МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Утверждаю:
Проректор по учебной работе
_____ Колосов А.И.
(Подпись) *(И.О. Фамилия)*
« ___ » _____ 202_ г.
(дата)

ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ
«Силовая электроника»

(наименование программы)

СПЕЦИАЛИСТ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

(наименование присваиваемой квалификации (при наличии))

СОГЛАСОВАНО:

Директор ЦДПО _____ Шепс Р.А.
(подпись) *(И.О. Фамилия)*

Автор программы _____ Пирогов А.А.
(подпись) *(И.О. Фамилия)*

Воронеж- 2022

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Цель реализации программы

Освоение слушателями профессиональных компетенций по разработке и производству модулей электропитания. Все слушатели программы получают теоретические и практические знания, приобретают опыт практической деятельности в области разработки и производства источников питания

Категория слушателей – студенты технических учебных заведений высшего и среднего профессионального образования, специалисты предприятий радиоэлектроники. Основной целевой аудиторией образовательной программы профессиональной переподготовки «Силовая электроника» являются следующие категории слушателей: инженеры-схемотехники источников питания, инженеры-конструкторы источников питания, инженеры-технологи источников питания.

1.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации

Вид профессиональной деятельности, квалификации на основании выбранного профстандарта «Специалист по конструированию радиоэлектронных средств» (табл. 1).

а) область профессиональной деятельности - проектирование;

б) объекты профессиональной деятельности – источники питания;

в) виды и задачи профессиональной деятельности см. табл.2;

г) уровень квалификации в соответствии с профессиональным стандартом – 6 (бакалавры).

1.3 Требования к результатам освоения программы

Таблица 1

Планируемые результаты освоения программы принимаются из профстандарта:

Код	Область профессиональной и (или) сферы профессиональной деятельности. Профессиональный стандарт	Приказ Минтруда
29.015	СПЕЦИАЛИСТ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ	№ 570н от 07.09.2020 г.

Таблица 2

Типы и задачи профессиональной деятельности

Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности
Проектный	B/01.6 Конструирование шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат
	B/02.6 Разработка конструкторской документации на шкафы с низкой плотностью компоновки элементов, блоки с высокой плотностью компоновки элементов и пассивные объединительные печатные платы

Таблица 3

Профессиональные компетенции и области умений и навыков

ПК-1. Проектировать модули электропитания с учетом заданных требований и использованием средств автоматизированного проектирования	ИД-$1_{ПК-1}$ Знает принципы конструирования модулей электропитания и отдельных блоков электронных приборов. ИД-$2_{ПК-1}$ Умеет проводить оценочные расчеты характеристик модулей электропитания. ИД-$3_{ПК-1}$ Владеет навыками разработки конструкции источников питания с применением САПР.
ПК-2. Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию модулей электропитания в соответствии с нормативными требованиями	ИД-$1_{ПК-2}$ Знает состав полного комплекта конструкторской и технологической документации электронных средств. ИД-$2_{ПК-2}$ Умеет разрабатывать чертежи схем, деталей, печатных плат, сборочных чертежей модулей электропитания в соответствии с требованиями ЕСКД и применением современных САПР. ИД-$3_{ПК-2}$ Владеет современными программными комплексами разработки конструкторской и технологической документации
ПК-3. Разрабатывать технологический процесс производства модулей электропитания	ИД-$1_{ПК-3}$ Знает состав технологического оборудования, вид и технологические параметры операций изготовления модулей электропитания. ИД-$2_{ПК-3}$ Умеет осуществлять внедрение технологического оборудования в производство. ИД-$3_{ПК-3}$ Владеет навыками оценки технологичности конструкции модулей электропитания.

1.4. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимому для освоения программы

Уровень образования для слушателей: высшее, среднее профессиональное, а также наличие имеющихся дополнительных квалификаций или опыт профессиональной деятельности по направлению 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» и т.д.

1.5. Трудоемкость обучения – 370 часов.

1.6. Форма обучения

Возможные формы обучения: Очная, с применением дистанционных технологий. Форма обучения устанавливается при наборе группы слушателей.

УЧЕБНО – ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

программы переподготовки по курсу

«Силовая электроника»

№п/п	Наименование тем и разделов, дисциплин	Общая трудоемкость часов	Число часов аудиторных занятий			Форма Занятий	Форма контроля	ФИО преподавателя
			Лекции	Практи-ческие занятия	Самосто-ятельная работа			
1	**Модуль первый. Разработка и производство источников питания (ч. 1).**							
1.1	Основы импульсных преобразователей. ШИМ, ЧИМ. Общий принцип построения импульсных преобразователей. Простые схемы повышающий, понижающий преобразователь, инвертирующего .Разрывные — неразрывные токи в дросселе. Модуляция по напряжению и току. Гальванический барьер. Полный расчет простого понижающего/повышающего преобразователя — всех узлов. Реальное изготовление, Замер параметров.	56	14	18	20	Очная	Решение стандартных и прикладных задач	Симкин Андрей Владимирович Пирогов Александр Александрович
1.2	Магнитные материалы и компоненты (ч. 1). Зависимость магнитных свойств ферромагнетиков от температуры, от напряженности внешнего магнитного поля. Доменная структура ферромагнетиков. Процессы при намагничивании ферромагнетиков. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Высокочастотные потери в ферромагнетиках. CAD электромагнитных процессов.	44	12	18	12			
1.3	Конструирование РЭС. Практические занятия: Работа с библиотекой компонентов, создание нового элемента. Разработка схемы электрической принципиальной изделия (функционального узла). Трассировка печатной платы по схеме-перечню с учетом общего ТЗ и возможностей производства. Подготовка проекта к заказу печатной платы (Altium). Разработка КД на разработанную печатную плату. Разработка корпуса и базовой технологической оснастки	30	12	18	12			
1.4	Основы технологии силовой электроники. Материалы, используемые для производства ЭРИ. Металлы, полупроводники, диэлектрики. Электрические, механические, теплофизические свойства. Теплопроводность, её составляющие для металлов, диэлектриков, полупроводников. Зависимость теплопроводности от температуры. Фононы, рассеяние фононов на дефектах структуры твёрдого тела. Пайка.	58	12	18	22			

