1. **Паспорт Образовательной программы**

**«**Современные технологии проектирования электроники в условиях цифровой экономики**»**

|  |  |
| --- | --- |
| **Версия программы** | **1** |
| **Дата Версии** | 10**.**10**.**2020 |

1. **Сведения о Провайдере**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1.1 | Провайдер | Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет» |
| 1.2 | Логотип образовательной организации | C:\Users\User\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\LogPGU_simbioz2013 new.jpg |
| 1.3 | Провайдер ИНН | 5837003736 |
| 1.4 | Ответственный за программу ФИО | Лысенко Алексей Владимирович |
| 1.5 | Ответственный должность | Доцент |
| 1.6 | Ответственный Телефон | 89273744011 |
| 1.7 | Ответственный Е-mail | Lysenko\_av@bk.ru |

1. **Основные Данные**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Название** | **Описание** |
| 2.1 | Название программы | Современные технологии проектирования электроники в условиях цифровой экономики |
| 2.2 | Ссылка на страницу программы | <https://lk.pnzgu.ru/opop/spec/4255> |
| 2.3 | Формат обучения | Онлайн |
|  | Подтверждение от ОО наличия возможности реализации образовательной программы с применением электронного обучения и (или) дистанционных образовательных технологий с возможностью передачи данных в форме элементов цифрового следа | ФГБОУ ВО "Пензенский государственный университет" подтверждает наличие возможности реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий с возможностью передачи данных в форме элементов цифрового следа |
| 2.4 | Уровень сложности | Продвинутый |
| 2.5 | Количество академических часов | **72** |
|  | Практикоориентированный характер образовательной программы: не менее 50 % трудоёмкости учебной деятельности отведено практическим занятиям и (или) выполнению практических заданий в режиме самостоятельной работы (кол-во академических часов) | 48 |
| 2.6 | Стоимость обучения одного обучающегося по образовательной программе, а также предоставление ссылок на 3 (три) аналогичные образовательные программы иных организаций, осуществляющих обучение, для оценки объективности стоимости или обоснование уникальности представленной образовательной программы в случае отсутствия аналогичных образовательных программ на рынке образовательных услуг | 20 000 рублей  https://www.specialist.ru/course/as1-g  https://www.specialist.ru/course/ansys-meh1  https://www.cntiprogress.ru/seminarsforcolumn/42760.aspx |
| 2.7 | Минимальное количество человек на курсе | 100 |
| 2.8 | Максимальное количество человек на курсе | 250 |
| 2.9 | Данные о количестве слушателей, ранее успешно прошедших обучение по образовательной программе |  |
| 2.10 | Формы аттестации | Тесты, обучающие задачи в формате кейсов и задания, отражающие реальные профессиональные ситуации |
|  | Указание на область реализации компетенций цифровой экономики, к которой в большей степени относится образовательная программа, в соответствии с Перечнем областей | 22. Электроника и радиотехника |

1. **Аннотация программы**

Наиболее полное и содержательное описание программы, которое включает:

1) общую характеристику компетенций, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения или которые формируются в результате освоения образовательной программы;

2) описание требований и рекомендаций для обучения по образовательной программе;

3) краткое описание результатов обучения в свободной форме, а также описание востребованности результатов обучения в профессиональной деятельности.

Ограничение по размеру: не менее 1000 символов -?

1) Цель программы:

Формирование у слушателей знаний, умений и навыков в области проектирования современной электроники, технологического обеспечения жизненного цикла радиоэлектронных средств, практических навыков разработки и оформления проектно-конструкторской документации сложных технических систем, внедрение систем менеджмента качества на предприятии в условиях цифровой электронной техники.

Планируемые результаты обучения:

Знание:

Основы проектирования радиоэлектронной аппаратуры. Нормативно-технические и руководящие документы, касающиеся конструкторско-технологических вопросов создания узлов и сборочных единиц изделий электроники, изготавливаемых с применением автоматизированного монтажа электрорадиоизделий на печатные платы. Базовые и передовые технологические процессы электромонтажа электрорадиоизделий при производстве узлов и сборочных единиц изделий электронной техники

Умение:

Работать в системах автоматизированного проектирования, оформлять документы в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Заполнять формы комплекта технологической документации на принципиально новые (ранее не использовавшиеся в производственном цикле) технологические процессы, необходимые для выполнения операций автоматизированного электромонтажа при изготовлении узлов и сборочных единиц изделий электронной техники

Навык:

Разработка технических проектов электронной аппаратуры с использованием методов математического моделирования и средств автоматизации проектирования. Владение методами конструирования и производства узлов и сборочных единиц изделий электронной техники, изготавливаемых с применением автоматизированного монтажа электрорадиоизделий на печатные платы

Профессиональные компетенции:

ПК-1. Способность проектировать устройства, приборы электронных средств с учетом заданных требований, разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с техническим заданием в условиях цифровой экономики

В результате освоения компетенции у слушателей формируются знания и навыки в области проектирования современной электроники, практических навыков разработки и оформления проектно-конструкторской документации сложных технических систем в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД в условиях цифровой экономики, что даст слушателю способы решения поставленных задач благодаря использования современных цифровых средств.

