**Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Республики Саха (Якутия)**

**«Якутский колледж связи и энергетики имени П.И. Дудкина»**



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

**«РЕВЕРСИВНЫЙ ИНЖИНИРИНГ»**

**72 ч**

**Форма обучения: очная и электронная с применением дистанционных технологий**

**2020 г.**

**Паспорт Образовательной программы**

**«Реверсивный инжиниринг»**

|  |  |
| --- | --- |
| Версия программы | 1 |
| Дата Версии | 30.10.2020 |

1. Сведения о провайдере

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1.1 | Провайдер |  |
| 1.2 | Логотип образовательной организации |  |
| 1.3 | Провайдер ИНН | 1435048338 |
| 1.4 | Ответственный за программу ФИО | Макарова С.М. |
| 1.5 | Ответственный должность | методист |
| 1.6 | Ответственный Телефон | 89248670977 |
| 1.7 | Ответственный Е-mail | maksard@mail.ru |

2. Основные данные

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Название | Описание |
| 2.1 | Название программы | Реверсивный инжиниринг |
| 2.2 | Ссылка на страницу программы | https://do.yakse.ru/course/view.php?id=140 |
| 2.3 | Формат обучения | Онлайн |
| 2.4 | 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 |  |
| 2.5 | Уровень сложности | Базовый |
| 2.6 | Количество академических часов | 72 |
| 2.7 | 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 |
| 2.8 | 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 | 29.333 |
| 2.9 | Минимальное количество человек на курсе | 25 |
| 2.10 | Максимальное количество человек на курсе | 100 |
| 2.11 | Данные о количестве слушателей, ранее успешно прошедших обучение по образовательной программе | 0 |
| 2.12 | Формы аттестации | Квалификационный экзамен |
| 2.13 | Указание на область реализации компетенций цифровой экономики, к которой в большей степени относится образовательная программа, в соответствии с Перечнем областей | Разработка мобильных приложений |

3. Аннотация программы

Наиболее полное и содержательное описание программы, которое включает:

1) В результате освоения образовательной программы формируются следующие компетенции:

- организация работы и управление,

- коммуникативные способности и навыки межличностного общения

- «Инженерный дизайн CAD», «Промышленный дизайн», «Технологии информационного моделирования BIM», «Изготовление прототипов»

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

Требования к обучающимся: наличие среднего профессионального и (или) высшего профессионального образования.

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

2.1. Знание (осведомленность в областях)

Специалист должен знать и понимать:

* Программное обеспечение для преобразования 3D SCAN-TO-CAD (например, PowerShape, GeoMagic Dezign X)
* Программное обеспечение CAD (например, Inventor, SolidWorks, ProE)
* Требования к полигональным моделям для возможности извлечения из них (построения на их основе) примитивов для целей реверсивного инжиниринга
* Методы извлечения примитивов из полигональных моделей для целей реверсивного инжиниринга
* Механические системы и принципы их работы
* Основы построения технических рисунков и чертежей
* Основы сборки компонентов
* Методы сопоставления CAD моделей и полигональных моделей, полученных в результате 3D оцифровки
* Требования к CAD моделям, предназначенным для ЧПУ обработки

2.2. Умение (способность к деятельности)

* Создавать редактируемые CAD модели по данным оцифровки (по полигональным моделям);
* Восполнять недостающие данные об отдельных элементах проектируемого объекта по имеющимся в полигональной модели данным об объекте (например, на зубчатом колесе сохранился только 1 зуб, или на червяке - 1 виток, или имеется только 1/3 фланца)
* Восполнять недостающие данные об отдельных элементах проектируемого объекта по данным, снятым с ответных деталей
* Восполнять недостающие данные об отдельных элементах проектируемого объекта по данным, снятым ручным инструментом с имеющегося объекта (например, определение глубины глухого отверстия глубиномером или его диаметра - нутромером)
* Вносить в создаваемые компьютерные модели изменения, в соответствии с техническим заданием
* Анализировать отклонение проектируемого объекта от результатов 3D оцифровки
* Производить анализ и оптимизацию топологии решетки и поверхности модели в соответствии с техническим заданием
* Создавать рабочие чертежи в стандарте ISO, при необходимости сопровождаемые письменными инструкциями
  + Применять стандарты на условные размеры и допуски и на геометрические размеры и допуски, соответствующие стандарту ISO2.3.Навыки (использование конкретных инструментов)

**II.** **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

1. **Цель программы**

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации направлена на совершенствование и (или) формирование обучающегося компетенции в области реверсивного инжиниринга от промышленного производства и до механической реставрации раритетной техники, музейных экспонатов и архитектурных объектов культурного наследия.

