****

ОПИСАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ

«Реверсивный инжиниринг»

2024 г.

**Наименование компетенции**: Реверсивный инжиниринг

**Формат участия в соревновании**: индивидуальный

**Описание компетенции**

Реверсивный инжиниринг (обратное проектирование) - это создание производственных проектов на основе уже существующих изделий с целью копирования, ремонта, изменения, а так же изготовления инструментов, приспособлений и оснастки.

Непреходящая актуальность компетенции «Реверсивный инжиниринг» определяется нуждами промышленности и отражена в Постановлениях Правительства РФ:

* от 4 августа 2015 г. N 785 «О Правительственной комиссии по импортозамещению»;
* от 18.02.2022 № 208 «О предоставлении субсидии из федерального бюджета автономной некоммерческой организации "Агентство по технологическому развитию" на поддержку проектов, предусматривающих разработку конструкторской документации на комплектующие изделия, необходимые для отраслей промышленности».

**Нормативные правовые акты**

Поскольку Описание компетенции содержит лишь информацию, относящуюся к соответствующей компетенции, его необходимо использовать на основании следующих документов:

* **ФГОС СПО**
1. ФГОС СПО по специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) - ПК 6.1, 6.2., утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 18 апреля 2014 г. N 349;
2. ФГОС СПО по специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям) -ПК 3.1 и 3.2., утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 9 декабря 2016 г. № 1580;
3. ФГОС СПО по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии - ПК 1.1, 1.2., утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 22 декабря 2015 г. N 1506;
4. ФГОС СПО по специальности 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям) - ПК 1.1-1.4 и 4.3., утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 9 декабря 2016 г. № 1582;
5. ФГОС СПО по специальности 15.02.15 Технология металлообрабатывающего производства - ПК 1.2-1.5., утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 9 декабря 2016 г. № 1561;
6. ФГОС СПО по специальности 25.02.06 Производство и обслуживание авиационной техники - ПК1.1-1.2., утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 9 декабря 2016 г. N 1572.
* **Профессиональные стандарты**
1. 40.014 Специалист по обеспечению механосборочного производства заготовками, утв. приказом МИНТРУД РОССИИ от 9 сентября 2020 года N 591н);
2. 30.030 Трубогибщик судовой, утв. приказом Минтруд России от 8 июня 2021 года N 380н;
3. 40.031 Специалист по технологиям механосборочного производства в машиностроении, утв. приказом Минтруд России от 29.06.2021 № 435н – обобщенная трудовая функция «Технологическая подготовка производства машиностроительных изделий низкой сложности»;
4. 40.083 Специалист по автоматизированному проектированию технологических процессов, утв. приказом Минтруд России от 3 июля 2019 года N 478н;
5. 40.159 Специалист по аддитивным технологиям, утв. приказом Минтруд России от 5 октября 2020 года N 697н);
6. 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, утв. приказом Минтруд России от 29.06.2021 № 437н);
7. 32.002 Специалист по проектированию и конструированию авиационной техники, утв. приказом Министерство труда и социальной защиты РФ от 21.10.2021 № 753н;
8. 40.237 Специалист по проектированию, конструированию и инженерному расчету сложных узлов и механизмов изделий из наноструктурированных полимерных и композиционных материалов, нанометаллов и технологической оснастки для их изготовления, утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 марта 2022 г. № 170н.
* **ЕТКС**
1. Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих 4-е издание, дополненное (ред. от 12.02.2014, с изменениями и дополнениями на 2018 год), утв. постановлением Минтруда РФ.
2. Специалисты и технические исполнители: чертежник-конструктор, техник-конструктор, чертежник, чертежник-конструктор, инженер-конструктор (конструктор), инженер.
* **Отраслевые/корпоративные стандарты**
1. 25.045 Инженер-конструктор по ракетостроению, утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 26.07.2021 № 502н.
2. Ответственная организация-разработчик: совет по профессиональным квалификациям в ракетной технике и космической деятельности, город Москва.
* **Квалификационные характеристики (профессиограмма)**