ПК-2. Способность проектировать технологические процессы производства электронных средств, разрабатывать технологическую документацию с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в условиях цифровой экономики

В результате освоения компетенции у слушателей формируются знания и навыки в области технологического обеспечения жизненного цикла радиоэлектронных средств, внедрения систем менеджмента качества на предприятии в условиях цифровой экономики, что даст слушателю способность подбирать конкретные способы решения для решения задач в области надежности и качества цифровых устройств.

2) Лица, желающие освоить программу повышения квалификации, должны иметь высшее образование.

Сфера профессиональной деятельности – научно-исследовательские, опытно-конструкторские и производственные предприятия, направленные на проектирование электронной аппаратуры, образовательные учреждения среднего профессионального и высшего образования.

Нормативный срок освоения программы – 72 часа, включая все виды аудиторной и самостоятельной учебной работы слушателей. Учебная нагрузка устанавливается 36 часов в неделю.

3) В результате обучения слушатели ознакомятся и смогут применять на практике современные CAD-системы, международные стандарты качества, методы управления качеством, а также смогут заниматься разработкой комплекта технологической документации на принципиально новые технологические процессы. Слушатели овладеют навыками работы в программных продуктах Altium Designer и Компас-3D, необходимых для разработчиков электронной аппаратуры, особенно актуальной в условиях современной цифровой экономики.

1. ШАБЛОН ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (ДПО)

Титульный лист программы

Название организации

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации

«Современные технологии проектирования электроники в условиях цифровой экономики»

72 час.

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**1.Цель программы**

Формирование у слушателей знаний и навыков в области проектирования современной электроники, технологического обеспечения жизненного цикла радиоэлектронных средств, практических навыков разработки и оформления проектно-конструкторской документации сложных технических систем, внедрение систем менеджмента качества на предприятии в условиях цифровой электронной техники.

**2.Планируемые результаты обучения:**

2.1.Знание (осведомленность в областях)

2.1.1. Основы проектирования радиоэлектронной аппаратуры. Нормативно-технические и руководящие документы, касающиеся конструкторско-технологических вопросов создания узлов и сборочных единиц изделий электроники, изготавливаемых с применением автоматизированного монтажа электрорадиоизделий на печатные платы. Базовые и передовые технологические процессы электромонтажа электрорадиоизделий при производстве узлов и сборочных единиц изделий электронной техники

2.2. Умение (способность к деятельности)

2.2.1. Работать в системах автоматизированного проектирования, оформлять документы в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Заполнять формы комплекта технологической документации на принципиально новые (ранее не использовавшиеся в производственном цикле) технологические процессы, необходимые для выполнения операций автоматизированного электромонтажа при изготовлении узлов и сборочных единиц изделий электронной техники

2.3.Навыки (использование конкретных инструментов)

2.3.1 Разработка технических проектов электронной аппаратуры с использованием методов математического моделирования и средств автоматизации проектирования. Владение методами конструирования и производства узлов и сборочных единиц изделий электронной техники, изготавливаемых с применением автоматизированного монтажа электрорадиоизделий на печатные платы

**3.Категория слушателей** (возможно заполнение не всех полей)

* 1. Образование: высшее
  2. Квалификация : 11.00.00 - Электроника, радиотехника и системы связи, 12.00.00 - Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии, 24.00.00 - Авиационная и ракетно-космическая техника, 27.00.00 - Управление в технических системах
  3. Допускается без наличия опыта профессиональной деятельности

**4.Учебный план программы «…..наименование программы….»**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Модуль** | **Всего, час** | **Виды учебных занятий** | | |
| **лекции** | **практические занятия** | **самостоятельная работа** |
| 1 | Технологическое обеспечение жизненного цикла радиоэлектронных средств в условиях цифровой экономики | 12 | 6 |  | 6 |
| 2 | Управление качеством в приборостроении и радиоэлектроники в условиях цифровой экономики | 18 | 9 |  | 9 |
| 3 | Информационные технологии проектирования РЭС с применением программного пакета Altium Designer в условиях цифровой экономики | 24 | 6 | 6 | 12 |
| 4 | Информационные технологии проектирования РЭС с применением программного пакета Компас-3D в условиях цифровой экономики | 18 | 3 | 6 | 9 |
| **Итоговая аттестация** | |  | **Указывается вид (экзамен, зачёт, реферат и т.д.)** | | |
| Зачет | | **2** | тест | | |

**5.Календарный план-график реализации образовательной** программы

(дата начала обучения – дата завершения обучения) в текущем календарном году, указания на периодичность набора групп (не менее 1 группы в месяц)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование учебных модулей** | **Трудоёмкость (час)** | **Сроки обучения** |
| **1** | Технологическое обеспечение жизненного цикла радиоэлектронных средств в условиях цифровой экономики | 12 | 2.11.2020 – 3.11.2020 |
| 2 | Управление качеством в приборостроении и радиоэлектроники в условиях цифровой экономики | 18 | 4.11.2020 – 6.11.2020 |
| 3 | Информационные технологии проектирования РЭС с применением программного пакета Altium Designer в условиях цифровой экономики | 24 | 7.11.2020, 9.11.2020 – 11.11.2020 |
| 4 | Информационные технологии проектирования РЭС с применением программного пакета Компас-3D в условиях цифровой экономики | 18 | 12.11.2020 – 14.11.2020 |
| **Всего:** | | 72 | 2.11.2020 – 14.11.2020 |

