p>Если полезная частота сигнала равна 20 кГц, то исходный сигнал необходимо оцифровывать с частотой</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Не менее 20 кГц; 2. Более 40 кГц; 3. Не менее 80 кГц; 4. 40 кГц. |

| | | |
|-----|---|---|
| 7. | ЦАП, имеющий шаг квантования 0,2 и опорное напряжение 3,2 В, будет иметь разрядность, равную | <ol style="list-style-type: none"> 1. 4; 2. 5; 3. 6; 4. 7. |
| 8. | ЦАП, имеющий разрядность 4 и опорное напряжение 2,56 В, будет иметь шаг квантования, равный | <ol style="list-style-type: none"> 1. 0,01В; 2. 0,1В; 3. 0,2 В; 4. 0,16. |
| 9. | Принцип работы светодиода основан на ... | <ol style="list-style-type: none"> 1. запираении р-п перехода обратным напряжением и генерации избыточных доноров и акцепторов в квантовой яме; 2. перетевании акцепторов из области n в область p; 3. рекомбинации электронов и дырок в области р-п перехода; 4. рекомбинации носителей на свободных орбиталях в зоне р-п перехода . |
| 10. | В состав многотактного последовательно-параллельного АЦП входят | <ol style="list-style-type: none"> 1. ЦАП и параллельный АЦП; 2. ЦАП и последовательный АЦП; 3. Параллельный и последовательный АЦП; 4. Регистр счетчик и ЦАП. |
| 11. | АЦП параллельного типа, имеющий разрядность выходного кода =3, будет состоять из: | <ol style="list-style-type: none"> 1. 16 компараторов; 2. 3 компараторов; 3. 4 компараторов; 4. 7 компараторов. |
| 12. | Параллельный АЦП | <ol style="list-style-type: none"> 1. Это самый быстродействующий АЦП; 2. Работает по принципу «дихотомии», и в каждом очередном цикле в два раза улучшает точность результата; 3. Устроен так, что время преобразования зависит от уровня входного сигнала; 4. Сравнивает входное напряжение с опорным во всех циклах. |
| 13. | Если на входе ЦАП в старшем разряде 0 а в остальных 1, то на выходе будет сформировано | <ol style="list-style-type: none"> 1. Максимальное напряжение; 2. Минимальное напряжение; 3. Двоичный код, соответствующий максимальному напряжению. 4. Половина от максимального напряжения. |
| 14. | Максимальное значение смещения или изменения переменной величины при колебательном или волновом движении называется | <ol style="list-style-type: none"> 1. Амплитуда; 2. Частота; 3. Период; 4. Фаза. |

| | | |
|-----|---|---|
| 15. | Величина, показывающая, какая часть колебания прошла с начала процесса называется | <ol style="list-style-type: none"> 1. Амплитуда; 2. Частота; 3. Период; 4. Фаза. |
| 16. | В каких устройствах с меньшей вероятностью будет использоваться АЦП | <ol style="list-style-type: none"> 1. Датчик с цифровым интерфейсом; 2. Цифровой музыкальный плеер; 3. Спутниковый телефон; 4. Звуковая карта компьютера. |
| 17. | Одновременная подача сигнала 0 на входы R и S переведет асинхронный RS триггер в состояние | <ol style="list-style-type: none"> 1. Q=0, q=1; 2. Q=1, q=0; 3. Q=1, q=1; 4. Q=0, q=0. |
| 18. | Какие входы у триггеров используются для синхронизации? | <ol style="list-style-type: none"> 1. Q и q; 2. S и R; 3. S, R, Q и q; 4. C. |
| 19. | В асинхронных триггерах значения на выходе изменяются при подаче сигнала на вход | <ol style="list-style-type: none"> 1. R или S; 2. C; 3. J или K; 4. Q. |
| 20. | Процедура преобразования аналогового сигнала в цифровой код состоит из процедур | <ol style="list-style-type: none"> 1. Дискретизации и квантования; 2. Шифрования и восстановления; 3. Фильтрации и передискретизации; 4. Оверсэмплинга и алиасинга. |
| 21. | Максимальное число, которое может содержаться в счетчике, характеризуется его | <ol style="list-style-type: none"> 1. Типом; 2. Разрешающей способностью; 3. Информационной емкостью; 4. Быстродействием. |
| 22. | ЦАП, имеющий разрядность 8 и опорное напряжение 2,56 В, будет иметь шаг квантования, равный | <ol style="list-style-type: none"> 1. 0,01В; 2. 1В; 3. 0,2 В; 4. 0,256 В. |
| 23. | АЦП параллельного типа, имеющий разрядность выходного кода =4, будет состоять из: | <ol style="list-style-type: none"> 1. 16 компараторов; 2. 3 компараторов; 3. 4 компараторов; 4. 15 компараторов. |
| 24. | Преобразуйте число $(00010010)_2$ из двоичной системы в десятичную: | <ol style="list-style-type: none"> 1. $(53)_{10}$; 2. $(18)_{10}$; 3. $(110101)_{10}$; 4. $(256)_{10}$. |
| 25. | Преобразуйте число $(10101010)_2$ из двоичной системы в шестнадцатеричную: | <ol style="list-style-type: none"> 1. $(F9)_{16}$; 2. $(AA)_{16}$; 3. $(0A)_{16}$; 4. $(90)_{16}$. |
| 26. | Преобразуйте число 18 из десятичной системы в шестнадцатеричную: | <ol style="list-style-type: none"> 1. $(12)_{16}$; 2. $(18)_{16}$; 3. $(F0)_{16}$; 4. $(0F)_{16}$. |