Специалист должен знать:

* основы конструирования;
* технику и принципы нанесения размеров;
* законы, методы и приемы проекционного черчения;
* методы и средства выполнения чертежно-конструкторских работ;
* номенклатуру конструкторских документов;
* основы технического черчения, инструменты и приспособления;
* применяемые при черчении;
* единую систему конструкторской документации;
* методы и средства выполнения технических расчетов;
* основные характеристики применяемых материалов;
* технологию изготовления и условия технической эксплуатации разрабатываемых изделий;
* основы организации труда;
* правила и нормы охраны труда;
* свойства металлов, сплавов, способы их обработки;
* свойства и область применения электротехнических; неметаллических и композиционных материалов;
* виды машин и механизмов, принцип действия, кинематические
и динамические характеристики;
* типы кинематических пар;
* типы соединений деталей и машин;
* виды передач, их устройство, назначение, преимущества
и недостатки, условные обозначения на схемах;
* основные понятия автоматизированной обработки информации, общий состав и структуру персональных электронно-вычислительных машин и вычислительных систем;
* базовые системные программные продукты и пакеты прикладных программ.

Специалист должен уметь:

* читать технические чертежи;
* выполнять эскизы деталей и сборочных единиц;
* оформлять проектно-конструкторскую, технологическую
и техническую документацию в соответствии с требованиями стандартов;
* использовать изученные прикладные программные средства;
* выбирать материалы на основе анализа их свойств
для применения в производственной деятельности;
* читать кинематические схемы;
* проводить расчет и проектировать детали и сборочные единицы общего назначения;
* проведать сборочно-разборочные работы в соответствии
с характером соединений деталей и сборочных единиц;
* производить расчеты элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;
* определять твердость металлов;
* выбирать и расшифровывать марки конструкционных материалов;
* подбирать материалы по их назначению и условиям эксплуатации для выполнения работ.
* **ГОСТы**
1. ГОСТ Р57558-2017/ISO/ASTM 52900:2015 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы.
2. ГОСТ 2.113-75 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Групповые и базовые конструкторские документы.
3. ГОСТ 2.307-2011 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Нанесение размеров и предельных отклонений.
4. ГОСТ 2.311-68 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Изображение резьбы.
5. ГОСТ 2.312-72 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.
6. ГОСТ 2.314-68 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Указания на чертежах о маркировании и клеймении изделий.
7. ГОСТ 5264-80 Межгосударственный стандарт. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные.
8. ГОСТ 14771-76 Межгосударственный стандарт. Дуговая сварка в защитном газе.
9. ГОСТ 16093-2004 Межгосударственный стандарт. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором.
10. ГОСТ 24642-81 Межгосударственный стандарт. Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения.
11. ГОСТ 25347-82 Межгосударственный стандарт. Основные нормы взаимозаменяемости. Едина система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки.
* **СанПин**

Для обеспечения охраны труда с электрооборудованием, связанным с повышенными эмоциональными и физическими нагрузками:

1. СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.
2. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Требования по освещению и организации рабочих мест.

Кроме того, Специалист по Реверсивному инжинирингу является непосредственным исполнителем для выполнения трудовых функций специалистами с уровнем квалификации 7 и 8, которые определяются профессиональным стандартом 28.008 Специалист по инжинирингу машиностроительного производства (Приказ МИНТРУД РОССИИ от 30 сентября 2020 года N 681н) - трудовая функция 3.1.3. (Реверсивный инжиниринг продукции машиностроения)

Реверсивный инжиниринг необходим там, где:

* осуществляется обслуживание и ремонт оборудования;
* требуется запуск нового производства;
* ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки;
* создается заново утраченная технологическая документация.

Специалисты в области реверсивного инжиниринга востребованы в самых разных областях, от промышленного производства и НИОКР до механической реставрации раритетной техники, музейных экспонатов и архитектурных объектов культурного наследия.