**6.Учебно-тематический план программы «** Современные технологии проектирования электроники в условиях цифровой экономики **»**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Модуль / Тема** | **Всего, час** | **Виды учебных занятий** | | | **Формы контроля** |
| **лекции** | **практические занятия** | **самостоятельная работа** |
| 1 | Технологическое обеспечение жизненного цикла радиоэлектронных средств в условиях цифровой экономики | 12 | 6 |  | 6 | Тесты |
| 1.1 | Основные сведения. Структура и основные этапы | 6 | 3 |  | 3 |  |
| 1.2 | Ключевые этапы и основные аспекты создания высоконадежной РЭС | 6 | 3 |  | 3 |  |
| 2 | Управление качеством в приборостроении и радиоэлектроники в условиях цифровой экономики | 18 | 9 |  | 9 | Тесты |
| 2.1 | Основные сведения. Области применения. Международные стандарты | 6 | 3 |  | 3 |  |
| 2.2 | Основные диаграммы управления качеством | 6 | 3 |  | 3 |  |
| 2.3 | Системы менеджмента качества на предприятии | 6 | 3 |  | 3 |  |
| 3 | Информационные технологии проектирования РЭС с применением программного пакета Altium Designer в условиях цифровой экономики | 24 | 6 | 6 | 12 | Тесты,  Обучающие задачи в формате кейсов и задания, отражающие реальные профессиональные ситуации |
| 3.1 | Знакомство с платформой Altium Designer | 6 | 2 | 1 | 3 |  |
| 3.2 | Разработка электрических принципиальных схем | 6 | 1 | 2 | 3 |  |
| 3.3 | Разработка печатных плат | 6 | 1 | 2 | 3 |  |
| 3.4 | Разработка библиотек и моделей компонентов | 6 | 2 | 1 | 3 |  |
| 4 | Информационные технологии проектирования РЭС с применением программного пакета Компас-3D в условиях цифровой экономики | 18 | 3 | 6 | 9 | Тесты,  Обучающие задачи в формате кейсов и задания, отражающие реальные профессиональные ситуации |
| 4.1 | Структура пакета Компас-3D и ее возможности | 6 | 1 | 2 | 3 |  |
| 4.2 | Работа с трехмерными деталями | 6 | 1 | 2 | 3 |  |
| 4.3 | Дополнительные документы | 6 | 1 | 2 | 3 |  |

**7. Учебная (рабочая) программа повышения квалификации «** Современные технологии проектирования электроники в условиях цифровой экономики **»**

**Модуль 1.** Технологическое обеспечение жизненного цикла радиоэлектронных средств в условиях цифровой экономики **(**12 **час.)**

**Тема 1.1** Основные сведения. Структура и основные этапы **(**6 **час**.**)**

**Содержание темы (кратко)**

Структура жизненного цикла радиоэлектронного изделия. Понятие жизненного цикла изделия (ЖЦИ) и его основные этапы: исследование, проектирование изделия (конструкторская подготовка производства), технологическая и организационная подготовка производства изделия, производство изделия, продвижение изделия к потребителю (реализация), использование изделия, утилизация изделия.

**Тема 1.2** Ключевые этапы и основные аспекты создания высоконадежной РЭС (6 час.)

Содержание темы (кратко)

Ключевые этапы обеспечения надёжности РЭС при разработке. Учет аспектов создания высоконадежной РЭС. Организационные аспекты. Схемотехнические аспекты. Конструкционные аспекты. Программные проблемы. Проблемы дизайна. Задачи тестирования. Оформление конструкторской и пользовательской документации.

**Модуль 2.** Управление качеством в приборостроении и радиоэлектроники в условиях цифровой экономики **(**18 **час.)**

**Тема 2.1.** Основные сведения. Области применения. Международные стандарты (6 час.)

Содержание темы (кратко)

Основные сведения. Области применения статистических методов управления качеством. Методы статистического анализа. История развития СМК в мире. Международные стандарты серии ИСО 9000:2000. Установление процессов предприятия. Ответственность руководства; производство, обслуживание и реализация продукции в рамках стандартов серии ИСО9000:2000.

Тема 2.2. Основные диаграммы управления качеством (6 час.)

Содержание темы (кратко)

Причинно-следственные диаграммы. Диаграммы Парето. Гистограммы.

Тема 2.3. Системы менеджмента качества на предприятии (6 час.)

Содержание темы (кратко)

Управление качеством приборов на основе баланса показателей, измерения, анализа и улучшения. Внутренние аудиты системы менеджмента качества. Внедрение систем менеджмента качества на предприятии.

Модуль 3. Информационные технологии проектирования РЭС с применением программного пакета Altium Designer в условиях цифровой экономики (24 час.)

Тема 3.1. Знакомство с платформой Altium Designer (6 час.)

Содержание темы (кратко)

Назначение программного пакета Altium Designer. Интерфейс программы. Структура и типы проектов. Управление документами. Этапы создания в среде – от схемы до платы.

Тема 3.2. Разработка электрических принципиальных схем (6 час.)

Содержание темы (кратко)

Настройка редактора схем. Добавление библиотек. Инструменты создания схемы. Синхронизация схем и библиотек. Нумерация компонентов. Компиляция и проверка схемы. Иерархические проекты.