	Припои и флюсы: классификация, принципы выбора. Поверхностный монтаж ЭРИ. Типы паяльных паст, методы нанесения и оплавления паяльных паст. Нанесение паст через трафарет. Методы автоматизированного монтажа штырьковых элементов на печатную плату. Пайка волной, селективная пайка, Pin In Paste, Paste In Pin, Press Fit – технологии. Контроль качества паяных соединений. Автоматические оптические инспекции, установки рентгеновского контроля качества монтажа. Функциональное тестирование изделий и испытания на надёжность.							
1.5	Компьютерное моделирование и инженерный анализ (ч.1). Системы инженерного анализа. Возможности CAE. Расчетные методы, используемые для инженерных исследований. Основные направления в развитии CAE. Метод конечных элементов. Понятие конечного элемента. Граничные условия. Апроксимирующая функция. Матрица жесткости. Типы исследований и материалы. Типы исследований. Виды материалов. Физические величины материалов. Свойства материалов. Хрупкие и пластичные материалы. Объекты исследования. Нагрузки и ограничения. Типы креплений. Назначения нагрузок и ограничения модели. Нагрузки. Свойства материала, нагрузки и ограничения балочных конструкций. Решатель. Выбор решателя. Разбор этапов решения задач. Рекомендации к выбору решателя. Линейный статический анализ. Коэффициент запаса прочности.	42	12	18	12			
	Итого по 1 модулю	**230**	**62**	**90**	**78**			
2	**Модуль второй. Разработка и производство источников питания (ч. 2).**							
2.1.	Магнитные материалы и компоненты (ч.2). Моделирование Планарный трансформаторов и Дросселей. Углубление в Теорию Электромагнитного поля. Магнитные компоненты. Магнитные материалы, их виды и свойства. Потери в магнитных материалах. Магнитные компоненты – трансформаторы и дроссели. Высокочастотные эффекты в магнитных компонентах. Потери в обмотках и способы их минимизации. Рассмотрение двух основных схем преобразования. Потери в магнитопроводе. Расчет силового дросселя. Индуктивное рассеивание. Паразитные параметры. Расчет импульсного Трансформатора. Реальное изготовление, Замер параметров.	48	18	18	12	Очная	Решение стандартных и прикладных задач	Симкин Андрей Владимирович Пирогов Александр Александрович
2.2.	Основы технологии силовой электроники. Компаунды, клеи, клеи-герметики. Основные типы и свойства. Теплопроводные компаунды, виды наполнителей	48	16	18	12			

	повышающих теплопроводность. Герметизация методом заливки теплопроводными полимерными компаундами. Обзор основных методов нанесения покрытий. Электрохимические и химические методы нанесения металлических и неметаллических покрытий. Общие требования к выбору покрытия. Адгезия, методы контроля. Практические занятия в составе: -Монтаж силовых ЭРИ в корпусе ТО-247 на алюминиевые радиаторы (изготовление технологических силовых): нанесение теплопроводной пасты/ клея тонким слоем, монтаж через теплопроводную полимерную прокладку. Монтаж силовых ЭРИ в корпусе ТО-247 на DBC-плату пайкой: нанесение паяльной пасты на силовой ЭРИ, фиксация клеем. Пайка оплавлением. Цель: Обеспечение минимального теплового сопротивления Снятие фактического термопрофиля оплавления паяльной пасты в печи конвекционного нагрева на мультиплате изделий. Определение правильности заданных режимов нагрева и охлаждения в зависимости от выбранной паяльной пасты и теплоёмкости изделия. Цель: Сформировать базовые знания по поверхностному монтажу ЭРИ. Монтаж навесных ЭРИ (силовой трансформатор, керамический конденсатор и пр.) с использованием паяльной станции. Выбор температуры пайки в зависимости от типа припоя и теплоёмкости монтируемого изделия и платы. Флюсование, монтаж пайкой. Контроль качества паяных соединений. Цель: Сформировать базовые знания и умения по пайке, основам навесного монтажа ЭРИ. Приготовление полимерного теплопроводного компаунда с использованием аналитических весов. Произвести герметизацию заливкой макета изделия, вакуумирование, осуществить полимеризацию/отверждение компаунда. Контроль качества заливки. Цель: Сформировать базовые знания по теплопроводным диэлектрикам — разным типам компаундов, отличительным свойствам.						
2.3.	Компьютерное моделирование и инженерный анализ (ч.2). Частотный анализ. Виды колебаний. Задача расчета собственных частот. Добротность колебательной системы. Влияние нагрузок на частотный анализ. Анализ на ударную нагрузку. Анализ результатов. Контакты в исследовании на ударную нагрузку. Материалы, допустимые для расчета на ударную нагрузку. Просмотр результатов. Термический исследования. Теплопроводность. Конвекция. Обмен	42	16	18	10		

	излучением между поверхностями. Стационарный и нестационарный режимы теплообмена. Температурная зависимость коэффициента теплопроводности. Излучение. Излучение от поверхностей оболочки. Механизм термостата. Результаты термического анализа. Исследование потери устойчивости. Запас прочности на потерю устойчивости. Поток и термические воздействия в исследованиях потери устойчивости. Включение эффектов давления жидкости в анализ потери устойчивости. Вычисление нагрузок потери устойчивости. Включение термических воздействий в исследования потери устойчивости. Результаты линеаризованного анализа потери устойчивости.							
	Итого по 2 модулю	**138**	**50**	**54**	**34**			
	Итоговая аттестация	**2**	2				тест	
	ИТОГО	**370**	**114**	**144**	**112**			

Разработал: Пирогов А.А.

Согласовано: Директор ЦДПО Шепс Р.А.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Утверждаю:
Проектор по учебной работе

_____ Колосов А.И.
(подпись) *(И.О. Фамилия)*

«____» _____ 202_ г.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Дополнительная образовательная программа
(профессиональная переподготовка)

«Силовая электроника»
(370 ЧАСОВ)

СОГЛАСОВАНО:

Директор ЦДПО _____ Шепс Р.А.
(подпись) *(И.О. Фамилия)*

Учебно-тематический план составил (а) _____ Пирогов А.А.
(подпись) *(И.О. Фамилия)*

УЧЕБНО – ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Дополнительная образовательная программа
(профессиональная переподготовка)

«Силовая электроника»

Направление подготовки: Конструирование и технология электронных средств

Цель: Освоение слушателями профессиональных компетенций по разработке и производству модулей электропитания. Все слушатели программы получают теоретические и практические знания, приобретают опыт практической деятельности в области разработки и производства источников питания.