В своей профессиональной деятельности, специалисты по реверсивнону инжинирингу используют измерительные инструменты, системы бесконтактной объемной оцифровки (3D сканеры), спектрометры, специализированное ПО и системы автоматизированного проектирования (CAD).

Перечень профессиональных задач специалиста по компетенцииопределяется профессиональной областью специалиста и базируется на требованиях современного рынка труда к данному специалисту

|  |  |
| --- | --- |
| **№ п/п** | **Виды деятельности/трудовые функции** |
| **1** | Проведение геометрических измерений объекта реверсивного инжиниринга с помощью ручных измерительных инструментов и/или программно-аппаратных комплексов (дигитайзеров, видео измерительных машин и 3D сканеров)  |
| **2** | Построение параметрической модели объекта реверсивного инжиниринга на основе полных данных ручного обмера и/или оцифровки с применением программно-аппаратных комплексов  |
| **3** | Восстановление геометрии объекта реверсивного инжиниринга с построением параметрической модели на основе неполных данных в случаях если объект был сломан, изготовлен с браком и иных  |
| **4** | Перепроектирование объекта реверсивного инжиниринга с учетом требований доступных технологий производства или проектирование на его основе производственной оснастки  |
| **5** | Производство функциональных образцов объекта реверсивного инжиниринга или производственной оснастки на аддитивных установках |
| **6** | Контроль соответствия 3D модели и/или опытного образца объекту реверсивного инжиниринга |
| **7** | Участвовать в разработке конструкторской документации, ее оформлении и внесении изменений на всех стадиях технической подготовки производства  |
| **8** | Оформлять все виды документации в ходе контроля испытаний и ремонта |
| **9** | Выбирать оборудование и стандартную технологическую оснастку для технологических процессов производства |
| **10** | Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности |
| **11** | Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности |
| **12** | Осуществлять сбор, систематизацию и анализ информации для выбора оптимальных технологических решений, в том числе альтернативных в соответствии с принятым процессом выполнения своей работы по изготовлению деталей  |
| **13** | Осуществлять выполнение расчётов параметров механической обработки и аддитивного производства в соответствии с принятым технологическим процессом согласно нормативным требованиям, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования |
| **14** | Осуществлять подбор конструктивного исполнения инструмента, материалов режущей части инструмента, технологических приспособлений и оборудования в соответствии с выбранным технологическим решением, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования  |
| **15** | Разрабатывать технологические процессы для сборки узлов и изделий в механосборочном производстве, в том числе в автоматизированном  |
| **16** | Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности  |
| **17** | Подготавливать и осуществлять технологический процесс изготовления деталей, сборку изделий автомобиле- и тракторостроения, контролировать соблюдение технологической дисциплины на производстве  |
| **18** | Конструировать изделия средней сложности основного и вспомогательного производства, разрабатывать технологические процессы изготовления деталей средней сложности, собирать простые виды изделий автотракторной техники  |
| **19** | Проектировать изделия средней сложности основного и вспомогательного производства |
| **20** | Разрабатывать рабочий проект деталей и узлов в соответствии с требованиями ЕСКД  |
| **21** | Производить типовые расчеты при проектировании и проверке на прочность элементов механических систем |
| **22** | Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности  |
| **23** | Разрабатывать технологическую документацию  |
| **24** | Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития |
| **25** | Анализировать объект производства: конструкцию летательного аппарата, агрегатов, узлов, деталей, систем, конструкторскую документацию на их изготовление и монтаж |
| **26** | Анализировать техническое задание для разработки конструкции несложных деталей и узлов изделия и оснастки. Производить увязку и базирование элементов изделий и оснастки по технологической цепочке их изготовления и сборки |
| **27** | Выбирать конструктивное решение узла |
| **28** | Выполнять необходимые типовые расчеты при конструировании  |
| **29** | Разрабатывать рабочий проект деталей и узлов в соответствии с требованиями ЕСКД  |