Тема 3.3. Разработка печатных плат (6 час.)

Содержание темы (кратко)

Настройка редактора плат. Создание конструктивных параметров плат. Синхронизация схемы и платы. Задание правил проектирования. Размещение компонентов. Создание классов цепей и компонентов. Трассировка дорожек. Проверка правил проектирования. Создание выходной документации для производства.

Тема 3.4. Разработка библиотек и моделей компонентов (6 час.)

Содержание темы (кратко)

Концепция библиотек Altium Designer. Типы библиотек. Создание символов (условных графических обозначений). Создание посадочного места. Создание библиотек компонентов и интегрированных библиотек. Редактирование библиотек.

Модуль 4. Информационные технологии проектирования РЭС с применением программного пакета Компас-3D в условиях цифровой экономики (18 час.)

Тема 4.1. Структура пакета Компас-3D и ее возможности (6 час.)

Содержание темы (кратко)

Назначение программного пакета Компас-3D. Управление документами. Работа с двухмерными чертежами.

Тема 4.2. Работа с трехмерными деталями Компас-3D (6 час.)

Содержание темы (кратко)

Сопряжения. Сборки. Ассоциативные чертежи.

Тема 4.3. Дополнительные документы (6 час.)

Содержание темы (кратко)

Параметризация. Межсистемное взаимодействие с другими САПР.

**Описание практико-ориентированных заданий и кейсов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Номер темы/модуля** | **Наименование практического занятия** | **Описание** |
| **1** | Технологическое обеспечение жизненного цикла радиоэлектронных средств в условиях цифровой экономики | Разработать технологический процесс изготовления заданного изделия (детали) | По заданию подготовить технологический процесс изготовления изделия, в соответствии с современными нормами отечественных предприятий. |
| **2** | Управление качеством в приборостроении и радиоэлектроники в условиях цифровой экономики | Разработать структуру системы менеджмента качества предприятия по заданию преподавателя | По заданию разработать структурную схему системы менеджмента качества предприятия и её описание с учетом международных стандартов серии ИСО9000:2000. |
| 3 | Информационные технологии проектирования РЭС с применением программного пакета Altium Designer в условиях цифровой экономики | Разработать печатную плату и подготовить необходимые файлы для передачи изделия в производство. Электрическая схема задана. | По заданной электрической принципиальной схеме разработать печатную плату с электрорадиоэлементами (печатный узел) и подготовить её для последующей передачи в Компас 3D |
| 4 | Информационные технологии проектирования РЭС с применением программного пакета Компас-3D в условиях цифровой экономики | Разработать 3D модель конструкции электронного блока. Печатный узел из предыдущего модуля. Корпус разработать самостоятельно. Оформить чертежи деталей и сборочный чертеж. | По имеющемуся печатному узлу, взятому из Altium Designer, подготовить корпус разрабатываемого изделия, а так же разработать чертежи устройства в соответствии с ЕСКД. |