Категория слушателей: Категория слушателей – студенты технических учебных заведений высшего и среднего профессионального образования, специалисты предприятий радиоэлектроники. Основной целевой аудиторией образовательной программы профессиональной переподготовки «Силовая электроника» являются следующие категории слушателей: инженеры-схемотехники источников питания, инженеры-конструкторы источников питания, инженеры-технологи источников питания.

Срок обучения: 370 часов

Режим занятий: Очный, с применением дистанционных технологий

Форма организации учебного процесса: модульная

Уровень образования: высшее, среднее профессиональное

№ п/п	Наименование тем и разделов, дисциплин	Всего часов	В том числе:			Форма занятий (лекция, практика)	Форма контроля
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	Модуль первый. Разработка и производство источников питания (ч. 1).	230	62	90	78	Очная	Опрос в форме решения профессиональных задач
2.	Модуль второй. Разработка и производство источников питания (ч. 2).	138	50	54	34		
	Итоговая аттестация	2	2				тест
	ИТОГО:	**370**	**114**	**144**	**112**		

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

График

проведения занятий по программе профессиональной переподготовки (повышения квалификации):

«Силовая электроника»

(наименование программы)

370 часов

СОГЛАСОВАНО:

Директор ЦДПО _____ Шепс Р.А.

(подпись) *(И.О. Фамилия)*

3. Календарный учебный график

Расписание учебных занятий

Модуль первый. Разработка и производство источников питания (ч. 1).

1 (сентябрь)					2 (октябрь)					3 (ноябрь)				
	4/УЗ	11/УЗ	18/УЗ	25/УЗ		7/	14/ УЗ	21/УЗ	28/УЗ		4/УЗ	11/УЗ	18/УЗ	25/УЗ
	5/УЗ	12/УЗ	19/УЗ	26/УЗ	1/ УЗ	8	15/ УЗ	22/УЗ	29/УЗ		5/УЗ	12/УЗ	19/УЗ	26/УЗ
	6/УЗ	13/УЗ	20/УЗ	27/УЗ	2/ УЗ	9 /	16/УЗ	23/УЗ	30/УЗ		6/УЗ	13/УЗ	20/УЗ	27/УЗ
	7/УЗ	14/УЗ	21/УЗ	28/УЗ	3/ УЗ	10/ УЗ	17/УЗ	24/ УЗ	31/УЗ		7/УЗ	14/УЗ	21/УЗ	28/УЗ
1/ УЗ	8/УЗ	15/УЗ	22/УЗ	29/УЗ	4/ УЗ	11/ УЗ	18/ УЗ	25/ УЗ		1/ УЗ	8/УЗ	15/УЗ	22/УЗ	29/УЗ
2/ УЗ	9/УЗ	16/УЗ	23/УЗ	30/УЗ	5/ УЗ	12/ УЗ	19/ УЗ	26/ УЗ		2/ УЗ	9/УЗ	16/УЗ	23/УЗ	30/УЗ

4 (декабрь)				
	7/	14/ УЗ	21/УЗ	28/УЗ
1/ УЗ	8	15/ УЗ	22/УЗ	29/УЗ
2/ УЗ	9 /	16/УЗ	23/УЗ	30/УЗ
3/ УЗ	10/ УЗ	17/УЗ	24/ УЗ	31/УЗ
4/ УЗ	11/ УЗ	18/ УЗ	25/ УЗ	
5/ УЗ	12/ УЗ	19/ УЗ	26/ УЗ	

Модуль второй. Разработка и производство источников питания (ч. 2).

1 (февраль)					2 (март)					3 (апрель)				
1/	8/	14/ НО	21/ УЗ	28/ УЗ		7/	14/ УЗ	21/УЗ	28/УЗ		4/УЗ	11/УЗ	18/УЗ	25/УЗ
2/	9/	15/ УЗ	22/ УЗ		1/ УЗ	8	15/ УЗ	22/УЗ	29/УЗ		5/УЗ	12/УЗ	19/УЗ	26/УЗ
3/	10/	16/УЗ	23		2/ УЗ	9 /	16/УЗ	23/УЗ	30/УЗ		6/УЗ	13/УЗ	20/УЗ	27/УЗ
4/	11/	17/УЗ	24/ УЗ		3/ УЗ	10/ УЗ	17/УЗ	24/ УЗ	31/УЗ		7/УЗ	14/УЗ	21/УЗ	28/УЗ
5/	12/	18/ УЗ	25/ УЗ		4/ УЗ	11/ УЗ	18/ УЗ	25/ УЗ		1/ УЗ	8/УЗ	15/УЗ	22/УЗ	29/УЗ
		19/ УЗ	26/ УЗ		5/ УЗ	12/ УЗ	19/ УЗ	26/ УЗ		2/ УЗ	9/УЗ	16/УЗ	23/УЗ	30/УЗ

4 (май)			
2/	9	16/УЗ	23/УЗ
3/	10	17/УЗ	24/ УЗ
4/УЗ	11/	18/ УЗ	25/ УЗ
5/УЗ	12/ УЗ	19/ УЗ	26/ИА
6/УЗ	13/УЗ	20/ УЗ	27/КО
7/УЗ	14/УЗ	21/УЗ	

Условные обозначения:
НО/КО - начало обучения / конец обучения;
УЗ - учебные занятия;
ИА - итоговая аттестация.

4 Организационно-педагогические условия реализации программы

4.1. Материально-технические условия реализации программы

Лекции, практические занятий проводятся в аудиториях на территории ВГТУ и лаборатории на территории НПО «Энергетическая электроника».

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	**Вид занятий**	**Наименование оборудования, программного обеспечения**
Аудитория	лекции	компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
Компьютерный класс	практические занятия	компьютеры
Лаборатория	практические занятия	Стенды, измерительное оборудование

4.2. Учебно-методическое обеспечение программы

По каждой дисциплине (модулю) программы используются в учебном процессе электронные раздаточные материалы для слушателей через образовательный портал ВГТУ; учебные пособия, изданные по отдельным разделам программы; профильная и нормативная литература; отраслевых и других нормативных документах; электронные ресурсы и т.д.

