



ТЕХНИЧЕСКОЕ
ОПИСАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ
R22 Аддитивное производство

Автономная некоммерческая организация "Агентство развития профессионального мастерства (Ворлдскиллс Россия)" (далее WSR) в соответствии с уставом организации и правилами проведения конкурсов установила нижеизложенные необходимые требования владения профессиональными навыками для участия в соревнованиях по компетенции Аддитивное производство.

Настоящее техническое описание включает в себя следующие разделы:

1 Введение	4
2 Стандарт спецификации навыков World Skills (WSSS).....	6
3 Оценочная стратегия и технические особенности оценки	13
4 Схема выставления оценки	14
5 Конкурсное задание	20
6 Управление компетенцией и общение.....	21
7 Требования охраны труда и техники безопасности	23
8 Материалы и оборудование	25
9 Особые правила компетенции.....	29

Все права защищены

Любое воспроизведение, переработка, копирование, распространение текстовой информации или графических изображений в любом другом документе, в том числе электронном, на сайте или их размещение для последующего воспроизведения или распространения запрещено правообладателем и может быть осуществлено только с его письменного согласия.

1 Введение

1.1 Название и описание профессиональной компетенции

1.1.1 Название профессиональной компетенции

Аддитивное производство

1.1.2 Описание профессиональной компетенции.

Аддитивное производство является одним из самых новых и быстроразвивающихся промышленных направлений. Традиционные методы производства, такие как фрезерная или токарная обработка основаны на удалении лишнего материала с заготовки, для получения объектов нужных форм и размеров. В отличие от них, в Аддитивном производстве объекты «строятся» слой за слоем. Этот процесс так же часто называют 3D печать.

Аддитивные технологии имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами производства (фрезерным и/или токарным). В частности, они позволяют:

- создавать объекты гораздо более сложных форм;
- использовать только необходимое его количество, а также снизить массу готового изделия, благодаря оптимизации геометрии, что дает экономический эффект даже несмотря на более высокую стоимость материала;
- комбинировать материалы, создавать градиентные «сплавы» или сплавы из металлов, склонных к ликвации;
- уменьшать количество сборочных единиц, изготавливая сложные объекты как единые целые, обеспечивая при этом прежнюю или лучшую функциональность;
- сокращать время на НИОКР и подготовку производства новой продукции.

Аддитивное производство, несмотря на свои преимущества, не заменяет, а дополняет традиционные технологии, существенно расширяя их возможности, особенно когда речь идет о снижении массы изделий, создании сложных форм, новых материалах, повышении долговечности и надежности. В результате аддитивное производство используется очень широко, первыми в него вошли аэрокосмическая промышленность, медицина, транспорт, энергетика и потребительские товары.

Аддитивное производство позволяет перепроектировать многие объекты вокруг нас и переосмыслить подходы к проектированию новых. Хотя построение «слой за слоем» является относительно медленным, общее влияние Аддитивного производства в промышленности уже сейчас обеспечивает сокращение производственного цикла и создание продукции с новыми, недостижимыми ранее свойствами.

Специалисту по Аддитивному производству требуется широкий спектр знаний и навыков. Прежде всего, это 3D технологии: реверсивный инжиниринг, CAD, CAE, 3D-сканирование, а также метрология, и современные промышленные технологии. Помимо этого, необходимы знания в материаловедении, прикладной математике и теплотехнике.

1.2 Важность и значение настоящего документа

Документ содержит информацию о стандартах, которые предъявляются участникам для возможности участия в соревнованиях, а также принципы, методы и процедуры, которые регулируют соревнования. При этом WSR признаёт авторское право WorldSkills International (WSI). WSR также признаёт права интеллектуальной собственности WSI в отношении принципов, методов и процедур оценки.

Каждый эксперт и участник должен знать и понимать данное Техническое описание.

1.3 Ассоциированные документы

Поскольку данное Техническое описание содержит лишь информацию, относящуюся к соответствующей профессиональной компетенции, его необходимо использовать совместно со следующими документами:

- WSR, Регламент проведения чемпионата;
- WSR, онлайн-ресурсы, указанные в данном документе;
- WSR, политика и нормативные положения;
- Инструкция по охране труда и технике безопасности по компетенции.

2 Стандарт спецификации навыков WorldSkills (WSSS)

2.1 Общие сведения о Стандарте спецификации навыков WorldSkills (WSSS)

WSSS определяет знание, понимание и конкретные компетенции, которые лежат в основе лучших международных практик технического и профессионального уровня выполнения работы. Она должна отражать коллективное общее понимание того, что соответствующая рабочая специальность или профессия представляет для промышленности и бизнеса.

Целью соревнования по компетенции является демонстрация лучших международных практик, как описано в WSSS и в той степени, в которой они могут быть реализованы. Таким образом, WSSS является руководством по необходимому обучению и подготовке для соревнований по компетенции.

В соревнованиях по компетенции проверка знаний и понимания осуществляется посредством оценки выполнения практической работы. Отдельных теоретических тестов на знание и понимание не предусмотрено.

WSSS разделена на четкие разделы с номерами и заголовками.

Каждому разделу назначен процент относительной важности в рамках WSSS. Сумма всех процентов относительной важности составляет 100.

В схеме выставления оценок и конкурсном задании оцениваются только те компетенции, которые изложены в WSSS. Они должны отражать WSSS настолько всесторонне, насколько допускают ограничения соревнования по компетенции.

Схема выставления оценок и конкурсное задание будут отражать распределение оценок в рамках WSSS в максимально возможной степени. Допускаются колебания в пределах 5% при условии, что они не исказят весовые коэффициенты, заданные условиями WSSS.

2.2 Стандарт спецификации навыков WorldSkills (WSSS)

Раздел		Важность (%)
1	Общие навыки, организация и управление работой	5

Специалист должен знать и понимать:

- Назначение и область применения аддитивных технологий;
- Принципы и применение связанных и заменяющих технологий;
- Важность и необходимость технического задания для выполнения работ;
- Важность учета и планирования времени выполнения работ;
- Существующие российский (ГОСТ) и международный (ISO) стандарты;
- Техническую терминологию и обозначения соответствующие области;
- Связанные с компетенцией теоретические и прикладные разделы математики, геометрии и физики;
- Роль и значение предоставления инновационных и творческих решений технических и дизайнерских проблем и задач;
- Законодательство в области техники безопасности и норм охраны здоровья и лучшие практики со специальными мерами безопасности при работе на автоматизированных рабочих местах с использованием видео дисплеев и устройств бесконтактной оцифровки;
- Важность эффективных, экономичных и рациональных методов работы.