**2. Планируемые результаты обучения:**

2.1. Знание (осведомленность в областях)

- Программное обеспечение для преобразования 3D SCAN-TO-CAD (например, PowerShape, GeoMagic Dezign X)

- Программное обеспечение CAD (например, Inventor, SolidWorks, ProE)

- Требования к полигональным моделям для возможности извлечения из них (построения на их основе) примитивов для целей реверсивного инжиниринга

- Методы извлечения примитивов из полигональных моделей для целей реверсивного инжиниринга

- Механические системы и принципы их работы

- Основы построения технических рисунков и чертежей

- Основы сборки компонентов

- Методы сопоставления CAD моделей и полигональных моделей, полученных в результате 3D оцифровки

Умение (способность к деятельности)

- Создавать редактируемые CAD модели по данным оцифровки (по полигональным моделям);

- Восполнять недостающие данные об отдельных элементах проектируемого объекта по имеющимся в полигональной модели данным об объекте (например, на зубчатом колесе сохранился только 1 зуб, или на червяке - 1 виток, или имеется только 1/3 фланца)

- Восполнять недостающие данные об отдельных элементах проектируемого объекта по данным, снятым с ответных деталей

- Восполнять недостающие данные об отдельных элементах проектируемого объекта по данным, снятым ручным инструментом с имеющегося объекта (например, определение глубины глухого отверстия глубиномером или его диаметра - нутромером)

- Вносить в создаваемые компьютерные модели изменения, в соответствии с техническим заданием

- Анализировать отклонение проектируемого объекта от результатов 3D оцифровки

- Производить анализ и оптимизацию топологии решетки и поверхности модели в соответствии с техническим заданием

- Создавать рабочие чертежи в стандарте ISO, при необходимости сопровождаемые письменными инструкциями

• Применять стандарты на условные размеры и допуски и на геометрические размеры и допуски, соответствующие стандарту ISO2.3.Навыки (использование конкретных инструментов)

2.3. Навыки (использование конкретных инструментов)

Использование современных программных средств

1. **Категория слушателей –** требования к образованию: наличие

среднего профессионального или высшего профессионального образования.

1. **Учебный план программы «Реверсивный инжиниринг»**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Модуль** | **Всего, час** | **Виды учебных занятий** | | |
| **лекции** | **практические занятия** | **самостоятельная работа** |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 | МОДУЛЬ 1. Компьютерное моделирование в САПР | 52 | 16 | **36** |  |
| 2 | МОДУЛЬ 2. Измерения и сканирование технических объектов. | 8 | 0 | 8 |  |
| 3 | МОДУЛЬ 3. Подготовка цифровой модели объекта в САПР на основании полигональной модели. | 8 | 0 | 8 |  |
| **Итоговая аттестация** | | 4 |  | | |

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование учебных модулей** | **Трудоёмкость (час)** | **Сроки обучения** | **Периодичность набора групп** |
| 1 | МОДУЛЬ 1. Компьютерное моделирование в САПР | 52 | **С 10.11 по 30.11.20г.**  **С 1.12-5.12.20г.**  **Или с 10.11-10.12.2020г.** | не менее  1  группы  в  месяц |
| 2 | МОДУЛЬ 2. Измерения и сканирование технических объектов | **8** |
| 3 | МОДУЛЬ 3. Обратное проектирование детали с помощью ручного  измерительного инструмента (2 часа) | 8 |
|  | МОДУЛЬ 4. Обратное проектирование детали по облаку точек и  сопрягаемым деталям и элементам |  |  |  |
| 4 | Итоговая аттестация | 4 |  |  |
| **Всего:** | | 72 |  |  |