**8.Оценочные материалы по образовательной программе**

**8.1. Вопросы тестирования по модулям**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ модуля** | **Вопросы входного тестирования** | **Вопросы промежуточного тестирования** | **Вопросы итогового тестирования** |
| **1** | 1. Объяснить необходимость в наличии технологического контроля на промышленном предприятии.  2. Какие этапы контроля можно отнести к входному контролю? По какой причине на некоторых предприятиях возникает необходимость в данном виде контроля?  3. Описать общие принципы контроля кабельной продукции.  4. Каким образом качество материалов изоляции и токопроводящих жил влияет на эксплуатационные характеристики кабеля?  5. Приведите методы измерения малых сопротивлений.  6. Процедура водных испытаний изоляции электрического кабеля.  7. Методы механических испытаний кабельных изделий.  8. Средства контроля электронных средств.  9. Функциональный и параметрический контроль электронных средств.  10. Автоматизированные системы контроля. |  | 1. Описать общие принципы технологического контроля.  2. В каком случае можно исключить выходной контроль готовой продукции?  3. Описать методы и аппаратуру входного контроля материалов.  4. Каким образом на экструзионной линии происходят измерения скорости и учета длины?  5. Бесконтактные методы измерения диаметра.  6. Методы измерения эксцентричности.  Каким образом происходит контроль изоляции и оболочки электрического кабеля на целостность?  7. Обосновать необходимость создания информационно - измерительных систем.  8. Привести сравнительный анализ наиболее распространенных промышленных сетей  9. Виды технического контроля электронных средств.  10. Адаптивные системы контроля. |
| 2 | 1. Качество продукции и его показатели.  2. Безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость, эргономика — как показатели качества.  3. Показатели качества: эстетические, транспортабельности, безопасности.  4. Комплексные показатели качества.  5. Производственно-технологические показатели качества.  6. Технология экспертного оценивания качества.  7. Принципы управления качеством: факторы, влияющие на качество.  8. Три модели системы качества в стандартах ИСО серии 9000.  9. Управление качеством технологических процессов  10. Этапы создания системы управления качеством  11. Виды прогнозирования  12. Структурная схема индивидуального прогнозирования  13. Оценка качества прогнозирования  14. Роль технологической приработки в управлении качеством РЭС  15. Виды дефектов и отказов в электронной аппаратуре.  16. Средства контроля РЭС.  17. Виды технического контроля РЭС.  18. Функциональный и параметрический контроль РЭС.  19. Проектирование тесто- и контроле- пригодной РЭС.  20. Контроль качества РЭС с использованием тест- структуры.  21. Статистические методы управления качеством и области их применения.  22. Методы статистического анализа как методы управления качеством.  23. Причинно-следственные диаграммы как метод управления качеством.  24. Выборочный контроль продукции по количественному признаку.  25. Документация системы менеджмента качества.  26. Актуальность проблемы управления качеством. |  | 1. Квалиметрия и ее основные принципы.  Методы квалиметрии.  Комплексная оценка качества.  2. Модели комплексного показателя качества.  Коэффициент Вето.  3. Весовые коэффициенты частных показателей качества.  4. Виды деятельности, влияющие на качество продукции. «Петля качества».  5. Взаимосвязь задач и аспектов системы качества.  6. Обобщенный вариант системы управления качеством и ее структура.  7. Замкнутый управляющий цикл системы управления качеством.  8. Системное управление качеством продукции  9. Ключевые аспекты взаимодействия в системе качества и структура обеспечения качества.  10. Сертификация систем качества.  11. Информационная база системы управления качеством  12. Задачи прогнозирования качества РЭС  13. Интеллектуальные системы диагностики и прогнозирования  14. Контроль технического состояния интеллектуальных РЭС  15. Автоматизированные системы контроля.  16. Адаптивные системы контроля.  17. Диаграммы Парето как метод управления качеством.  18. Методы статистического регулирования технологическим процессом.  19. Метод средних арифметических значений и размахов как метод статистического регулирования технологическим процессом.  20. Становление систем менеджмента качества в мире.  21. Эволюция понятия качества. Концепции качества.  22. Эволюция методов качества.  23. Эволюция методологии качества.  24. Эволюция интеграция компании.  25. Четыре революции в вопросе об управлении.  26. Изменение в понятии (концепции) работы.  27. Принципы менеджмента качества. 28. Процессный подход.  29 Классификация процессов системы менеджмента качества.  30. Оценка процессов ключевого процесса «Производство продукции и обслуживание».  31. Оценка продукции ключевого процесса «Производство продукции и обслуживание».  32. Планы приемочного контроля продукции по альтернативному признаку.  33. Внутренние аудиты в системе менеджмента качества.  34. Самооценка качества на предприятии. |
| 3 | 1. Назовите последовательность этапов разработки проекта печатной платы.  2. Стандарты, определяющие регламент оформления схем электрических  3. Классификация САПР. |  | 1. Жизненный цикл изделия. Этапы.  2. Иерархия проектирования.  3. Нисходящее и восходящее проектирование.  4. Единое информационное пространство предприятия.  5. Архитектура системы управления разработкой.  6. Информационное хранилище.  7. САПР Altium Designer. Структура, возможности, принципы работы.  8. Каким образом изменить размер листа и атрибуты чертежа  9. Цель проверки электрических правил проекта  10. Каким образом создать перечень элементов схемы в соответствии с ЕСКД  11. Порядок использования шин в схемном редакторе  12. Подключение питания и «земли» к электрической схеме  13. ьВарианты экспорта схемы в другие форматы  14. Этапы переноса данных из схемного редактора в редактор печатных плат  15. Последовательность использования средства автоматического размещения элементов на плате  16. Настройка технологических параметров печатной платы  17. Каким образом создать металлизацию неиспользуемого места на печатной плате  18. Варианты экспорта печатной платы в другие форматы  19. Каково максимальное количество слоёв металлизации в редакторе печатных плат  20. Какие файлы необходимы для производства разработанной печатной платы |
| 4 | 1. Виды изделий по ЕСКД (ГОСТ 2.101 – 68)  2. Выберите правильный формат наименования конструкторских документов.  3. Выберите виды графических документов в соответствии с ЕСКД (ГОСТ 2.102 - 68) |  | 1. САПР Компас-3D. Структура, возможности.  2. Принципы параметрического черчения и создания параметрических моделей.  3. Порядок работы со сборками. Принципы создания 3D-моделей на примере Компас 3D  4. Типы документов системы Компас.  5. Базовые графические примитивы, доступные в режиме двухмерного черчения.  6. Порядок изменения формата листа, вида штампа.  7. Работа со слоями. Активный, заблокированный, невидимый слои.  8. Порядок простановки размеров для линейных и радиальных размеров.  9. Типы выделения содержимого документа.  10. Загрузка данных из других систем с использованием формата DXF.  11. Операции преобразования чертежа (масштабирование, поворот и т.д.).  12. Режим измерения для двухмерного документа. Основные возможности.  13. Печать документа. Возможности и особенности.  14. Последовательность действий при создании детали.  15. Основные операции, доступные при создании детали из первого эскиза  16. Порядок создания операции «Выдавливание»  17. Создание кинематической операции |

**8.2.**  **описание показателей и критериев оценивания, шкалы оценивания**

На первом этапе (входное тестирование) формируется по 3 вопроса каждого модуля (итого 12 вопросов). При верном ответе более, чем на 50% вопросов (7 вопросов). Слушатель допускается к освоению программы повышения квалификации.