Специалист должен уметь:

- Самостоятельно разбираться в техническом задании, планировать время его выполнения и соблюдать установленные временные рамки
- Последовательно применять существующие российский (ГОСТ) и международный (ISO) стандарты и стандарты;
- Применять и продвигать применение законодательства и лучших практик в области техники безопасности и норм охраны труда на рабочем месте;
- Использовать знания в области прикладной физики, химии и математики;
- Использовать соответствующие области терминологию и специальные обозначения;
- Справляться с проблемами в системах, такими как: ложные сообщения, отсутствие ожидаемого отклика периферийных устройств, наличие очевидных дефектов в оборудовании или соединительных проводах;
- Планировать рабочее время, расставлять приоритеты между задачами на рациональной основе;
- Самостоятельно интерпретировать технические задачи;
- Производить работы, полностью соответствующие техническим условиям и стандартам;
- Создавать и применять инновационные и творческие решения проблем и задач в аддитивном производстве;
- Поддерживать соответствующий производственным задачам внешний вид и манеру поведения;
- Работать эффективно, экономно и рационально.

2 Коммуникативные навыки

5

Специалист должен знать и понимать:

- Важность точного и четкого представления проектов потенциальным пользователям;
- Важность наличия эффективного обмена информацией в профессиональном сообществе между сотрудниками, заказчиками и иными специалистами, вовлеченными в производственный процесс;
- Значимость обеспечения культуры производства (порядка в одежде и на рабочем месте, систематизации материалов и данных);
- Важность обеспечения высокого уровня информированности о новых и развивающихся технологиях;
- Роль инновационного творческого подхода при решении технических проектных проблем и вызовов времени.

Специалист должен уметь:

- Производить работу, которая полностью отвечает техническому заданию и требованиям стандартов
- Поддерживать культуру производства (порядка в одежде и на рабочем месте, систематизации материалов и данных)
- Обеспечить эффективную коммуникацию между специалистами, вовлеченными в проект и заказчиком, которая гарантирует соответствие требованиям технического задания и стандартам;
- Объяснять заказчикам и другим профессионалам роль и практические приложения аддитивных технологий;
- Давать разъяснения экспертам и не экспертам по сложным техническим вопросам аддитивного производства, обращая внимание на ключевые элементы;
- Поддерживать непрерывное профессиональное развитие в целях обеспечения соответствия знаний и навыков новым и развивающимся в аддитивном производстве технологиям и практикам;
- Уточнять техническое задание, для максимально точного выполнения требований.

3 3D сканирование

20

Специалист должен знать и понимать:

- Принципы работы оборудования для 3D оцифровки;
- Достоинства и недостатки различных типов оборудования для 3D оцифровки и технологий, на которых оно базируется;
- Технические характеристики точности и скорости оборудования для оптической 3D оцифровки, а также требования к внешним условиям при проведении работ для обеспечения необходимой точности (постоянство температуры, отсутствие пыли, вибраций, паразитных источников света, сквозняков, наличие неподвижности объекта оцифровки и т.п.);
- Значимость калибровки оборудования и требования к процессу осуществления калибровки;
- Требования к характеристикам поверхности объекта для оптической 3D оцифровки (рыхлость, гладкость, прозрачность, светопроницаемость, отражающая способность, и т.п.);
- Пути и методы подготовки поверхностей для оптической 3D оцифровки (отмывка, обезжиривание, матирование, и т.п.);

- Требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга;
- Виды брака при оптической 3D оцифровке и пути его устранения.

Специалист должен уметь:

- Осуществлять настройку и калибровку оборудования;
- Принимать решение о возможности оптической 3D оцифровки и соответствии ее результата техническому заданию (возможно / невозможно осуществить, какая точность может быть обеспечена для данного объекта и имеющихся условий оцифровки);
- Принимать решения относительно необходимости и содержания предварительных работ (разборка, отмывка, окраска и т.п.);
- Производить предварительные работы для нанесения матирующих покрытий;
- Наносить матирующие покрытия;
- Наносить оптические метки;
- Фиксировать объект для осуществления оцифровки;
- Осуществлять оптическую 3D оцифровку для различных объектов (различных материалов, характеристик поверхностей и сложности геометрии);
- Получать в результате оптической 3D оцифровки модели, пригодные для дальнейшего реверсивного инжиниринга;
- Сохранять результаты в требуемом формате.

4 Метрология

5

Специалист должен знать и понимать:

- Различные типы и номенклатуру средств измерений, используемых инструментов и приспособлений (щупов, датчиков, фиксирующих устройства и др.);
- Конструктивные и метрологические характеристики средств измерений, в том числе специальных (для измерения узких канавок, зубчатых колес, резьбы и т.д.);
- Факторы, оказывающие влияние на достоверность результатов измерений (загрязнение поверхностей, нарушение температурного баланса, неконтролируемое измерительное усилие и т.д.);
- Понятия: качества точности, поля допусков, линейные и угловые размеры, геометрические допуски;
- Методы проведения измерений.

Специалист должен уметь:

- Производить подготовку объектов и средств к проведению измерений;
 - Выполнять, при необходимости, калибровку, регулировку и юстировку средств измерений;
 - Выбирать измерительные инструменты/приборы (калибры, щупы, датчики и т.д.), вспомогательные и фиксирующие приспособления (тиски, призмы, прижимы и т.д.) исходя из спланированной стратегии измерений;
 - Производить измерения с использованием различных контрольно-измерительных средств;
-

- Правильно считывать маркировки и показания со шкал измерительных инструментов;
- Обеспечивать правильность измерений и достоверность получаемых данных (сводить к минимуму погрешности, связанные с человеческим фактором);
- Находить требуемую информацию в специализированных справочниках, таблицах, схемах и полигональных моделях;
- Выполнять текущие операции по обслуживанию измерительных инструментов.

5 Реверсивный инжиниринг и оптимизация

33

Специалист должен знать и понимать:

- Программное обеспечение для преобразования 3D SCAN-TO-CAD (например, Siemens NX, GeoMagic DeSign X)
- Цели реверсивного инжиниринга применительно к аддитивным технологиям (уменьшение количества деталей, уменьшение массы, оптимизация функций и т.п.);
- Программное обеспечение CAD (например, Inventor, F360, SolidWorks, ProE);
- Программное обеспечение для CAE и оптимизации моделей (например, Siemens NX, F360, ANSYS, Solid Thinking, Altair Inspire);
- 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;
- Свойства материалов, применяемых в машиностроении.