1. **Учебно-тематический план программы « Реверсивный инжиниринг»**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Модуль / Тема** | **Всего, час** | **Виды учебных занятий** | | | **Формы контроля** |
| **лекции** | **практические занятия** | **самостоятельная работа** |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | **МОДУЛЬ 1. Компьютерное моделирование в САПР** | **44** | **16** | **28** |  |  |
|  | Тема 1.1 Введение. История и перспективы развития компьютерного моделирования. | 2 | 2 |  |  |  |
|  | Тема 1.2. Использование компьютерного моделирования. | 2 | 2 |  |  |  |
|  | Практическое занятие №1. Изучение интерфейса Autodesk Inventor. Geomagic | 4 |  | 4 |  |  |
|  | Тема1.3.CAD/CAE/CAM системы, и их роль в проектировании и производстве изделий | 4 | 4 |  |  |  |
|  | Практическое занятие №2. Вспомогательные операции моделирования. | 4 |  | 4 |  |  |
|  | Тема1.4. Поверхностное моделирование | 2 | 2 |  |  |  |
|  | Практическое занятие №3. Создание трехмерных поверхностных моделей. | 8 |  | 8 |  |  |
|  | Тема1.5. Средства 3-хмерного моделирования. | 2 | 2 |  |  |  |
|  | Практическое занятие №4. Параметрические элементы. | 4 |  | 4 |  |  |
|  | Тема1.6. Твердотельное моделирование. Графические стандарты. Параметрическое моделирование. | 4 | 4 |  |  |  |
|  | Практическое занятие №5. Создание геометрических моделей и деталей. | 8 |  | 8 |  |  |
| 2 | **МОДУЛЬ 2. Измерения и сканирование технических объектов.** | **8** | **0** | **8** |  |  |
|  | Практическое занятие №6. Сканирование объектов. | 4 |  | 4 |  |  |
|  | Практическое занятие №7. Создание чертежей деталей и сборок по 3D моделям. | 4 |  | 4 |  |  |
| 3 | **МОДУЛЬ 3. Обратное проектирование детали с помощью ручного**  **измерительного инструмента (2 часа)** | **8** | **0** | **8** |  | Выполненные практические работы |
|  | Практическое занятие №8. Обратное проектирование изделия с использованием  ручного измерительного инструмента | 8 | 0 | 8 |  |  |
|  | **МОДУЛЬ 4.** Обратное проектирование детали по облаку точек и  сопрягаемым деталям и элементам | **8** | **0** | **8** |  |  |
|  | Практическое занятие №9. Обратное проектирование корпусной детали по  результатам 3D сканирования |  |  |  |  |  |
| 4 | **Итоговая аттестация** | **4** |  |  | **4** | Итоговая работа |

**7. Учебная (рабочая) программа повышения квалификации** «**Реверсивный инжиниринг»**

**МОДУЛЬ 1.** Компьютерное моделирование в САПР

**Тема 1.1** Введение. История и перспективы развития компьютерного моделирования.

**Тема 1.2**. Использование компьютерного моделирования.

**Практическое занятие №1**. Изучение интерфейса Autodesk Inventor. Geomagic.

**Тема1.3.**CAD/CAE/CAM системы, и их роль в проектировании и производстве изделий

**Практическое занятие №2.** Вспомогательные операции моделирования.

**Теория.** Вспомогательные операции: фаски, скругления, массивы.

Построение вспомогательных плоскостей. Создание оболочки тела.

Придание толщины оболочке

**Практика.** Создание трехмерных моделей деталей, решение

эвристических задач (изменение формы моделей с помощью

вспомогательных операций).

**Тема1.4.** Поверхностное моделирование

**Теория.** Поверхностное моделирование: по сети кривых, по сечениям, по

траектории. Создание поверхностей вращения и выдавливания.

**Практическое занятие №3.** Создание трехмерных поверхностных моделей.

Тема1.5. Средства 3-хмерного моделирования.

Практическое занятие №4. Параметрические элементы.

Тема1.6. Твердотельное моделирование. Графические стандарты. Параметрическое моделирование.

**Практическое занятие №5.** Создание геометрических моделей и деталей.

**МОДУЛЬ 2.** Измерения и сканирование технических объектов.

**Теория.** Оцифровка изделия, «склейка кадров» в единое облако точек,

обработка облака точек, выравнивание относительно глобальной системы

координат, устранение артефактов оцифровки, извлечение криволинейных

поверхностей и сопряжение их между собой, извлечение примитивов.

Построение CAD-модели изделия, подготовка чертежей

**Практическое занятие 6**. Сканирование объектов.

Создание чертежей

**Теория.** Создание чертежей на изделие. Условные обозначения,

применяемые в конструкторских документах. Изображение резьбы,

резьбовых и шпоночных соединений. Расстановка позиций, линий выноски.

Обозначение шероховатостей. Обозначение разрезов. Сборочные чертежи.

Выполнение и редактирование сборочных чертежей в двумерном редакторе.

Деталирование в САПР.

Практическое занятие №7. Создание чертежей деталей и сборок по 3D моделям.

**МОДУЛЬ 3.** Обратное проектирование детали с помощью ручного

измерительного инструмента.

**Теория.** Построение CAD-модели изделия, по результатам измерения

ручным инструментом. Подготовка чертежей.

**Практическое занятие №8.** Обратное проектирование изделия с использованием ручного измерительного инструмента.

**МОДУЛЬ 4.** Обратное проектирование детали по облаку точек и

сопрягаемым деталям и элементам.

**Практическое занятие №9**. Обратное проектирование корпусной детали по результатам 3D сканирования.

**8.Оценочные материалы по образовательной программе**

8.1. Описание показателей и критериев оценивания, шкалы оценивания:

Программы текущего контроля и итоговой аттестации максимально приближены к условиям (требованиям) их будущей профессиональной деятельности. Критерии оценки приближены к стандартам Ворлдскилсс. Описание критериев с дескрипторами знаний, умений и навыков по уровням сформированности компетенции обучающегося и индикаторы можно подробно смотреть ниже в Паспорте компетенций.