Итогом второго этапа (выходное тестирование) является зачетный рейтинг.

Зачетный рейтинг складывается из суммы баллов за результаты итогового тестирования. Каждому слушателю в форме тестирования задаётся по 10 вопросов каждого модуля (всего 40 вопросов).

Оценивание теста: за каждый правильный ответ на любой из вопросов выставляется 2 балла.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если рейтинг дисциплины составляет от 50 до 80 баллов;

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если рейтинг дисциплины составляет менее 50 баллов.

**.**

**8.3.**  **примеры контрольных заданий по модулям или всей образовательной программе**

1. Структура жизненного цикла радиоэлектронного изделия.

2. Технологическая и организационная подготовка производства изделия.

3. Назначение и условия работы приборов систем управления подвижными объектами.

4. Системы координат, которых определяется положение объектов.

5. Состав технического задания на проектирование приборов систем управления.

6. Современные средства программного обеспечения проектирование приборов.

7. Статические и динамические характеристики приборов.

8. Организация САПР различного уровня.

9. Упругие элементы приборов и их влияние на динамические характеристики приборов.

10. Этапы разработки систем: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, разработка рабочей документации.

11. Задачи, решаемые при помощи CALS-технологий.

12. Программные продукты для лабораторных расчётов.

13. Программные пакеты для оформления конструкторско-технологической документации.

14. Причинно-следственные диаграммы. Диаграммы Парето. Гистограммы.

15. Международные стандарты серии ИСО 9000:2000.

16. Внутренние аудиты системы менеджмента качества.

17. Документация системы менеджмента качества.

18. Последовательность проектирования приборов систем управления объектами.

19. Методы проектирования с использованием систем автоматизированного проектирования.

20. Измерение, как процесс преобразования физической величины в информационный сигнал.

21. Динамические характеристики измеряемого сигнала и динамические параметры прибора.

22. Иерархия проектирования. Нисходящее и восходящее проектирование.

23. Основные этапы проектирования электронных средств, их содержание и методическое обеспечение.

24. Классификация САПР.

25. Принципы межмодельного взаимодействия при проектировании и производстве. Совместимость форматов и интерфейсов.

26. CAD-системы. Обзор и характеристики существующих пакетов программ автоматизированного проектирования РЭС.

27. САПР Компас-3D. Структура, возможности.

28. Порядок работы со сборками. Принципы создания 3D-моделей на примере Компас 3D.

29. Принципы параметрического черчения и создания параметрических моделей.

30. Специализированные ППП для создания схем электрических принципиальных, моделирования их работы, проектирования печатных плат, размещения цифровой электрической схемы в устройствах ПЛИС.

31. Порядок разработки библиотечного элемента в САПР Altium Designer.

32. Последовательность разработки интегрированной библиотеки в САПР Altium Designer.

33. Прямая и обратная аннотация в САПР Altium Designer.

34. Передача данных из САПР Altium Designer в Компас-3D.

35. Оформление комплекта конструкторской документации в САПР Altium Designer.

**.**

**8.4.**  **тесты и обучающие задачи (кейсы), иные практикоориентированные формы заданий** **.**

**8.5.**  **описание процедуры оценивания результатов обучения**

1) Выдача контрольных заданий;

2) Опрос теоретической части программы в формате тестирования;

3) Оценивание результатов выполненных заданий

4) Выставление итоговой оценнки.

**.**

**9.Организационно-педагогические условия реализации программы**

**9.1. Кадровое обеспечение программы**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Фамилия, имя, отчество (при наличии)** | **Место основной работы и должность, ученая степень и ученое звание (при наличии)** | **Ссылки на веб-страницы с портфолио (при наличии)** | **Фото в формате jpeg** | **Отметка о полученном согласии на обработку персональных данных** |
| 1 | Юрков Николай Кондратьевич | ФГБОУ ВО "Пензенский государственный университет", заведующий кафедрой "Конструирование и производство радиоаппаратуры", доктор технических наук, профессор | https://lk.pnzgu.ru/portfolio/8172404 | C:\Users\User\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\Юрков.jpg | Согласен на обработку персональных данных |
| 2 | Кочегаров Игорь Иванович | ФГБОУ ВО "Пензенский государственный университет", доцент кафедры "Конструирование и производство радиоаппаратуры", кандидат технических наук, доцент | https://lk.pnzgu.ru/portfolio/31504024 | C:\Users\User\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\Кочегаров.jpg | Согласен на обработку персональных данных |
| 3 | Бростилов Сергей Александрович | ФГБОУ ВО "Пензенский государственный университет", доцент кафедры "Конструирование и производство радиоаппаратуры", кандидат технических наук | https://lk.pnzgu.ru/portfolio/19340522 | C:\Users\User\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\Бростилов.jpg | Согласен на обработку персональных данных |
| 4 | Лысенко Алексей Владимирович | ФГБОУ ВО "Пензенский государственный университет", доцент кафедры "Конструирование и производство радиоаппаратуры", кандидат технических наук | https://lk.pnzgu.ru/portfolio/13428507 | C:\Users\User\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\Лысенко.jpg | Согласен на обработку персональных данных |
| 5 | Рыбаков Илья Михайлович | ФГБОУ ВО "Пензенский государственный университет", доцент кафедры "Конструирование и производство радиоаппаратуры", кандидат технических наук | https://lk.pnzgu.ru/portfolio/94380357 | C:\Users\User\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\Рыбаков.jpg | Согласен на обработку персональных данных |