Специалист должен уметь:

- Создавать редактируемые CAD модели по данным оцифровки (по полигональным моделям);
- Учитывать особенности и возможности аддитивных технологий;
- 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 оптимизацию структуры модели и анализ оптимизированной структуры в соответствии с техническим заданием;
- Применять стандарты на условные размеры и допуски и на геометрические размеры и допуски, соответствующие стандарту ГОСТ/ISO.

6 Подготовка и формообразование

27

Специалист должен знать и понимать:

- ПО для подготовки моделей к формообразованию, их анализа и симуляции процессов;
- Преимущества и недостатки наиболее распространенных аддитивных технологий (SLS, SLM, SLA/DLP, FDM/FFF и MJ);
- Свойства, преимущества и недостатки промышленных материалов для 3D печати;
- Требования к моделям в зависимости от конкретной технологии и материала;
- Значимость тестирования материала, проверки и калибровки оборудования перед запуском процесса построения;
- Технологии финишной обработки, их трудоемкость и требования к моделям (требования к креплению, элементы для привязки, припуски на постобработку, последовательность операций для снятия напряжений);
- Технологии и процессы, в которых могут использоваться изделия, произведенные с помощью аддитивных технологий (литье в песчанно-полимерные формы, по выплавляемым/выжигаемым моделям, литье полимеров и т.п.).

Специалист должен уметь:

- Выбирать технологию, дающую лучший результат в соответствии с задачей;
- Выбирать материал, лучшим образом соответствующий задаче;
- Подготавливать модель для формообразования в соответствии с выбранной технологией и материалом (расположение, ориентация, поддержки, усадка);
- Осуществлять тестирование материала, проверку и калибровку оборудования, ремонт или замену технологической оснастки перед запуском процесса построения;
- Запускать и контролировать процесс формообразования;
- Определять необходимые процессы постобработки, их сложность и трудоемкость.

7 Завершение формообразования и финишная обработка

5

Специалист должен знать и понимать:

- Процессы и процедуры пост-обработки;
- Важность пост-обработки для обеспечения требуемого качества выполнения всей работы;
- Обстоятельства, при которых для выполнения пост-обработки требуется привлечение других специалистов.

Специалист должен уметь:

- Снимать построенные детали;
- Осуществлять предварительную обработку: удалять поддержки, остатки материала (соответствующим технологии способом), доотверждение и др.;
- Оценивать результаты на соответствие требованиям.

Итого:

100

3 Оценочная стратегия и технические особенности оценки

3.1 Основные требования

Стратегия устанавливает принципы и методы, которым должны соответствовать оценка и начисление баллов WSR.

Экспертная оценка лежит в основе соревнований WSR. По этой причине она является предметом постоянного профессионального совершенствования и тщательного исследования. Накопленный опыт в оценке будет определять будущее использование и направление развития основных инструментов оценки, применяемых на соревнованиях WSR: схема выставления оценки, конкурсное задание и информационная система чемпионата (CIS).

Оценка на соревнованиях WSR попадает в одну из двух категорий: объективной оценки и суждения. Для обеих категорий оценки использование точных эталонов для сравнения, по которым оценивается каждый аспект, является существенным для гарантии качества.

Схема выставления оценки должна соответствовать процентным показателям в WSSS. Конкурсное задание является средством оценки для соревнования по компетенции, и оно также должно соответствовать WSSS. Информационная система чемпионата (CIS) обеспечивает своевременную и точную запись оценок, что способствует надлежащей организации соревнований.

Схема выставления оценки в общих чертах является определяющим фактором для процесса разработки Конкурсного задания. В процессе дальнейшей разработки Схема выставления оценки и Конкурсное задание будут разрабатываться и развиваться посредством итеративного процесса для того, чтобы совместно оптимизировать взаимосвязи в рамках WSSS и Стратегии оценки. Они представляются на утверждение Менеджеру компетенции вместе, чтобы продемонстрировать их качество и соответствие WSSS.

4 Схема выставления оценки

4.1 Общие указания

Схема выставления оценки является основным инструментом соревнований WSR, определяя соответствие оценки Конкурсного задания и WSSS. Она предназначена для распределения баллов по каждому оцениваемому аспекту, который может относиться только к одному модулю WSSS.

Отражая весовые коэффициенты, указанные в WSSS Схема выставления оценок устанавливает параметры разработки Конкурсного задания. Разработка Конкурсного задания компетенции основывается на обобщённой Схеме выставления оценки. Дальнейшая разработка Конкурсного задания сопровождается разработкой аспектов оценки.

В разделе 4.4 указан максимально допустимый процент отклонения, Схемы выставления оценки Конкурсного задания от долевых соотношений, приведенных в WSSS.

Схема выставления оценки и Конкурсное задание могут разрабатываться одним человеком, группой экспертов или сторонним разработчиком. Подробная и окончательная Схема выставления оценки и Конкурсное задание, должны быть утверждены Менеджером компетенции.

Кроме того, всем экспертам предлагается представлять свои предложения по разработке Схем выставления оценки и Конкурсных заданий на форум экспертов для дальнейшего их рассмотрения Менеджером компетенции.

Во всех случаях полная и утвержденная Менеджером компетенции Схема выставления оценки должна быть введена в информационную систему соревнований (CIS) не менее чем за два дня до начала соревнований, с использованием стандартной электронной таблицы CIS или других согласованных способов. Главный эксперт является ответственным за данный процесс.

4.2 Критерии оценки

Основные заголовки Схемы выставления оценки являются критериями оценки. В некоторых соревнованиях по компетенции критерии оценки могут совпадать с заголовками разделов в WSSS; в других они могут полностью отличаться. Как правило, бывает от пяти до девяти критериев оценки, при этом количество критериев оценки должно быть не менее трёх. Независимо от того, совпадают ли они с заголовками, Схема выставления оценки должна отражать долевые соотношения, указанные в WSSS.

Критерии оценки создаются лицом (группой лиц), разрабатывающим Схему выставления оценки, которое может по своему усмотрению определять критерии, которые оно сочтет наиболее подходящими для оценки выполнения Конкурсного задания.