4.3. Кадровое обеспечение дисциплины

В реализации учебного процесса по *дисциплине* участвуют следующие преподаватели и сотрудники:

Фамилия, имя, отчество, должность по штатному расписанию	Какое образовательное учреждение окончил, специальность (направление подготовки) по документу об образовании	Ученая степень, ученое (почетное) звание, квалификационная категория	Стаж работы			Основное место работы, должность	Условия привлечения к педагогической деятельности (штатный работник, внутренний совместитель, внешний совместитель, иное)
			Всего	в т.ч. педагогической работы			
				Всего	в т.ч. по указанной дисциплине		
1	2	3	4	5	6	7	8
Пирогов Александр Александрович	ВГТУ	Канд. техн. наук, доцент	17	17	-	Каф. КИПР	Штатный
Симкин Андрей Владимирович	ВГУ	Канд. техн. наук, доцент	-	-	-	ООО «Аедон»	Договор ГПХ

5. Формы аттестации

Экзамен в форме теста.

6. Особенности освоения программ ДПО для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья

Реализация программы для лиц с ОВЗ реализуется на основание статьи 79 Федерального закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 30.12.2021) "Об образовании в Российской Федерации" а также другими действующими нормативными актами.

7. Выдаваемый документ об образовании.

В соответствии с п. 19 Порядка осуществления деятельности по программам ДПО (Приказ Минобрнауки России №499 от 01.07.2013 г.) после освоения программ подготовки выдаются диплом о переподготовке, (удостоверение о повышении квалификации) установленного образца.

8. Рабочие программы дисциплин по модулям

Раскрывается содержание разделов (дисциплин и т.п.), включая лекции, самостоятельные практические занятия.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
модуля 1
«Разработка и производство источников питания (ч. 1)»

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины Обеспечить уровень знаний необходимый для того, что бы обучаемый на основе упрощенного технического задания и используя базовые схемотехнические решения мог разработать схему источника питания пригодную для моделирования и оптимизации параметров компонентов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- применять математические и компьютерные методы моделирования источников питания;
- осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять её в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;
- выполнение инженерных расчётов.

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения модуля «**Разработка и производство источников питания (ч. 1)**» направлен на формирование следующих компетенций:

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1. Проектировать модули электропитания с учетом заданных требований и использованием средств автоматизированного проектирования	Знает принципы конструирования модулей электропитания и отдельных блоков электронных приборов. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик модулей электропитания. Владеет навыками разработки конструкции источников питания с применением САПР.
ПК-3. Разрабатывать технологический процесс производства модулей электропитания	Знает состав технологического оборудования, вид и технологические параметры операций изготовления модулей электропитания. Умеет осуществлять внедрение технологического оборудования в производство. Владеет навыками оценки технологичности конструкции модулей электропитания.

ОБЪЕМ МОДУЛЯ

Общая трудоемкость модуля «**Разработка и производство источников питания (ч. 1)**» составляет 230 часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Вид учебной работы	Всего часов
Аудиторные занятия (всего)	
Лекции	62
Практические занятия (ПЗ)	90
Лабораторные работы (ЛР),	
Самостоятельная работа	78
Контроль	
Общая трудоемкость час	230

СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ

Содержание разделов модуля и распределение трудоемкости по видам занятий

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основы импульсных преобразователей.	ШИМ, ЧИМ. Общий принцип построения импульсных преобразователей.	14	18		20	52
2	Магнитные материалы и компоненты (ч. 1)	Зависимость магнитных свойств ферромагнетиков от температуры, от напряженности внешнего магнитного поля. Доменная структура ферромагнетиков. Процессы при намагничивании ферромагнетиков. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Высокочастотные потери в ферромагнетиках. CAD электромагнитных процессов.	12	18		12	42
3	Конструирование РЭА	Работа с библиотекой компонентов, создание нового элемента Разработка схемы электрической принципиальной изделия (функционального узла) Трассировка печатной платы по схеме-перечню с учетом общего ТЗ и возможностей производства Подготовка проекта к заказу печатной платы (Altium) Разработка КД на разработанную	12	18		12	42

		печатную плату Разработка корпуса и базовой технологической оснастки					
4	Основы технологии силовой электроники	Материалы, используемые для производства ЭРИ. Металлы, полупроводники, диэлектрики. Электрические, механические, теплофизические свойства. Теплопроводность, её составляющие для металлов, диэлектриков, полупроводников. Зависимость теплопроводности от температуры. Фононы, рассеяние фононов на дефектах структуры твёрдого тела. Пайка. Припои и флюсы: классификация, принципы выбора. Поверхностный монтаж ЭРИ. Типы паяльных паст, методы нанесения и оплавления паяльных паст. Нанесение паст через трафарет. Методы автоматизированного монтажа штырьковых элементов на печатную плату. Пайка волной, селективная пайка, Pin In Paste, Paste In Pin, Press Fit - технологии Контроль качества паяных соединений. Автоматические оптические инспекции, установки рентгеновского контроля качества монтажа. Функциональное тестирование изделий и испытания на надёжность.	12	18		22	52
5	Компьютерное моделирование и инженерный анализ (ч.1)	Системы инженерного анализа. Возможности CAE. Расчетные методы, используемые для инженерных исследований. Основные направления в развитии CAE. Метод конечных элементов. Понятие конечного элемента. Граничные условия. Апроксимирующая функция. Матрица жесткости. Типы исследований и материалы. Типы исследований. Виды материалов. Физические величины материалов. Свойства материалов. Хрупкие и пластичные материалы. Объекты исследования. Нагрузки и ограничения. Типы креплений. Назначения нагрузок и ограничения модели. Нагрузки. Свойства материала, нагрузки и ограничения балочных конструкций. Решатель. Выбор решателя. Разбор этапов решения	12	18		12	42

		задач. Рекомендации к выбору решателя. Линейный статический анализ. Коэффициент запаса прочности.					
		Итого	**62**	**90**		**78**	**230**

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника / В.И. Мелешин. - Смоленск: Техносфера, 2005. - 628 с.
2. П. Хоровиц Искусство схемотехники / Хоровиц П., Хилл У. - М: Бином, 2014. - 704 с.
3. Северенс Р. Импульсные преобразователи постоянного напряжения для систем вторичного электропитания. / Р. Северенс , Б.Г Блум. - М: Энергоатомиздат, 1988, - 294 с.
4. Динц К. P-CAD 2006. Схемотехника и проектирование печатных плат / К. Динц, А. Куприянов, Р. Прокди — Спб: Наука и Техника, 2009. - 320 с.
5. Амелина М.А.Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap, Версии 9, 10 / М.А. Амелина, С.А. Амелин. - Смоленск: Смоленский филиал НИУ МЭИ, 2013, - 619 с.