**9.2.Учебно-методическое обеспечение и информационное сопровождение**

|  |  |
| --- | --- |
| **Учебно-методические материалы** | |
| Методы, формы и технологии | Методические разработки,  материалы курса, учебная литература |
| Дистанционная форма | 1. Информационные технологии проектирования РЭС. Единое информационное пространство предприятия: учебное пособие / В. Б. Алмаметов, В. Я. Баннов, И. И. Кочегаров; Пенз. гос. ун-т. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2013. - 108 с.  2. Муромцев, Д.Ю. Компьютерные технологии для расчёта тепловых режимов и механических воздействий: учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, О.А. Белоусов – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 88 с.  3. Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств/Н. К. Юрков; 2-е изд., испр. и доп. -СПб.: Издательство «Лань», 2014. -480 с.  4. Андреев, П. Г. Защита радиоэлектронных средств от внешних воздействий [Текст]: учеб. пособие. / П. Г. Андреев, И. Ю. Наумова. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2012. – 130 с.  5. Блинов А.В. Управление качеством проектирования и технологии радиоэлектронных средств: Учеб. пособие. Ч. 1. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2002. – 304 с.  6. Кудрявцев, Е.М. КОМПАС-3D. Моделирование, проектирование и расчет механических систем [Электронный ресурс]:. — Электрон. дан. — М.: ДМК Пресс, 2008. — 400 с.  7. Певчев, В. П. Применение Altium Designer при разработке схем и печатных плат : учебно-методическое пособие / В. П. Певчев. — Тольятти : ТГУ, 2015. — 104 с. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Информационное сопровождение** | |
| Электронные  образовательные ресурсы | Электронные  информационные ресурсы |
| Электронная информационная образовательная среда Пензенского государственного университета | Электронная библиотека ПГУ (https://elib.pnzgu.ru/library), электронно-библиотечная система Издательства "Лань" (http://e.lanbook.com), Электронная образовательная среда "Ирбис" (http://kleopatra.pnzgu.ru) |

**9.3.Материально-технические условия реализации программы**

|  |  |
| --- | --- |
| Вид занятий | Наименование оборудования,  программного обеспечения |
| Дистанционный | Персональный компьютер или ноутбук с установленными программными продуктами Altium Designer и Компас-3D, наушники или колонки, микрофон, веб-камера. |

**III.Паспорт компетенций (Приложение 2)**

Описание перечня профессиональных компетенций, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения.

Планируемые результаты обучения должны быть определены в виде знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих формирование/развитие компетенции(-й) в области цифровой экономики и представлены в виде Паспорта компетенций в машиночитаемом текстовом формате. Структура паспорта представлена в приложении.

ПАСПОРТ КОМПЕТЕНЦИИ

ПК-1. Способность проектировать устройства, приборы электронных средств с учетом заданных требований, разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с техническим заданием в условиях цифровой экономики

Образовательной программы

"Современные технологии проектирования электроники в условиях цифровой экономики"

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | Наименование компетенции | | ПК-1. Способность проектировать устройства, приборы электронных средств с учетом заданных требований, разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с техническим заданием в условиях цифровой экономики | |
| 2. | Указание типа компетенции | общекультурная/ универсальная | Профессиональная | |
| общепрофессиональная |
| профессиональная |
| профессионально-специализированная |
| 3. | Определение, содержание и основные сущностные характеристики компетенции | | В результате освоения компетенции у слушателей формируются знания и навыки в области проектирования современной электроники, практических навыков разработки и оформления проектно-конструкторской документации сложных технических систем в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД в условиях цифровой экономики, что даст слушателю способы решения поставленных задач благодаря использования современных цифровых средств. | |
| 4. | Дескриптор знаний, умений и навыков по уровням | | Уровни сформированности компетенции обучающегося | Индикаторы |
| Знать: Основы проектирования радиоэлектронной аппаратуры.  Уметь: Работать в системах автоматизированного проектирования, оформлять документы в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.  Владеть: разработкой технических проектов электронной аппаратуры с использованием методов математического моделирования и средств автоматизации проектирования. | | Продвинутый  (Владеет сложными навыками, способен активно влиять на происходящее, проявлять соответствующие навыки в ситуациях повышенной сложности.) | ПК-1.1 Разрабатывает конструкторскую документацию на составные части электронного, электромеханического, электрокоммутационного и электронно-информационного оборудования ракетно-космической техники  ПК-1.2 Оформляет и составляет конструкторскую документацию радиоэлектронных средств.  ПК-1.3 Оформляет и составляет конструкторскую документацию на составные части электронного, электромеханического, электрокоммутационного и электронно-информационного оборудования. |
| 5. | Характеристика взаимосвязи данной компетенции с другими компетенциями/ необходимость владения другими компетенциями для формирования данной компетенции | | Данная компетенция тесно взаимосвязана с ключевой компетенцией цифровой экономики "Саморазвитие в условиях неопределенности" тем, что предполагает способность человека за счет использования цифровых средств решать задачи в области надежности и качества цифровой электроники. | |
| 6. | Средства и технологии оценки | | Индивидуальные задания, тесты, обучающие задачи в формате кейсов и задания, отражающие реальные профессиональные ситуации | |