По результатам итоговых испытаний, выставляются отметки по четырех балльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

8.4. Описание практико-ориентированных заданий и кейсов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Номер темы/модуля** | **Наименование практического занятия** | **Описание** |
|  | Изучение интерфейса Autodesk Inventor. Geomagic. |  | Задачи:  Установить и настроить Создать |
|  |  | Вспомогательные операции моделирования. | Задачи:  Создание трехмерных моделей деталей |
|  |  | Сканирование объектов. | Задачи:  Оцифровка изделия, устранение артефактов оцифровки, обработка облака точек |
|  | Создание чертежей на изделие |  | Знать: условные обозначения применяемые в конструкторских документах  Задачи: Выполнение и редактирование сборочных чертежей в двумерном редакторе |
|  |  | Обратное проектирование изделия с использованием  ручного измерительного инструмента | Задачи: Построение CAD модели изделия ручным интсрументом |
|  |  | Обратное проектирование детали по облаку точек и  сопрягаемым деталям и элементам | Задачи:  Построение CAD-модели изделия с учетом  сопрягаемых деталей  Подготовка чертежей детали |

8.5. Описание процедуры оценивания результатов обучения:

Оценка качества освоения программы включает входную, текущую, итоговую аттестацию обучающихся.

Целью его является определение уровня знаний обучаемых для корректировки и адаптации учебного процесса под конкретные потребности обучаемых, с учётом уровня освоения учебного материала, изученного ими ранее в рамках получения базового образования или на курсах повышения квалификации.

Текущая аттестация по программе предназначена для оценки освоения слушателем практических заданий и проводится в виде зачета. Итоговая аттестация проводится в форме квалификационного экзамена, который включает в себя практическую квалификационную работу.

**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** | Пестерева Наталья Георгиевна | ГАПОУ РС(Я) Якутский колледж связи и энергетики им.П.И.Дудкина  Эксперт по компетенции «Реверсивный инжиниринг» |  |  |  |

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

|  |  |
| --- | --- |
| **Учебно-методические материалы** | |
| Методы, формы и технологии | Методические разработки,  материалы курса, учебная литература |
| Электронное обучение с применением дистанционных технологий |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Информационное сопровождение** | |
| Электронные  образовательные ресурсы | Электронные  информационные ресурсы |
| do.yakse.ru |  |

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование ТМЦ | Кол-во |
| 1 | Стол ученический 2100х850х750 и стул | 10/10 |
| 2 | Стол преподавателя 1600х850х750 и стул | 1/1 |
| 3 | Зд-сканер Range Vision Spectrum SE  Формат вывода PLY, .STL, .OBJ, ASC Подсветка области сканирования white-light DLP Вес 1.65 кг Габариты устройства 255 х455 х 100 мм  Допустимый вес модели 5 кг Скорость сканирования 12 секунд Принцип сканирования Структурированный подсвет 3D разрешение 0.26/0.17/0.072 мм Рабочее растояние 1/0.6/0.3 м Область сканирования 520x390x390; 280 х 210 х 210; 133 х100 х100 мм;  Габариты поворотного стола 180x125x60 мм Разрешение камер 3,1 Mpix Время расчета модели 8 секунд Страна происхождения РоссияОптический измерительный комплекс в составе: 3D сканер стационарный со штативом, поворотный стол, ПО | 10 |
| 4 | **Компьютер в комплекте** Intel Core i9 9‑го поколения с тактовой частотой 4,0 ГГц (ускорение Turbo Boost до 4,1 ГГц) 64 ГБ памяти DDR4 2400 МГц Графический процессор GEforce RTX 2060 Super с 8 ГБ памяти GDDR5, SSD 490 Gb, HDD 3Tb  Монитор 24" по 2 монитора  Клавиатура и мышь  интерфейсный кабель HDMI | 10 |
| 5 | Проектор Epson EH-TW650 | 1 |
| 6 | Экран для проектора Sakura 300x300 Motoscreen 1:1 167'' фибергласс, Gray (SCPSM-300X300FG-GR) | 1 |
| 7 | МФУ лазерное HP LaserJet Pro M132nw | 1 |
| 8 | Штангенциркуль | 10 |

Программное обеспечение

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | наименование | количество |
| 1 | ПО для инспекции и контроля Gomlnspect | - |
| 2 | ПО для инженерного компьютерного моделирования Компас. SolidWorks, Inventor или полочное | - |
| 3 | Windows 10 pro | - |
|  |  |  |