| | | |
|-----|--|---|
| 27. | Преобразуйте число $(186)_{10}$ из десятичной системы в двоичную: | <ol style="list-style-type: none"> $(10101010)_2$; $(10111010)_2$; $(10101011)_2$; $(00100010)_2$. |
| 28. | Преобразуйте число $(FF)_{16}$ из шестнадцатеричной системы в десятичную: | <ol style="list-style-type: none"> $(100)_{10}$; $(127)_{10}$; $(1000)_{10}$; $(255)_{10}$. |
| 29. | Преобразуйте число $(16)_{16}$ из шестнадцатеричной системы в двоичную: | <ol style="list-style-type: none"> $(00010110)_2$; $(00001110)_2$; $(00011011)_2$; $(01000111)_2$. |
| 30. | Сложите числа $(01100111)_2$ и $(00011111)_2$ | <ol style="list-style-type: none"> $(10000101)_2$; $(10000000)_2$; $(10000001)_2$; $(10000110)_2$. |
| 31. | Сложите числа $(1F)_{16}$ и $(41)_{16}$ | <ol style="list-style-type: none"> $(81)_{16}$; $(60)_{16}$; $(5F)_{16}$; $(80)_{16}$. |
| 32. | В способы представления логических функций не входит | <ol style="list-style-type: none"> Табличный; Все перечисленные входят; Координатный; Числовой. |
| 33. | В таблице истинности функции четырех переменных количество наборов аргументов равняется | <ol style="list-style-type: none"> 3; 32; 8; 16. |
| 34. | Какой из ответов не является аксиомой? | <ol style="list-style-type: none"> $0 \cdot 0 = 0$; $1 \cdot 1 = 1$; $1 \vee 0 = 0$; $0 \cdot 1 = 0$. |
| 35. | Какой из ответов не является теоремой булевой алгебры? | <ol style="list-style-type: none"> $X \cdot 0 = 0$; $X \cdot 1 = 1$; $X \vee 0 = X$; $X \cdot X = X$. |
| 36. | Какое из выражений является правилом поглощения? | <ol style="list-style-type: none"> $X_1 \vee X_1 \cdot X_2 = X_1$; $X_1 \vee 1 \cdot X_2 = X_1 \vee X_2$; $X_1 \vee X_1 \cdot X_2 = X_1 \vee X_2$; $X_1 \vee X_1 \cdot X_2 = X_1 \vee 2$. |
| 37. | Что из указанного является элементарным произведением? | <ol style="list-style-type: none"> $X_1 \vee X_2$; $X_1 \cdot X_2 \cdot 3$; $X_1 \cdot X_2 \vee 1 \cdot X_2$; $X_1 \cdot X_2 \vee 3$. |
| 38. | Перечислите все двоичные наборы, на которых функция $X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \vee X_1 \cdot X_2 \cdot 3 \vee 1 \cdot X_2$ принимает значение «1» | <ol style="list-style-type: none"> 111, 110, 010; 111, 110; 111, 011, 110; Ни один из указанных. |