ПАСПОРТ КОМПЕТЕНЦИИ

ПК-2. Способность проектировать технологические процессы производства электронных средств, разрабатывать технологическую документацию с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в условиях цифровой экономики

Образовательной программы

"Современные технологии проектирования электроники в условиях цифровой экономики"

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | Наименование компетенции | | ПК-2. Способность проектировать технологические процессы производства электронных средств, разрабатывать технологическую документацию с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в условиях цифровой экономики | |
| 2. | Указание типа компетенции | общекультурная/ универсальная | Профессиональная | |
| общепрофессиональная |
| профессиональная |
| профессионально-специализированная |
| 3. | Определение, содержание и основные сущностные характеристики компетенции | | В результате освоения компетенции у слушателей формируются знания и навыки в области технологического обеспечения жизненного цикла радиоэлектронных средств, внедрения систем менеджмента качества на предприятии в условиях цифровой экономики, что даст слушателю способность подбирать конкретные способы решения для решения задач в области надежности и качества цифровых устройств. | |
| 4. | Дескриптор знаний, умений и навыков по уровням | | Уровни сформированности компетенции обучающегося | Индикаторы |
| Знать: Нормативно-технические и руководящие документы, касающиеся конструкторско-технологических вопросов создания узлов и сборочных единиц изделий ракетно-космической техники, изготавливаемых с применением автоматизированного монтажа электрорадиоизделий на печатные платы, базовые и передовые технологические процессы электромонтажа электрорадиоизделий при производстве узлов и сборочных единиц изделий ракетно-космической техники.  Уметь: Заполнять формы комплекта технологической документации на принципиально новые (ранее не использовавшиеся в производственном цикле) технологические процессы, необходимые для выполнения операций автоматизированного электромонтажа при изготовлении узлов и сборочных единиц изделий ракетно-космической техники.  Владеть: Методами конструирования и производства узлов и сборочных единиц изделий ракетно-космической техники, изготавливаемых с применением автоматизированного монтажа электрорадиоизделий на печатные платы. | | Продвинутый  (Владеет сложными навыками, способен активно влиять на происходящее, проявлять соответствующие навыки в ситуациях повышенной сложности.) | ПК-2.1 Разрабатывает технологический процесс на сборку и монтаж приборов и кабелей радиоэлектронных средств.  ПК-2.2 Разрабатывает сопроводительную документацию на сборку и монтаж приборов и кабелей радиоэлектронных средств.  ПК-2.3 Разрабатывает комплекты технологической документации: маршрутных, операционных карт и инструкций необходимых при выполнении электромонтажных операций в автоматизированном режиме при изготовлении узлов и сборочных единиц электронных средств. |
| 5. | Характеристика взаимосвязи данной компетенции с другими компетенциями/ необходимость владения другими компетенциями для формирования данной компетенции | | Данная компетенция тесно взаимосвязана с ключевой компетенцией цифровой экономики "Саморазвитие в условиях неопределенности" тем, что предполагает способность человека ставить себе образовательные цели под возникшие и бурно развивающиеся конструкторско-технологические задачи в цифровой электронике. | |
| 6. | Средства и технологии оценки | | Индивидуальные задания, тесты, обучающие задачи в формате кейсов и задания, отражающие реальные профессиональные ситуации | |

**VI.Иная информация о качестве и востребованности образовательной программы** (результаты профессионально-общественной аккредитации образовательной программы, включение в системы рейтингования, призовые места по результатам проведения конкурсов образовательных программ и др.) (при наличии)

**V.Рекомендаций к программе от работодателей**: наличие не менее двух писем и/или подтверждения на цифровой платформе Государственной системы предоставления ПЦС от работодателей о рекомендации образовательной программы для реализации в рамках Государственной системы предоставления ПЦС на формирование у трудоспособного населения компетенций цифровой экономики с указанием востребованности результатов освоения программы в сфере деятельности соответствующих компаний и готовности к рассмотрению заявок наиболее успешно освоивших образовательную программу граждан на прохождение стажировки и (или) собеседования на предмет трудоустройства путем проставления отметки в профиле программы

В наличии имеются письма от следующих работодателей:

– АО "Научно-исследовательский институт физических измерений;

– АО "Научно-производственное предприятие "Рубин";

– АО "Научно-исследовательский институт электронно-механических приборов"

– АО "Радиозавод";

– АО "Пензенский научно-исследовательский электротехнический институт";

– АО "Производственное объединение «Электроприбор".

**VI.Указание на возможные сценарии профессиональной траектории граждан** по итогам освоения образовательной программы (в соответствии с приложением)

Граждане, освоившие Образовательную программу "Современные технологии проектирования электроники в условиях цифровой экономики" повысят свой уровень проектирования электронной аппаратуры, что окажется незаменимым при устройстве на работу научно-исследовательские, опытно-конструкторские и производственные предприятия Российской федерации, а также в образовательные учреждения среднего профессионального и высшего образования, обучающие проектированию электронной аппаратуры

**VII.Дополнительная информация**

**VIII.Приложенные Скан-копии**

Утвержденной рабочей программа (подпись, печать, в формате pdf)