****

ОПИСАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ

«Реверсивный инжиниринг»

Для основной возрастной группы

2025 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 также изготовления инструментов, приспособлений и оснастки.

Непреходящая актуальность компетенции Реверсивный инжиниринг определяется нуждами промышленности и отражена в

Распоряжении Правительства РФ от 20.05.2023 N 1315-р (стр.46), где говориться о необходимости кадрового обеспечения направления: «Реализация программ импортозамещения продукции потребует

дооснащения центров обратного инжиниринга специальными приборами

и установками, а также кадрового обеспечения в сфере инженерных

профессий.»

Также актуальность компетенции Реверсивный инжиниринг отражена 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;

1. 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;

1. 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;

1. 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;

1. 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;

1. ФГОС СПО по специальности 25.02.06 Производство и обслуживание авиационной техники" - ПК1.1-1.2.

Приказ Министерства образования и науки РФ от 9 декабря 2016 г. N 1572.

* Профессиональные стандарты

1. 40.014 Специалист по обеспечению механосборочного производства заготовками (Приказ МИНТРУД РОССИИ от 9 сентября 2020 года N 591н)
2. 30.030 "Трубогибщик судовой" (Приказ МИНТРУД РОССИИ от 8 июня 2021 года N 380н)
3. 40.031 Специалист по технологиям механосборочного производства в машиностроении (Приказ 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 (Приказ МИНТРУД РОССИИ от 3 июля 2019 года N 478н)
5. 40.159 Специалист по аддитивным технологиям" (Приказ МИНТРУД РОССИИ от 5 октября 2020 года N 697н)
6. 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства (Приказ МИНТРУД от 29.06.2021 № 437н)
7. 32.002 Специалист по проектированию   
   и конструированию авиационной техники. Утверждено 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. Утверждено приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 марта 2022 г. № 170н. (документ не вступил в силу).

* 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) утверждено 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» утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 26.07.2021 № 502н.

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 снятия размеров с реальных объектов, перенесения геометрии реальных объектов в компьютерные модели;
* технику и принципы построения компьютерных моделей по реальным объектам, в том числе, частично разрушенным или деформированным;
* 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:

* осуществлять объемную оцифровку реальных объектов с применением 3D сканеров;
* осуществлять объемную оцифровку реальных объектов с применением ручных измерительных инструментов;
* строить пригодные для дальнейшего производства компьютерные модели на основе данных объемной оцифровки, полученных в результате 3D сканирования и снятия размеров ручными измерительными инструментами;
* 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".

* СП (СНИП)

Отсутсвует

*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) |