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

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:
http://window.edu.ru - единое окно доступа к информационным ресурсам;
http://www.edu.ru/ - федеральный портал «Российское образование»;
Образовательный портал ВГТУ;
http://www.iprbookshop.ru/ - электронная библиотечная система IPRbooks;
www.elibrary.ru - научная электронная библиотека
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы:
https://docplan.ru/ - бесплатная база ГОСТ.

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, оснащенная следующим оборудованием:

- персональный компьютер с установленным ПО, подключенный к сети Интернет;
- доска магнитно-маркерная;
- мультимедийный проектор на кронштейне;

– экран настенный

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (компьютерный класс), оснащенная следующим оборудованием:

– персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 11 шт.;
– принтер цветной лазерный;
– доска магнитно-маркерная поворотная

Помещение (Читальный зал) для самостоятельной работы с выходом в сеть «Интернет» и доступом в электронно-библиотечные системы и электронно-информационную среду, укомплектованное следующим оборудованием:

– персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 10 шт.;
– принтер;
– магнитно-маркерная доска;
– переносные колонки;
– переносной микрофон.

ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ И ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ЭТАПЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Показатели оценивания компетенций	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенции			
	Неудовлетворительный	**Минимально допустимый (пороговый)**	**Средний**	**Высокий**
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки
Наличие умений	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объёме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объеме без недочетов.
Наличие навыков (владение опытом)	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству профессиональных задач.	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных профессиональных задач.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных профессиональных задач.

ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Вопросы (тестовые задания) для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций

ПК-1. Проектировать модули электропитания с учетом заданных требований и использованием средств автоматизированного проектирования	
1.	Эволюция и поколения РЭС.
2.	Цикл жизни РЭС и основные этапы проектирования конструкций и технологий конкурентоспособной РЭС.
3.	Методология решения задач конструирования РЭС. Основные требования к методологии проектирования.
4.	Модели РЭС и функции чувствительности. Методы анализа, синтеза и оптимизации технических решений.
5.	Структура и классификация электронных средств.
6.	Конструкция РЭС как система. Свойства конструкций РЭС . Структурные уровни.
7.	Классификация РЭС .
8.	Объекты-носители и условия эксплуатации РЭС.
9.	Факторы, определяющие построение РЭС. Факторы окружающей среды. Системные факторы, определяющие построение РЭС.
10.	Факторы, определяющие компоновку РЭС. Факторы взаимодействия в системе «человек-машина». Человеко-машинные системы, их классификация и свойства. Психологические характеристики и параметры человека-оператора.
11.	Характер и вид конструкторских работ и организация творческой работы. Организация творческой работы конструктора.
12.	Системы базовых несущих конструкций. Конструкционные системы и иерархическая соподчиненность уровней РЭС.
13.	Основные виды конструкционных систем. Выбор несущих конструкций и корпусирование блоков и устройств. Проблемы развития базовых несущих конструкций для современных РЭС.
14.	Конструирование волоконно-оптических линий связи (ВОЛС).
15.	Автоматизированное конструирование электрического монтажа. Классификация электромонтажа РЭС. Основные виды, характеристики и области применения электромонтажа РЭС.
16.	Конструирование электромонтажа объемным проводом. Преимущества печатного, шлейфового и плёночного монтажа.
17.	Виды и параметры механических воздействий на приборы со стороны объекта-носителя. Понятие динамического состояния конструкции и его автоматизированный анализ.
18.	Автоматизированный расчет параметров динамических состояний пластинчатых конструкций и механических систем с сосредоточенной массой при вибрационных и ударных воздействиях с применением САПР.
19.	Методы и способы защиты РЭС от механических воздействий, механические фильтры и системы амортизации.
20.	Паразитные электрические связи в конструкциях РЭС: источники помех, каналы их передачи и рецепторы; кондуктивная, емкостная и индуктивная паразитные связи и способы борьбы с ними.
21.	Механизмы экранирования электрических, магнитных и электромагнитных полей в диапазоне частот, конструкции экранов и расчет их параметров; методы помехозащиты и шумоподавления в линиях связи.
22.	Типовые задачи и основные алгоритмы автоматизированного проектирования (АП) конструкций и технологий РЭС АП.

Практические задания для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций

ПК-3. Разрабатывать технологический процесс производства модулей электропитания	
1	Что представляет собой методология решения задач конструирования РЭС? Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) комплексная структура мероприятий, способствующая решению задачи в процессе успешного ее применения; б) это набор действий, приводящий к решению задачи; в) это учение о логической организации, методах и средствах какой-либо деятельности, логика познания чего-либо, логика использования методов, моделей, средств для достижения необходимого результата; г) все ответы неправильные.
2	Определите основные требования к методологии проектирования. Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) универсальность, эффективность; б) возможность использования ЭВМ; в) непротиворечивость, универсальность; г) минимум затрат.
3	Вместо одновременного проектирования подсистем в практике производят последовательное проектирование подсистем с...: Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) запаздыванием; б) возвратом; в) последовательной обратной связью; г) все варианты правильные.
4	Особый вид проектирования, когда объектом действия является конструкция РЭС это: Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) конструирование РЭС ; б) разработка техпроцесса; в) тепловой расчет; г) расчет прочности.
5	Один из характерных видов деятельности в процессе проектирования, заключается в получении одного или нескольких вариантов решения это: Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) моделирование; б) принятие решения; в) анализ; г) синтез.
6	Что по определению представляет собой система? Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) использование методов, моделей, средств для достижения необходимого результата; б) целостный комплекс взаимосвязанных объектов, имеет определенную структуру и взаимодействует с некоторой средой; в) системность, комплексность рассмотрения процесса, объекта и средств проектирования; г) целостный комплекс взаимосвязанных элементов, взаимообусловленных совокупностью, системой методов и средств.
7	Когда между элементами существует объединяющее их свойство, связь, влияние одного элемента на другой, то это называется: Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

	а) отношение; б) система; в) схема; г) электронное средство.
8	Технической системой называют: Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) целостный комплекс взаимосвязанных элементов, взаимообусловленных совокупностью, системой методов и средств; б) целостный комплекс элементов, связанных между собой множеством отношений, объединенных по определенному принципу и предназначенный для решения технических задач; в) системность, комплексность рассмотрения процесса, объекта и средств проектирования; г) использование методов, моделей, средств для достижения необходимого результата.
9	Что представляет собой система, состоящая из совокупности объектов, организованных по определенной структуре с известными конституантами отношений, предназначенная для выполнения заданных функций, реализуемых по принципам радиоэлектроники? Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) конструирование; б) проектирование; в) структура; г) электронное средство.
10	Какими характеристиками оценивают жизнь РЭС? Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) прочность РЭС, качество РЭС; б) механическая стойкость РЭС, качество конструкции; в) проектирование и конструирование; г) качество РЭС, способность РЭС удовлетворять потребностям общества по функционированию, задержка удовлетворения потребности общества в приборах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
модуля 1
«Разработка и производство источников питания (ч. 2)»

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины Обеспечить уровень знаний необходимый для того, что бы обучаемый на основе упрощенного технического задания и используя базовые схемотехнические решения мог разработать схему источника питания пригодную для моделирования и оптимизации параметров компонентов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- применять математические и компьютерные методы моделирования источников питания;
- осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять её в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;
- выполнение инженерных расчётов.