Сводная ведомость оценок, генерируемая CIS, включает перечень критериев оценки.

Количество баллов, назначаемых по каждому критерию, рассчитывается CIS. Это будет общая сумма баллов, присужденных по каждому аспекту в рамках данного критерия оценки.

4.3 Субкритерии

Каждый критерий оценки разделяется на один или более субкритериев. Каждый субкритерий становится заголовком Схемы выставления оценок.

В каждой ведомости оценок (субкритериев) указан конкретный день, в который она будет заполняться.

Каждая ведомость оценок (субкритериев) содержит оцениваемые аспекты, подлежащие оценке. Для каждого вида оценки имеется специальная ведомость оценок.

4.4 Аспекты

Каждый аспект подробно описывает один из оцениваемых показателей, а также возможные оценки или инструкции по выставлению оценок.

В ведомости оценок подробно перечисляется каждый аспект, по которому выставляется отметка, вместе с назначенным для его оценки количеством баллов.

Сумма баллов, присуждаемых по каждому аспекту, должна попадать в диапазон баллов, определенных для каждого раздела компетенции в WSSS. Она будет отображаться в таблице распределения баллов CIS, в следующем формате:

Критерий							Итого баллы по разделу
Разделы стандарта спецификации навыков WS (WSSS)		A	B	C	D	E	
	1	1	1	1	1	1	5
	2	1	1	1	1	1	5
	3				20		20
	4	1	1	1		2	5
	5	3	3	3		24	33
	6	8	7	12			27
	7	1	2	2			5
Итого баллов за критерий		15	15	20	22	28	100

4.4.1 Сумма баллов, присуждаемых по каждому аспекту для региональной линейки

Критерий						Итого баллы по разделу
Разделы стандарта спецификации навыков WS (WSSS)		A	B	C	D	
	1	1,25	1,25	1,25	1,25	5
	2	1,25	1,25	1,25	1,25	5
	3			20		20
	4	1,5	1,5		2	5
	5	3	3		27	33
	6	10	7		10	27
	7	3	2			5
Итого баллов за критерий		20	16	22,5	41,5	100

4.4.2 Сумма баллов, присуждаемых по каждому аспекту для вузовской линейки

		Критерий				Итого баллы по разделу
Разделы стандарта спецификации навыков WS (WSSS)		A	B	C	D	
	1	1,25	1,25	1,25	1,25	5
	2	1,25	1,25	1,25	1,25	5
	3			20		20
	4	1,5	1,5		2	5
	5	3	3		27	33
	6	10	7		10	27
	7	3	2			5
Итого баллов за критерий		20	16	22,5	41,5	100

4.4.3 Сумма баллов, присуждаемых по каждому аспекту для юниорской линейки

		Критерий				Итого баллы по разделу
Разделы стандарта спецификации навыков WS (WSSS)		A	B	C	D	
	1	1,25	1,25	1,25	1,25	5
	2	1,25	1,25	1,25	1,25	5
	3			20		20
	4	1,5	1,5		2	5
	5	3	3		27	33
	6	10	7		10	27
	7	3	2			5
Итого баллов за критерий		20	16	22,5	41,5	100

4.5 Мнение судей (судейская оценка)

При принятии решения используется шкала 0–3. Для четкого и последовательного применения шкалы судейское решение должно приниматься с учетом:

- эталонов для сравнения (критериев) для подробного руководства по каждому аспекту
- шкалы 0–3, где:
 - 0: исполнение не соответствует отраслевому стандарту;
 - 1: исполнение соответствует отраслевому стандарту;
 - 2: исполнение соответствует отраслевому стандарту и в некоторых отношениях превосходит его;
 - 3: исполнение полностью превосходит отраслевой стандарт и оценивается как отличное

Каждый аспект оценивают три эксперта, каждый эксперт должен произвести оценку, после чего происходит сравнение выставленных оценок. В случае расхождения оценок экспертов более чем на 1 балл, экспертам необходимо вынести оценку данного аспекта на обсуждение и устранить расхождение.

4.6 Измеримая оценка

Оценка каждого аспекта осуществляется тремя экспертами. Если не указано иное, будет присуждена только максимальная оценка или ноль баллов. Если в рамках какого-либо аспекта возможно присуждение оценок ниже максимальной, это описывается в Схеме оценки с указанием измеримых параметров.

Для оценки модулей, где результатом работы участника является параметрическая или полигональная компьютерная модель, в компетенции Аддитивное производство может применяться полностью или частично автоматизированная система оценки, базирующаяся на определении отклонений размеров работы участника от номинальных.

4.7 Использование измеримых и судейских оценок

Окончательное понимание по измеримым и судейским оценкам становится доступно, после утверждения Схемы оценки и Конкурсного задания.

4.8 Специфика оценки по компетенции

WorldSkills стремится к постоянному совершенствованию. Особенно это касается оценки. Менеджер компетенции и Главный эксперт должны опираться на прошлую и альтернативную практику и обеспечивать достоверность и качество процесса выставления оценок.

Схема выставления оценок, разрабатывается Независимым разработчиком конкурсного задания и включает Аспекты с четкими расчетами и/или дополнительными деталями.

Ниже приводится пример аспектов.

Оценка	% от общего значения
3D сканирование <ul style="list-style-type: none"> • Настройка и калибровка оборудования; 	22

Оценка	% от общего значения
<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка объектов; • Соответствие структуры/фактуры поверхностей оцифрованной модели исходной детали (например, нет ряби, нет чрезмерного сглаживания); • Отсутствие дефектов и ошибок при сшивке (отсутствие дублирования, смещений, сдвигов, перекосов поверхностей полигональной модели); • Достаточность данных для восстановления геометрии (данные должны позволять определять форму и взаимное расположение всех поверхностей); 	
Измерения <ul style="list-style-type: none"> • Правильность выбора и использования инструментов; • Точность измерений и расчётов; 	6
Реверсивный инжиниринг и оптимизация <ul style="list-style-type: none"> • Правильность выравнивания полигональной модели; • Соответствие восстановленной параметрической модели данным сканирования (полигональной модели) или/и требованиям Конкурсного задания: <ul style="list-style-type: none"> • Все ли необходимые элементы восстановлены; • Соответствует ли точность восстановления требованиям Конкурсного задания; • Восстановленная модель не имеет лишних ребер и артефактов; • Была ли восстановленная модель оптимизирована/перепроектирована в соответствии с заданием; 	36
Подготовка к производству и формообразование <ul style="list-style-type: none"> • Настройка и калибровка оборудования; • Подготовка модели; • Выбор и подготовка материала; • Осуществление формообразования; 	29
Финишная обработка <ul style="list-style-type: none"> • Снятие детали; • Удаление поддержек; • Очистка оборудования и инструментов. 	7

4.9 Регламент оценки

Главный эксперт делит экспертов на команды по четыре человека и назначает команды для оценки по конкретным критериям. Каждая группа должна включать в себя как минимум одного опытного эксперта. Эксперт не оценивает участника из своей организации.