| | | |
|-----|--|---|
| 39. | Как можно упростить выражение $X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \vee X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \vee X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \vee X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$ | <ol style="list-style-type: none"> $X_1 \vee X_2$; $X_2 X_3 \vee X_{23}$; $X_1 X_2 \vee X_1 X_2$; $X_1 X_2 \vee X_2 X_3$. |
| 40. | Карта Карно это | <ol style="list-style-type: none"> Координатный способ задания Булевой функции; Графический способ задания Булевой функции; Аналитический способ задания Булевой функции; Табличный способ задания Булевой функции. |
| 41. | Из каких элементарных операций состоит базис Шеффера | <ol style="list-style-type: none"> И-НЕ; ИЛИ-НЕ; И, ИЛИ; И-НЕ, ИЛИ-НЕ. |
| 42. | Если на входе ЦАП во всех разрядах будет 0, то на выходе будет сформировано | <ol style="list-style-type: none"> Минимальное напряжение; Максимальное напряжение; Половина от максимального напряжения; Двоичный код, соответствующий минимальному напряжению. |
| 43. | $x \cdot \bar{x} = 0$ | <ol style="list-style-type: none"> Закон исключения третьего; Закон поглощения; Закон двойного отрицания; Закон противоречия. |
| 44. | $\frac{x + x \cdot y = x}{x \cdot (x + y) = x}$ | <ol style="list-style-type: none"> Теорема де Моргана – законы дуальности; Законы омутативности; Законы поглощения; Законы противоречия. |
| 45. | В состав микропроцессора КР580 входит | <ol style="list-style-type: none"> Регистр команд; Реестр команд; Резерв команд; Репитер команд. |
| 46. | Регистр команд в процессоре КР580 предназначен для | <ol style="list-style-type: none"> Подсчета количества команд в программе; Подсчета импульсов входного сигнала; Хранения адреса очередной команды; Хранения первого байта команды, содержащего код операции. |
| 47. | Какое максимальное количество ячеек в памяти с 16-разрядной адресацией? | <ol style="list-style-type: none"> 256; 65536; 16; 255. |
| 48. | При наличии переноса (при сложении) или заема (при вычитании) из старшего разряда аккумулятора, устанавливается флаг | <ol style="list-style-type: none"> Z; M; P; C. |

| | | |
|-----|-------------------------------------|--|
| 49. | Какое из выражений является верным? | <ol style="list-style-type: none"> $X_1 \vee X_1 \cdot X_2 = 1$; $X_1 \vee X_1 \cdot X_2 = 2$; $X_1 \vee X_1 \cdot X_2 = X_1 \vee X_2$; Ни один из указанных. |
| 50. | Логические функции также называются | <ol style="list-style-type: none"> Булевыми функциями; Функциями Пирса; Функциями Шеффера; Функциями базиса. |

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии дифференцированного зачета

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:

| Оценка | | | |
|---|---|---|--|
| «2» (неудовлетворительно) | Пороговый уровень освоения | Углубленный уровень освоения | Продвинутый уровень освоения |
| | «3» (удовлетворительно) | «4» (хорошо) | «5» (отлично) |
| Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий | Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий | Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий | Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий |
| Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы | Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос | Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос. | Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос |
| Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий | Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий | Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий | Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий |
| Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено | Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно | Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены | Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены |

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

| Количество правильных ответов, % | Оценка |
|----------------------------------|---------------------|
| 0-49 | Неудовлетворительно |
| 50-65 | Удовлетворительно |
| 66-85 | Хорошо |
| 86-100 | Отлично |

6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации

| Оценка | | | |
|------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| «2» (неудовлетворительно) | Пороговый уровень освоения | Углубленный уровень освоения | Продвинутый уровень освоения |
| | «3» (удовлетворительно) | «4» (хорошо) | «5» (отлично) |

| Оценка | | | |
|---|---|---|--|
| «2» (неудовлетворительно) | Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно) | Углубленный уровень освоения «4» (хорошо) | Продвинутый уровень освоения «5» (отлично) |
| Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы | Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос | Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос. | Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос |
| Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий | Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий | Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий | Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий |
| Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено | Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно | Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены | Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены |

6.3.3. Критерии оценок промежуточной аттестации

| Оценка | Описание |
|-------------------|--|
| Зачтено | Посещение более 50 % лекционных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, недопуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу. |
| Не зачтено | Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному. |

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

| Количество правильных ответов, % | Оценка |
|---|---------------|
| 0-49 | Не зачтено |
| 50-65 | Зачтено |
| 66-85 | Зачтено |
| 86-100 | Зачтено |

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Муханин Л.Г. Схемотехника измерительных устройств – СПб.: Лань. 2018. – 284 с.
2. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника: Учеб. пособие. – СПб.: БХВ Петербург, 2002. – 528 с.
3. Никамин В. А. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Справочник. – СПб.: Корона принт; М.: «Альтекс-А», 2003. – 224 с.

4. Схемотехника электронных систем. Цифровые устройства /Бойко В. И., Гуржий А. Н., Жуйков В. Я. и др. – СПб.: БХВ-Петербург. 2004. – 512 с.
5. Аналоговая и цифровая электроника: Учебник для вузов // Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров / Под ред. О.П. Глудкина. – М.: Горячая линия – Телеком, 1999. – 768 с.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Кузнецов В.П. Метрологические характеристики измерительных систем. – М.: Машиностроение, 1984.
2. Пухальский Г.И., Новосельцева Т.Я. Цифровые устройства: Учеб. пособие. – СПб.: Политехника, 1996. – 885 с.
3. Чернявский Е. А., Чье Ен Ун. Аналого-цифровые измерительно-вычислительные преобразователи. – СПб.: Энергоатомиздат, 1994. – 140 с.
4. Алексенко А. Г., Шагурин И. И. Микросхемотехника: Учеб. пособие. – М.: Радио и связь, 1990. – 496 с.
5. Аналоговая и цифровая электроника: Учебник для вузов // Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров / Под ред. О.П. Глудкина. – М.: Горячая линия – Телеком, 1999. – 768 с.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
4. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
11. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>
12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
14. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>.
16. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лаборатории оснащены оборудованием, стендами и средствами измерений, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине.