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения модуля «**Разработка и производство источников питания (ч. 2)**» направлен на формирование следующих компетенций:

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2. Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию модулей электропитания в соответствии с нормативными требованиями	Знает состав полного комплекта конструкторской и технологической документации электронных средств. Умеет разрабатывать чертежи схем, деталей, печатных плат, сборочных чертежей модулей электропитания в соответствии с требованиями ЕСКД и применением современных САПР. Владеет современными программными комплексами разработки конструкторской и технологической документации

ОБЪЕМ МОДУЛЯ

Общая трудоемкость модуля «**Разработка и производство источников питания (ч. 2)**» составляет 138 часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Вид учебной работы	Всего часов
Аудиторные занятия (всего)	
Лекции	50
Практические занятия (ПЗ)	54
Лабораторные работы (ЛР),	
Самостоятельная работа	34
Контроль	
Общая трудоемкость час	138

СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ

Содержание разделов модуля и распределение трудоемкости по видам занятий

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Магнитные материалы и компоненты (ч.2)	Моделирование Планарный трансформаторов и Дросселей. Углубление в Теорию Электромагнитного поля. Магнитные компоненты. Магнитные материалы, их виды и свойства. Потери в магнитных материалах. Магнитные компоненты – трансформаторы и дроссели. Высокочастотные эффекты в магнитных компонентах. Потери в обмотках и способы их минимизации. Рассмотрение двух основных схем преобразования. Потери в магнитопроводе. Расчет силового дросселя. Индуктивное рассеивание. Паразитные параметры. Расчет импульсного Трансформатора. Реальное изготовление, Замер параметров.	18	18		12	48
2	Основы технологии силовой электроники	Компаунды, клеи, клеи-герметики. Основные типы и свойства. Теплопроводные компаунды, виды наполнителей повышающих теплопроводность. Герметизация	16	18		12	46

		методом заливки теплопроводными полимерными компаундами. Обзор основных методов нанесения покрытий. Электрохимические и химические методы нанесения металлических и неметаллических покрытий. Общие требования к выбору покрытия. Адгезия, методы контроля. Практические занятия в составе: -Монтаж силовых ЭРИ в корпусе ТО-247 на алюминиевые радиаторы (изготовление технологических силовых): нанесение теплопроводной пасты/ клея тонким слоем, монтаж через теплопроводную полимерную прокладку. Монтаж силовых ЭРИ в корпусе ТО-247 на DBC-плату пайкой: нанесение паяльной пасты на силовой ЭРИ, фиксация клеем. Пайка оплавлением. Цель: Обеспечение минимального теплового сопротивления Снятие фактического термопрофиля оплавления паяльной пасты в печи конвекционного нагрева на мультиплате изделий. Определение правильности заданных режимов нагрева и охлаждения в зависимости от выбранной паяльной пасты и теплоёмкости изделия. Цель: Сформировать базовые знания по поверхностному монтажу ЭРИ. Монтаж навесных ЭРИ (силовой трансформатор, керамический конденсатор и пр.) с использованием паяльной станции. Выбор температуры пайки в зависимости от типа припоя и теплоёмкости монтируемого изделия и платы. Флюсование, монтаж пайкой. Контроль качества паяных соединений. Цель: Сформировать базовые знания и умения по пайке, основам навесного монтажа ЭРИ. Приготовление полимерного теплопроводного компаунда с использованием аналитических весов. Произвести герметизацию заливкой макета изделия, вакуумирование, осуществить					

		полимеризацию/отверждение компаунда. Контроль качества заливки. Цель: Сформировать базовые знания по теплопроводным диэлектрикам — разным типам компаундов, отличительным свойствам.					
3	Компьютерное моделирование и инженерный анализ (ч.2)	Частотный анализ. Виды колебаний. Задача расчета собственных частот. Добротность колебательной системы. Влияние нагрузок на частотный анализ. Анализ на ударную нагрузку. Анализ результатов. Контакты в исследовании на ударную нагрузку. Материалы, допустимые для расчета на ударную нагрузку. Просмотр результатов. Термический исследования. Теплопроводность. Конвекция. Обмен излучением между поверхностями. Стационарный и нестационарный режимы теплообмена. Температурная зависимость коэффициента теплопроводности. Излучение. Излучение от поверхностей оболочки. Механизм термостата. Результаты термического анализа. Исследование потери устойчивости. Запас прочности на потерю устойчивости. Поток и термические воздействия в исследованиях потери устойчивости. Включение эффектов давления жидкости в анализ потери устойчивости. Вычисление нагрузок потери устойчивости. Включение термических воздействий в исследования потери устойчивости. Результаты линеаризованного анализа потери устойчивости.	16	18		10	44
		Итого	**50**	**54**		**34**	**138**

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Капустин В.И. Материаловедение и технологии электроники [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В.И. Капустин, А.С. Сигов, А.П. Коржавый; Рец. А.С. Бугаев др. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 427 с. // ЭБС ZNANIUM.COM-URL:http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=416461 (Режим доступа: ограниченный по логину и паролю),

2. Барыбин А.А. Физико-технологические основы макро-, микро- и наноэлектроники [Электронный ресурс] / А.А. Барыбин, В.И. Томилин, В.И. Шаповалов; Под общ. ред. А.А. Барыбина. - М.: Физматлит, 2011. - 784 с. // ЭБС «КнигаФонд»- URL: http://www.knigafund.ru/books/138583/ (Режим доступа: ограниченный по логину и паролю)

3. Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы: Учеб. пособие. 9-е изд./В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=300

4. Компоненты и технологии / учредитель: "Издательство Файнстрит"; гл. ред. П. Правосудов. - М.: Файнстрит. - (ISSN 2079-6811). - Журнал. - Издается с ноября 1999 года. - Электронная версия журнала и архив с 1999 года см: http://www.kit-e.ru/.