Каждый Субкритерий должен оцениваться одной оценочной группой, независимо от того, оценивается ли он путем суждения, измерения или того и другого. Одна и та же команда по оценке должна оценивать всех участников.

Помимо групп экспертов, также может быть выбран критерий, который проверяется измерительными машинами и независимым техником. По этому критерию как минимум один эксперт должен наблюдать за процессом оценки.

Должно быть четкое понимание, что оценивается ТОЛЬКО готовый/промежуточный результат (3D-модель, распечатанная деталь, электронный документ, убранное рабочее место) или установленный факт (нарушение правил). Не процесс!

Оценка конкурсных заданий (по возможности) осуществляется ежедневно.

После того, как участники завершили модуль, выполненные конкурсные задания собираются, и Главный эксперт и/или Заместитель главного эксперта кодируют собранные задания секретным номером. После этого ни у кого в оценочных командах не будет возможности сопоставить конкретную работу с конкретным участником.

5 Конкурсное задание

5.1 Основные требования

Разделы 2, 3 и 4 регламентируют разработку Конкурсного задания. Рекомендации данного раздела дают дополнительные разъяснения по содержанию КЗ.

Продолжительность Конкурсного задания:

- для Региональной линейки - от 15 до 22 часов (не более 7,5 - 8 часов в день);
- для Вузовской линейки – от 15 до 16 часов (в пределах 7,5 – 8 часов в день при двух днях);
- для Юниорской линейки – не более 12 часов (в пределах 4 часов в день).

По согласованию с Менеджером компетенции возможно изменение компоновки и распределения модулей конкурсных заданий в региональной линейке на два чемпионатных дня, при условии сохранения продолжительности времени выполнения заданий.

По согласованию с Менеджером компетенции возможно изменение компоновки и распределения модулей конкурсных заданий на два или три рабочих дня в Вузовской линейке чемпионатов при условии сохранения продолжительности времени выполнения заданий. Количество дней на выполнение конкурсного задания внутренних Вузовских чемпионатов определяется главным экспертом по согласованию с Менеджером компетенции.

Возрастной ценз участников для выполнения Конкурсного задания:

- для Региональной линейки от 16 до 22 лет;
- для Вузовской линейки от 17 до 35 лет;
- для Юниорской линейки – от 14 до 16 лет.

Вне зависимости от количества модулей, КЗ может включать оценку не по каждому из разделов WSSS. Конкурсное задание не должно выходить за пределы WSSS. Оценка знаний и умений участника должна проводиться исключительно через практическое выполнение Конкурсного задания. При выполнении Конкурсного задания не оценивается знание правил и норм WSR.

5.2 Структура конкурсного задания

Конкурсное задание может состоять из пяти полностью или частично независимых модулей.

Модуль А. Создание и подготовка 3D модели для производства по технологии SLM

Конкурсанту предоставляются параметрические 3D модели деталей агрегата, которые необходимо перепроектировать таким образом, чтобы:

- агрегат состоял из минимально возможного числа деталей;
- по габаритам он не превышал размеров исходного агрегата;
- в случае перепроектирования отдельных элементов, их значимые параметры были сохранены.

Перепроектированный агрегат должен учитывать возможности и ограничения SLM технологии (в т.ч. минимизацию возможного числа поддержек при построении и трудозатрат возможной постобработки, связанной с удалением поддержек).

Модуль В. Создание 3D модели и производство детали по технологии FDM

Конкурсанту необходимо спроектировать и изготовить на FDM 3D принтере детали в соответствии с техническим заданием.

Готовые детали должны быть изготовлены с учетом усадок, определенных конкурсантом самостоятельно.

Модуль С. Создание 3D модели и производство детали по технологии DLP/SLA

Конкурсанту необходимо, по имеющейся твердотельной модели, спроектировать метаформы (для изготовления деталей силиконовой формы) и изготовить эти метаформы с помощью DLP или SLA 3D принтера.

Метаформы должны обеспечивать максимально возможное качество поверхностей готовых деталей, достижимое при использовании данной технологии печати и тиражирования, а также минимизацию затрат на подготовку к построению, собственно построение и постобработку.

Модуль D. 3D сканирование

Конкурсанту необходимо максимально подробно оцифровать объект (по возможности избегая любых пропусков и потерь данных), получив в результате выровненную модель необходимой полигонизации, не содержащую 3D мусора и иных артефактов.

Модуль Е. Реверсивный инжиниринг и перепроектирование 3D модели по результатам 3D сканирования и ручных измерений

Конкурсанту необходимо восстановить геометрию детали по имеющимся полигональным моделям, скорректировать ее с учетом предоставленных требований, в случае, если технические возможности 3D принтера, объявленного в задании, не позволяют построить такую деталь как единую, - разделить ее на элементы, которые возможно будет собрать вместе.

5.3 Требования к разработке Конкурсного задания

Конкурсное задание должно включать модули, позволяющие оценить знания и умения в следующих областях:

1. 3D сканирование
2. Метрология
3. Реверсивный инжиниринг, перепроектирование и/или оптимизация
4. Подготовка к формообразованию
5. 3D печать

Типичные модули могут включать:

- 3D сканирование различных объектов:
 - из различных материалов;
 - с различными свойствами поверхностей;
 - с различной геометрической сложностью;
- Восстановление геометрии для последующего перепроектирования по имеющимся данным (в том числе неполным):
 - по полигональной модели исходной детали;

- по полигональным моделям ответных деталей;
- по ручным обмерам физической детали;
- Изменение геометрии созданной модели в соответствии с заданием
- Подготовка модели к формообразованию по технологиям DLP/SLA, FDM/FFF, SLM, и 3D печать (в рамках региональных чемпионатов достаточно DLP/SLA и/или FDM/FFF).