| **30** | Анализировать технологичность конструкции спроектированного узла применительно к конкретным условиям производства и эксплуатации |
| **31** | Обеспечивать безопасность труда на производственном участке |
| **32** | Разрабатывать конструкторскую документацию для изготовления деталей узлов, секций корпусов |
| **33** | Разрабатывать технологические процессы сборки и сварки секций, ремонта и технологии утилизации корпусных конструкций  |
| **34** | Выполнять необходимые типовые расчеты при конструировании  |
| **35** | Использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности |
| **36** | Участвовать в разработке проектов изделий машиностроения  |
| **37** | Участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа |
| **38** | Применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности |
| **39** | Использовать современные информационные технологии для решения инженерных задач профессиональной деятельности |
| **40** | Разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью |
| **41** | Разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач  |
| **42** | Критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте |
| **43** | Выполнять поиск и обобщение научно-технической информации и использовать полученные результаты при разработке научно обоснованных решений в сфере профессиональной деятельности |
| **44** | Применять фундаментальные основы теории моделирования как основного метода исследования и научно обоснованного метода оценки характеристик сложных систем, используемого для принятия решений в сфере проектирования и постройки средств океанотехники  |
| **45** | Осуществлять проектное сопровождение и контроль выполнения установленных требований на различных этапах жизненного цикла объектов морской техники |
| **46** | Оказывать техническую поддержку оформления конструкторской документации  |
| **47** | Разрабатывать чертежи деталей, мелких сборочных единиц и их электронных моделей |
| **48** | Проводить расчеты прочности деталей и агрегатов авиационной техники (далее АТ) |
| **49** | Прорисовывать варианты электронного макета облика АТ |
| **50** | Прорисовывать составные части вариантов электронного макета облика АТ |
| **51** | Проводить проектировочных расчетов характеристик агрегатов АТ |
| **52** | Разработка компоновочных схем АТ и их электронных моделей  |
| **53** | Определять конструктивно-силовую схему АТ на основе полученных проектных параметров |
| **54** | Разрабатывать конструкторскую документацию деталей из наноструктурированных полимерных и композиционных материалов, металлов, сплавов и нанометаллов, входящих в сложные узлы и механизмы изделий (далее Специалист НП) |
| **55** | Создавать трехмерные математические модели деталей из наноструктурированных полимерных и композиционных материалов, металлов, сплавов и нанометаллов, входящих в сложные узлы и механизмы изделий (Специалист НП) |
| **56** | Формировать комплекты проектной и рабочей документации деталей из наноструктурированных полимерных и композиционных материалов, металлов, сплавов и нанометаллов, входящих в сложные узлы и механизмы изделий, для проведения сборочных операций (Специалист НП) |
| **57** | Строить трехмерную математическую модель пространства сборки узла изделий из наноструктурированных полимерных и композиционных материалов, металлов, сплавов и нанометаллов (Специалист НП) |
| **58** | Готовить комплект документации цифрового двойника сложных узлов и механизмов изделий из наноструктурированных полимерных и композиционных материалов, металлов, сплавов и нанометаллов для проведения инженерных расчетов (Специалист НП) |
| **59** | Разрабатывать прототип виртуальной среды эксплуатации сложных узлов и механизмов изделий из наноструктурированных полимерных и композиционных материалов, металлов, сплавов и нанометаллов для проведения инженерных расчетов (Специалист НП) |
| **60** | Проводить инженерные расчеты сложных узлов и механизмов изделий из наноструктурированных полимерных и композиционных материалов, металлов, сплавов и нанометаллов в модельных условиях (Специалист НП) |
| **61** | Проводить инженерные расчеты математической модели технологической оснастки для производства изделий из наноструктурированных полимерных и композиционных материалов, сплавов, металлов и нанометаллов (Специалист НП) |
| **62** | Готовить комплекты технической и конструкторской документации для производства технологической оснастки, применяемой для изготовления изделий из наноструктурированных полимерных и композиционных материалов, сплавов, металлов и нанометаллов (Специалист НП) |