5. Микроэлектроника / учредители: РАН [и др.]; гл. ред. А.А. Орликовский. - М.: Наука; Наука / Интерпериодика. - Журнал, основан в 1972 году . – Переводная версия: Russian Microelectronics (составной журнал) .

6. Современная электроника / гл. ред. А. Майстренко. - М.: СТА-ПРЕСС. - Журнал, издается с 2004 года. - Доступ к архиву выпусков с аннотациями (архив статей 2004 №6/ 2014) на сайте журнала: http://www.soel.ru/issues/

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

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:
http://window.edu.ru - единое окно доступа к информационным ресурсам;
http://www.edu.ru/ - федеральный портал «Российское образование»;
Образовательный портал ВГТУ;
http://www.iprbookshop.ru/ - электронная библиотечная система IPRbooks;
www.elibrary.ru - научная электронная библиотека
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы:
https://docplan.ru/ - бесплатная база ГОСТ.

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, оснащенная следующим оборудованием:

- персональный компьютер с установленным ПО, подключенный к сети Интернет;
- доска магнитно-маркерная;
- мультимедийный проектор на кронштейне;
- экран настенный

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (компьютерный класс), оснащенная следующим оборудованием:

– персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 11 шт.;

– принтер цветной лазерный;

– доска магнитно-маркерная поворотная

Помещение (Читальный зал) для самостоятельной работы с выходом в сеть «Интернет» и доступом в электронно-библиотечные системы и электронно-информационную среду, укомплектованное следующим оборудованием:

– персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 10 шт.;

– принтер;

– магнитно-маркерная доска;

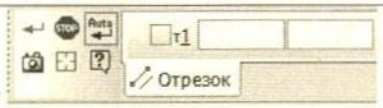
– переносные колонки;

– переносной микрофон.

Вопросы (тестовые задания) для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций

ПК-2. Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию модулей электропитания в соответствии с нормативными требованиями	
1.	Что представляет собой пакеты для проектирования деталей конструкций РЭС?
2.	Что называют аддитивными технологиями? Перспективы использования аддитивных технологий. Достоинства и недостатки аддитивных технологий.
3.	Какие способы формообразования применяют при аддитивных технологиях?
4.	Особенности 3D моделирования деталей при изготовлении на 3 D принтерах.
5.	Назовите и охарактеризуйте основные продукты семейства КОМПАС?
6.	Каким продуктом следует пользоваться при создание каталогов типовых изделий или оформлять документацию в соответствие с СПДС?-
7.	Назовите бесплатные продукты компании "Аскон", которые находятся в свободном доступе и их можно бесплатно загрузить с сайта производителя?
8.	Чем Компас 3D LT отличается от базовой версии Компас 3D?
9.	Какие виды операций применяются наиболее часто?
10.	Какие виды массивов вы знаете? Как они выполняются?
11.	В каких случаях используются вспомогательные плоскости? Какие виды вспомогательных плоскостей вы знаете?
12.	Как задаются массогабаритные показатели детали? Какие правила выполнения эскизов?
13.	Какие виды сопряжений вы знаете? В каких случаях достаточно одного сопряжения детали?
14.	Как используются библиотеки элементов в сборках? Каким образом редактируются элементы в сборках? В чем преимущество редактирования деталей из сборок?
15.	Каким образом создаются ассоциативные чертежи? Как выполняются разрезы, сечения, местные и выносные виды?-
16.	Как проставляются размеры?
17.	Каким образом заполняются технические требования? Как рассчитывается масса изделия?
18.	Каким образом разбивают 3D модель детали на слои? Какая доработка необходима для выполнения деталей с нависающими элементами?
19.	Как печатаются детали большого размера? В каком случае необходимо добавление дополнительных элементов?

Практические задания для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций

ПК-2. Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию модулей электропитания в соответствии с нормативными требованиями	
1	Какая кнопка в САПР Компас 3D предназначена для вычерчивания вспомогательных прямых ? 1 ; 2 ;3 ;4 . Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
2	Как называется данная панель в САПР Компас 3D?  Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

	а)стандартная панель; б)компактная панель; в) панель свойств; г) ни один из вариантов не является правильным.
3	Какая кнопка в САПР Компас 3D предназначена для вычерчивания кривой Безье ? 1 ; 2 ; 3 ; 4 . Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
4	Какая кнопка в САПР Компас 3D предназначена для вычерчивания мультилиний ? 1 ; 2 ; 3 ; 4 . Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
5	Какая из кнопок в САПР Компас 3D предназначена для выполнения фасок ? 1 ; 2 ; 3 ; 4 . Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
6	Какая из кнопок в САПР Компас 3D предназначена для выполнения заливок цветом ? 1 ; 2 ; 3 ; 4 . Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
7	Какая из кнопок в САПР Компас 3D предназначена для выполнения эквидистант кривой ? 1 ; 2 ; 3 ; 4. Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
8	Какая из кнопок в САПР Компас 3D предназначена для обозначения шероховатости поверхностей? 1 ; 2 ; 3 ; 4 . Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
9	Какая из кнопок в САПР Компас 3D предназначена для обозначения позиций на сборочном чертеже? 1 ; 2 ; 3 ; 4 . Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) 1; б) 2; в) 3;

	а)стандартная панель; б)компактная панель; в) панель свойств; г) ни один из вариантов не является правильным.
3	Какая кнопка в САПР Компас 3D предназначена для вычерчивания кривой Безье ? 1 ; 2 ; 3 ; 4 . Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
4	Какая кнопка в САПР Компас 3D предназначена для вычерчивания мультилиний ? 1 ; 2 ; 3 ; 4 . Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
5	Какая из кнопок в САПР Компас 3D предназначена для выполнения фасок ? 1 ; 2 ; 3 ; 4 . Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
6	Какая из кнопок в САПР Компас 3D предназначена для выполнения заливок цветом ? 1 ; 2 ; 3 ; 4 . Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
7	Какая из кнопок в САПР Компас 3D предназначена для выполнения эквидистант кривой ? 1 ; 2 ; 3 ; 4. Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
8	Какая из кнопок в САПР Компас 3D предназначена для обозначения шероховатости поверхностей? 1 ; 2 ; 3 ; 4 . Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
9	Какая из кнопок в САПР Компас 3D предназначена для обозначения позиций на сборочном чертеже? 1 ; 2 ; 3 ; 4 . Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) 1; б) 2; в) 3;

	г) 4.
10	Какая из кнопок в САПР Компас 3D предназначена для обозначения базовых поверхностей? 1 ; 2 ; 3 ; 4 . Варианты ответа (выберите один или несколько правильных): а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

Рабочая программа «Итоговая аттестация»

1. Цели и задачи итоговой аттестации

Цель итоговой аттестации – определение соответствия результатов освоения обучающимися дополнительной образовательной программы, оценка готовности выпускников к профессиональной деятельности.