5.4 Разработка конкурсного задания

Конкурсное задание разрабатывается по образцам, представленным Менеджером компетенции на форуме WSR (<http://forum.worldskills.ru>). Представленные образцы Конкурсного задания должны меняться один раз в год.

5.4.1 Кто разрабатывает конкурсное задание/модули

Конкурсное задание разрабатывается независимым разработчиком в сотрудничестве с Менеджером компетенции.

5.4.2 Как разрабатывается конкурсное задание/модули

Конкурсные задания к каждому чемпионату разрабатываются на основе единого Конкурсного задания, утверждённого Менеджером компетенции и размещённого на форуме экспертов и/или на другом ресурсе, согласованном Менеджером компетенции и используемом экспертным сообществом компетенции для коммуникации, с обязательным дублированием итогового согласованного конкурсного задания, в рамках коммуникации на стороннем ресурсе, в раздел компетенции на форуме экспертов. Задания могут разрабатываться как в целом, так и по модулям. Основным инструментом разработки Конкурсного задания является форум экспертов и/или другой ресурс, согласованном Менеджером компетенции и используемом экспертным сообществом компетенции для коммуникации, с обязательным дублированием итоговых решений, принятых на стороннем ресурсе, в раздел компетенции на форуме экспертов.

5.4.3 Когда разрабатывается конкурсное задание

Конкурсное задание разрабатывается согласно представленному ниже графику, определяющему сроки подготовки документации для каждого вида чемпионатов:

Временные рамки	Локальный чемпионат	Отборочный чемпионат	Национальный чемпионат
Шаблон Конкурсного задания	Берётся в исходном виде с форума экспертов задание предыдущего Национального чемпионата	Берётся в исходном виде с форума экспертов задание предыдущего Национального чемпионата	Разрабатывается на основе предыдущего чемпионата с учётом всего опыта проведения соревнований по компетенции и отраслевых стандартов за 6 месяцев до чемпионата
Утверждение Главного эксперта чемпионата, ответственного за разработку КЗ	За 2 месяца до чемпионата	За 3 месяца до чемпионата	За 4 месяца до чемпионата
Публикация КЗ (если применимо)	За 1 месяц до чемпионата	За 1 месяц до чемпионата	Не применимо

Временные рамки	Локальный чемпионат	Отборочный чемпионат	Национальный чемпионат
Внесение и согласование с Менеджером компетенции 30% изменений в КЗ	Не применимо	Не применимо	Не применимо
Внесение предложений на Форум экспертов о модернизации КЗ, КО, ИЛ, ТО, ПЗ, ОТ	В день С + 1	В день С +1	В день С +1

5.5 Утверждение конкурсного задания

Главный эксперт и Менеджер компетенции принимают решение о выполнимости всех модулей и при необходимости должны доказать реальность его выполнения. Во внимание принимаются время и материалы.

Конкурсное задание может быть утверждено в любой удобной для Менеджера компетенции форме.

5.6 Свойства материала и инструкции производителя

При выполнении задания участнику конкурса, если требуется ознакомиться с инструкциями по применению какого-либо материала или с инструкциями производителя, он получает их заранее по решению Менеджера компетенции и Главного эксперта. При необходимости, во время ознакомления Технический эксперт организует демонстрацию на месте.

Материалы, выбираемые для модулей, которые предстоит построить участникам чемпионата (кроме тех случаев, когда материалы приносит с собой сам участник), должны принадлежать к тому типу материалов, который имеется у ряда производителей, и который имеется в свободной продаже в регионе проведения чемпионата.

6 Управление компетенцией и коммуникации

6.1 Дискуссионный форум

Все предконкурсные обсуждения проходят на особом форуме ([\(\(95\) R22 - Аддитивное производство - WorldSkills Russia - Zulip](https://t.me/joinchat/HJ3mZ1UBuyrvuubXtFCOmG)), в Telegram группе (<https://t.me/joinchat/HJ3mZ1UBuyrvuubXtFCOmG>). Решения по развитию компетенции должны приниматься только после предварительного обсуждения на форуме и/ или на другом ресурсе, согласованном Менеджером компетенции и используемом экспертным сообществом компетенции для коммуникации, с обязательным дублированием итоговых решений, принятых на стороннем ресурсе, в раздел компетенции на форуме экспертов. Также на форуме и/ или на другом ресурсе, согласованном Менеджером компетенции и используемом экспертным сообществом компетенции для коммуникации, должно происходить информирование обо всех важных событиях в рамках работы по компетенции. Модератором данного форума являются Международный эксперт и (или) Менеджер компетенции (или Эксперт, назначенный ими).

6.2 Информация для участников чемпионата

Информация для конкурсантов публикуется в соответствии с регламентом проводимого чемпионата. Информация может включать:

- Техническое описание;
- Конкурсные задания;
- Обобщённая ведомость оценки;
- Инфраструктурный лист;
- Инструкция по охране труда и технике безопасности;
- Дополнительная информация.

6.3 Архив конкурсных заданий

Конкурсные задания доступны по адресу <http://forum.worldskills.ru>. Так же эксперты, зарегистрированные на Форуме, имеют возможность запрашивать региональные КЗ у своих коллег.

6.4 Управление компетенцией

Общее управление компетенцией осуществляется Международным экспертом и Менеджером компетенции с возможным привлечением экспертного сообщества.

Управление компетенцией в рамках конкретного чемпионата осуществляется Главным экспертом по компетенции в соответствии с регламентом чемпионата.

7 Требования охраны труда и техники безопасности

См. документацию по технике безопасности и охране труда, предоставленную оргкомитетом чемпионата и правила ТБ и ОТ компетенции.

	Очки с боковой защитой	Лабораторные перчатки химическистойкие	Лабораторный халат по колено	Термозащитные перчатки	Обувь с закрытым мысом и пяткой	Защита органов слуха	Полнолицевая защитная маска	Головной убор	Одежда с длинными рукавами и штанинами
СИЗ для общей рабочей зоны					√				
Для работы в мастерской	√				√				√
Для работы с инструментом сверх 85 dB					√	√			√
Для работы с FFF/FDM во время печати	√			√	√				√
При работе с SLM машиной					√				√
При замене материала SLM машины		√	√		√		√	√	√
При работе с DLP/SLA		√			√		√		√

8 Материалы и оборудование

8.1 Инфраструктурный лист

Инфраструктурный лист включает в себя всю инфраструктуру, оборудование и расходные материалы, которые необходимы для выполнения Конкурсного задания для региональной, вузовской и юниорской лиг чемпионатов. Инфраструктурный лист обязан содержать пример данного оборудования и его чёткие и понятные характеристики в случае возможности приобретения аналогов.