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения лекционных занятий:

33 посадочных места

Оснащенность: Стол аудиторный – 18 шт., стул аудиторный – 32 шт., доска настенная – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., Мультимедийный комплекс – 1 шт.

71 посадочное место

Оснащенность: Стол аудиторный – 31 шт., стул аудиторный – 70 шт., стул преподавателя – 1 шт., Мультимедийный комплекс – 1 шт.

Аудитории для проведения практических занятий:

19 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 11 шт., стул аудиторный – 18 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., компьютеры – 19 шт. с возможность подключения к сети «Интернет», лазерный принтер – 1шт, шкаф – 4 шт.

25 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 14 шт., стул аудиторный – 24 шт., доска мобильная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., компьютеры – 25 шт. с возможность подключения к сети «Интернет», принтер – 1шт.

Аудитория для проведения лабораторных занятий:

41 посадочное место

Оснащенность: Стол лабораторный островной – 2 штуки, кресло преподавателя – 1 шт., стол для преподавателя – 1 шт., доска мобильная – 1 шт., шкаф – 4 шт., комплект плакатов для типового комплекта учебного оборудования (АРМ «Метролог») – 15 шт.; типовой комплект учебного оборудования «Двухкоординатная автоматизированная оптическая измерительная система»; типовой комплект учебного оборудования (АРМ «Метролог»); типовой комплект учебного оборудования «Электрические измерения; метрология, стандартизация и сертификация»; мультимедиа сопровождение раздела: основы метрологии и электрические измерения; виртуальный лабораторный стенд «Технология координатных измерений»; типовой комплект учебного оборудования «Измерительные приборы давления, расхода, температуры»; установка «Методы измерения давления МСИ4» (с задатчиком давления); установка «Методы измерения температуры» МСИ 2; установка «Методы измерения электрических величин» МСИ 3; комплект оборудования по направлению «Метрология. Стандартизация. Сертификация»: штангенциркуль ШЦЦ-1 – 8 шт; микрометры МК-25, – 4 шт, МК-50 – 5 шт, МК-75 – 5 шт, МК-100 – 5 шт; индикатор часового типа ИЧ-10 – 10 шт; набор плоскопараллельных концевых мер – 3 шт.; штатив – 5 шт.; угломер с нониусом – 2 шт.; плита поверочная – 2 шт.; набор радиусных шаблонов – 5 шт.; набор резьбовых шаблонов – 5 шт., профилограф-профилометр Т 1000 – 1 шт.; набор образцов шероховатости – 1 шт.; объекты контроля измерений – 1 шт.; плакаты по метрологии – 7 шт; квадрант оптический КО-60 – 1 шт.; микрометр МР-25 – 4 шт.; набор угловых мер – 4 шт.; угломер оптический УО-2 – 1 шт.; осциллограф цифровой ADS-2121 М; осциллограф С1-73 – 2 шт.; генератор сигналов специальной формы AFG-72105; вольтметр В7-40 – 2 шт.; вольтметр В№-57 – 3 шт.; устройство для проверки вольтметра В1-8 – 1 шт.; частотомер CNT-66 – 1 шт.; генератор Г6-27 – 1 шт.; генератор ГЗ-112 – 1 шт.; источник питания Б5-45 – 1 шт.

Компьютерная техника: ПК (системный блок – 1 шт., монитор – 1 шт., доступ к сети «Интернет»);

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 12 посадочных мест. Стул – 12 шт., стол – 6 шт., шкаф – 8 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 12 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета, принтер – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2025 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11

«На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" (обслуживание до 2025 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2025 года), Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года),

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2025 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2025 года)
Kaspersky antivirus 6.0.4.142

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Office Std 2010 RUS (Контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014)

2. Microsoft Office Std 2013 RUS OLP NL Acdmc (Контракт № 0372100009515000100-0003177-01 от 26.06.2015 года)

3. Операционная система Microsoft Windows Pro 7 PRO RUS (Контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014)

4. Операционная система Лицензия Windows 8 Pro 32-bit/64-bit (Контракт № 0372100009515000100-0003177-01 от 26.06.2016 года, период поддержки до 2023 года)

5. Антивирусное программное обеспечение ESET NOD32 Smart Security Business Edition newsale (Договор № 0372100009513000040-0003177-02 от 05.11.2017 года, Контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014, Контракт № 0372100009515000100-0003177-01 от 26.06.2017 года)