Задачи итоговой аттестации: оценка уровня сформированности компетенций и готовности к профессиональной деятельности;

Формы итоговой аттестации

В состав итоговой аттестации входит межмодульный экзамен, проводимы в виде тестирования. Возможно применение дистанционных образовательных технологий.

Объем итоговой аттестации

Общая трудоемкость государственной итоговой аттестации составляет 2 час.

Оценочные материалы для проведения государственной итоговой аттестации обучающихся

Оценочные материалы итоговой аттестации дополнительной образовательной программы включают оценочные материалы всех дисциплин программы.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Результаты каждого государственного аттестационного испытания определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

Также итоговая аттестация по программам повышения квалификации может быть оценена по системе зачет/незачет. При проведение итогового тестирования для оценки зачет необходимо 50 процентов правильных ответов.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
«ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ»

Планируемые результаты обучения, показатели оценивания сформированности компетенций на этапе итоговой аттестации

№ п/п	Компетенция	Результаты обучения	Тип ОМ	Показатели оценивания
1	2	3	4	5
1	ПК-1. (В/01.6) Проектировать модули электропитания с учетом заданных требований и использованием средств автоматизированного проектирования	ИД-1ПК-1 Знает принципы конструирования модулей электропитания и отдельных блоков электронных приборов. ИД-2ПК-1 Умеет проводить оценочные расчеты характеристик модулей электропитания. ИД-3ПК-1 Владеет навыками разработки конструкции источников питания с применением САПР.	Проводится по оценочным материалам, приведенным в рабочих программах модулей	Усвоено более 50% учебного материала
2	ПК-2. (В/02.6) Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию модулей электропитания в соответствии с нормативными требованиями	ИД-1ПК-2 Знает состав полного комплекта конструкторской и технологической документации электронных средств. ИД-2ПК-2 Умеет разрабатывать чертежи схем, деталей, печатных плат, сборочных чертежей модулей электропитания в соответствии с требованиями ЕСКД и применением современных САПР. ИД-3ПК-2 Владеет современными программными комплексами разработки конструкторской и технологической документации		

3	ПК-3. (В/01.6) Разрабатывать технологический процесс производства модулей электропитания	ИД-1ПК-3 Знает состав технологического оборудования, вид и технологические параметры операций изготовления модулей электропитания. ИД-2ПК-3 Умеет осуществлять внедрение технологического оборудования в производство. ИД-3ПК-3 Владеет навыками оценки технологичности конструкции модулей электропитания.		

ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ И ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ЭТАПЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Показатели оценивания компетенций	**Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенции**			
	Неудовлетворительный	**Минимально допустимый (пороговый)**	**Средний**	**Высокий**
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач

ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Перечень вопросов тестовых заданий, а также иных оценочных материалов приведенных в рабочих программах дисциплин используется при итоговой аттестации. Количество вопросов из каждой дисциплине или модуля определяет руководитель программы.

Итоговая аттестация проводится в виде междисциплинарного экзамена в форме тестирования. Возможно применение дистанционных образовательных технологий.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебный план

Наименование дисциплины	Общая трудоемкость	Число часов аудиторных занятий				Внеаудиторная работа	
		ЛК	ПЗ	Зачет	Экзамен	СР	АР
Модуль первый. Разработка и производство источников питания (ч.1). Основы импульсных преобразователей; Магнитные материалы и компоненты (ч. 1); Конструирование РЭС; Основы технологии силовой электроники; Компьютерное моделирование и инженерный анализ (ч.1).	230	62	90			78	
Модуль второй. Разработка и производство источников питания (ч.2).Магнитные материалы и компоненты (ч.2); Основы технологии силовой электроники; Компьютерное моделирование и инженерный анализ (ч.2).	138	50	54			34	
Итоговая аттестация	2				2		
ИТОГО:	**370**	**112**	**144**		**2**	**112**	

Примечания:

1. При организации учебного процесса частично реализуются дистанционные образовательные технологии.
2. Итоговая аттестация включает экзамен в форме тестирования.
3. Принятые сокращения: **ЛК** – лекции, **ПЗ** – практические занятия, **СР** – самостоятельная работа, **АР** – аттестационная работа

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Утверждаю:

Проректор по учебной работе

_____ Колосов А.И.
(подпись) *(И.О. Фамилия)*

«____» _____ 202_ г.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Дополнительная образовательная программа
(профессиональная переподготовка)

«Силовая электроника»
(370 ЧАСОВ)

СОГЛАСОВАНО:

Директор ЦДПО _____ Шепс Р.А.

Учебно-тематический план составил _____ Пирогов А.А.
(подпись) *(И.О. Фамилия)*

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Дополнительная образовательная программа
(профессиональная переподготовка)
«Силовая электроника»
(370 ЧАСОВ)

Направление подготовки: Конструирование и технология электронных средств

Цель: Освоение слушателями профессиональных компетенций по разработке и производству модулей электропитания. Все слушатели программы получают теоретические и практические знания, приобретают опыт практической деятельности в области разработки и производства источников питания.

Категория слушателей: Категория слушателей – студенты технических учебных заведений высшего и среднего профессионального образования, специалисты предприятий радиоэлектроники. Основной целевой аудиторией образовательной программы профессиональной переподготовки «Силовая электроника» являются следующие категории слушателей: инженеры-схемотехники источников питания, инженеры-конструкторы источников питания, инженеры-технологи источников питания.

Срок обучения: 370 часов

Режим занятий: Очный, с применением дистанционных технологий

Форма организации учебного процесса: модульная

Уровень образования: высшее, среднее профессиональное

Использованы базовые компетенции профессиональных стандартов:

Код	Область профессиональной и (или) сферы профессиональной деятельности. Профессиональный стандарт	Приказ Минтруда
29.015	СПЕЦИАЛИСТ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ	№ 570н от 07.09.2020 г.