При разработке Инфраструктурного листа для конкретного чемпионата необходимо руководствоваться Инфраструктурным листом, размещённым на форуме экспертов Менеджером компетенции. Все изменения в Инфраструктурном листе должны согласовываться с Менеджером компетенции в обязательном порядке.

На каждом конкурсе технический эксперт должен проводить учет элементов инфраструктуры. Список не должен включать элементы, которые попросили включить в него эксперты или конкурсанты, а также запрещенные элементы.

По итогам соревнования, в случае необходимости, Технический эксперт и Главный эксперт должны дать рекомендации Оргкомитету чемпионата и Менеджеру компетенции об изменениях в Инфраструктурном листе.

8.2 Тулбокс участника

Участник имеет право привезти с собой на площадку:

1. любое программное обеспечение, функциональность которого соответствует WSSS;
2. технические и инженерные справочники в виде самостоятельных книг или специальных приложений на рабочей станции;
3. клавиатуру, мышь, коврик;
4. оснастку для 3D сканирования (крепёжи, метки, столы и стойки с нанесёнными метками).

Так же эксперты могут договориться об использовании участниками собственных 3D сканеров (с такими же характеристиками, как представленные на площадке), ручных инструментов для измерений и финишной обработки.

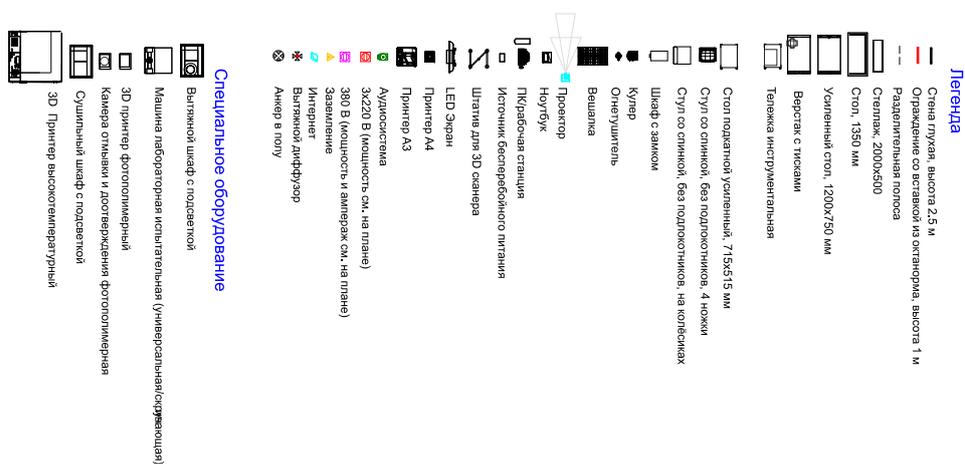
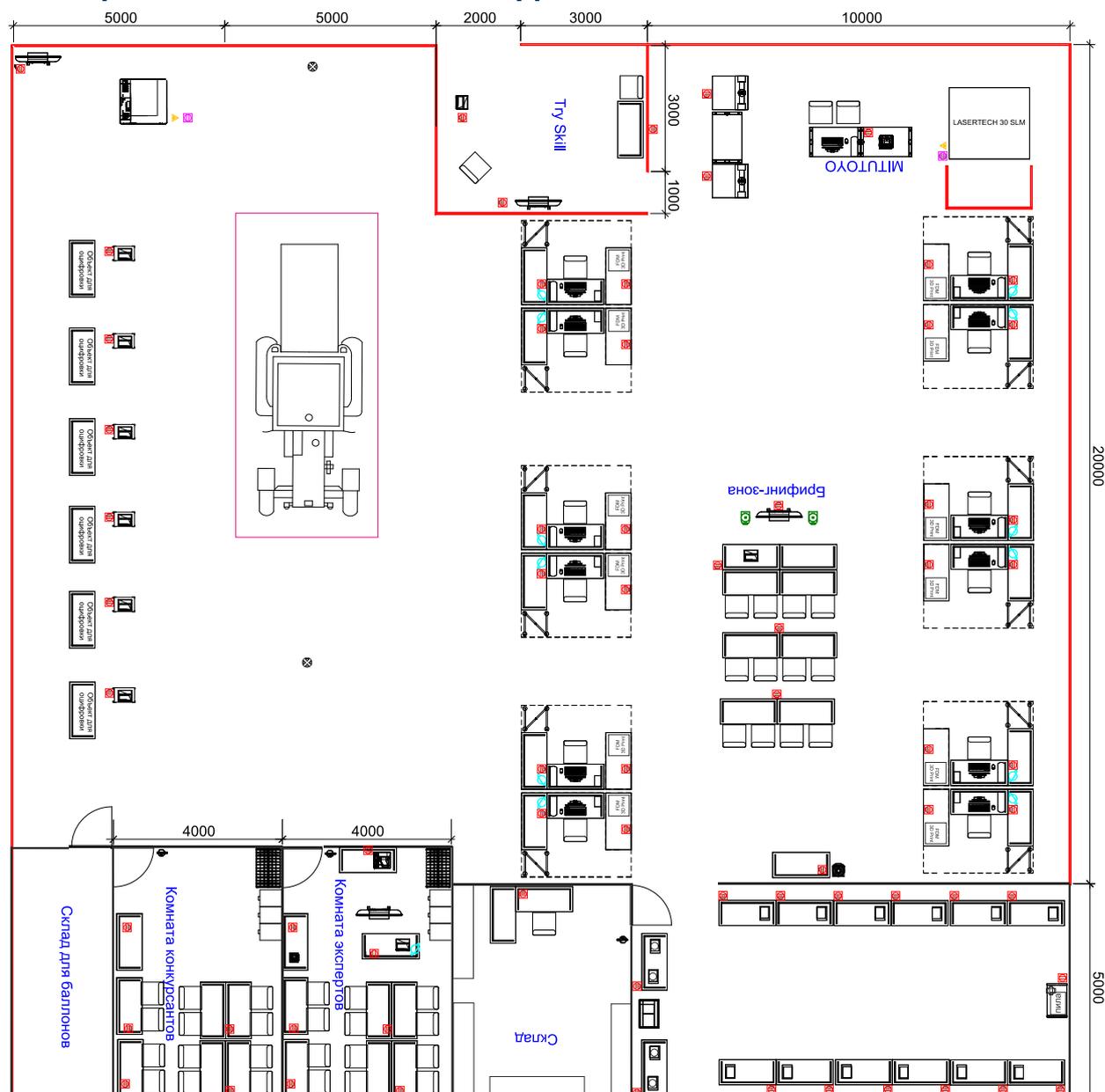
8.3 Материалы и оборудование, запрещенные на площадке

Любые материалы и оборудование, имеющиеся при себе у участников, необходимо предъявить Экспертам. Жюри имеет право запретить использование любых предметов, которые могут дать участнику несправедливое преимущество.

До начала соревнований эксперты определяют запрещенные материалы и оборудование.

Предмет/ситуация	Установленные правила
Карты памяти и иные накопители информации, имеющие возможность коммутации с рабочей станцией конкурсанта	Участники, эксперты и переводчики не должны приносить в рабочее помещение цифровые запоминающие устройства в какой-либо форме (флэшка / жесткий диск).
Персональные ноутбуки, планшетные ПК и мобильные телефоны	Участникам не разрешается использовать персональные ноутбуки, планшетные ПК и мобильные телефоны
Личные фото и видеоустройства	Участники, эксперты и переводчики имеют право использовать личные фото- и видеоустройства в рабочем помещении только при завершении конкурса.
Чертежи, записанная информация	Ни при каких обстоятельствах участникам не разрешается приносить заметки в рабочее помещение. Все записи, выполненные конкурсантом на рабочем месте, должны всегда оставаться на столе конкурсанта. Не разрешается получение никаких записей из-за пределов рабочего помещения до тех пор, пока не завершится конкурс.
Выход оборудования из строя	О вышедшем из строя оборудовании конкурсант должен немедленно уведомить экспертов, подняв свою руку. Эксперты отметят период времени, в течение которого конкурсант не мог использовать свое оборудование. Если конкурсант потерял время из-за отказа оборудования, тогда ему будет предоставлен соответствующий период времени после окончания стандартного времени модуля. Для работы, не сохраненной перед выходом оборудования из строя, не будет предоставлено никакого дополнительного времени. Так же, в случае, выхода из строя ПО из тулбокса, не будет предоставлено никакого дополнительного времени.
Охрана здоровья, техника безопасности и защита окружающей среды	Смотрите политику, правила и нормы «Ворлдскиллс» в области охраны труда, техники безопасности и защиты окружающей среды.

8.4 Предлагаемая схема конкурсной площадки



9. Особые правила компетенции

Правила для конкретных компетенций не должны противоречить Правилам Чемпионата или иметь приоритет перед ними. Они предоставляют конкретные уточнения и разъясняют пункты, которые могут изменяться от компетенции к компетенции. Они включают, в том числе, персональную вычислительную технику, устройства хранения данных, доступ в Интернет, процедуры и поток работ, а также управление и распределение документации.

ТЕМА	ПРАВИЛА, СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ДЛЯ КОМПЕТЕНЦИИ
<p>Определения и понятия</p>	<p>В случае возникновения спорных ситуаций обусловленных разной трактовкой определений и понятий, примененных в Конкурсном задании и Схеме оценки, следует руководствоваться трактовкой, определенной в следующих стандартах:</p> <p>ГОСТ Р 57558-2017/ISO/ASTM 52900:2015 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения</p> <p>ГОСТ Р 57589-2017 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы - часть 2. Материалы для аддитивных технологических процессов. Общие требования</p> <p>ГОСТ Р 57590-2017 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 3. Общие требования</p> <p>ГОСТ Р 57591-2017 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы - часть 4. Обработка данных</p> <p>ГОСТ Р 57588-2017 Оборудование для аддитивных технологических процессов. Общие требования</p> <p>ГОСТ Р 57586-2017 Изделия, полученные методом аддитивных технологических процессов. Общие требования</p> <p>ГОСТ Р 57587-2017 Изделия, полученные методом аддитивных технологических процессов. Методы контроля и испытаний</p> <p>ГОСТ Р 57911-2017 Изделия, полученные методом аддитивных технологических процессов. Термины и определения</p> <p>ГОСТ Р 57910-2017 Материалы для аддитивных технологических процессов. Методы контроля и испытаний металлических материалов сырья и продукции</p> <p>ГОСТ Р 59036-2020 Аддитивные технологии. Производство на основе селективного лазерного сплавления металлических порошков. Общие положения</p> <p>ГОСТ Р 59037-2020 Аддитивные технологии. Конструирование металлических изделий. Руководящие принципы</p>

	<p>ГОСТ Р 59130-2020 Аддитивные технологии. Подтверждение качества и свойств изделий для судостроения и морской техники</p> <p>ГОСТ Р 59038-2020 Аддитивные технологии. Подтверждение качества и свойств металлических изделий</p> <p>ГОСТ Р 59131-2020 Аддитивные технологии. Изделия фигурные из алюминиевых сплавов. Общие технические условия</p> <p>ГОСТ Р 58598-2019 Аддитивные технологии. Виды и методы неразрушающего контроля изделий</p> <p>ГОСТ Р 58600-2019 Аддитивные технологии. Неразрушающий контроль металлических изделий, изготовленных методами аддитивных технологий. Основные положения</p> <p>ГОСТ Р 59100-2020 Пластмассы. Филаменты для аддитивных технологий. Общие технические требования</p> <p>ГОСТ Р 59101-2020 Пластмассы. Филаменты для аддитивных технологий. Общие требования к технологическим процессам</p> <p>ГОСТ 28187-89 Отклонения формы и расположения поверхностей</p> <p>ГОСТ 26877-2008 Методы измерений отклонений формы</p> <p>ГОСТ 33693-2015 (ISO 20753:2008) Пластмассы. Образцы для испытания</p>
<p>Принцип определения качества полигонизации</p>	<p>При оценке качества поверхностей полигональных моделей, экспортированных для 3D печати (для целей уточнения п. 4.3.2, Параметры экспорта STL, ГОСТ Р 57590-2017), руководствоваться следующим:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Необходимый и достаточный уровень полигонизации определяется техническими возможностями конкретной аддитивной технологии (или 3D принтера), указанной в конкурсном задании; 2. Максимально возможный размер полигона должен быть меньше, чем разрешающая способность 3D принтеров той аддитивной технологии, которая указана в конкурсном задании.