

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

по профессии

**«Специалист по аддитивным
технологиям»**

с учётом стандарта Ворлдскиллс Россия по компетенции

«Изготовление прототипов»



worldskills
Russia

а к а

д е ■

м и я

2018 г.

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ



45

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОТОТИПОВ

Ставрополь
2018

Составители:

Калугин Денис Сергеевич – сертифицированный эксперт Ворлдскиллс Россия по компетенции «Изготовление прототипов», к.т.н., доцент кафедры «Механика и компьютерная графика» ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ

Кулаев Егор Владимирович – декан факультета механизации сельского хозяйства, к.т.н., доцент кафедры «Процессы и машины в агробизнесе», ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ

Данилов Михаил Владимирович - к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Процессы и машины в агробизнесе» ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ

- 1** Основные положения и понятия движения WSI и Ворлдскиллс Россия



- 2** Основные положения и понятия о WSSS компетенции «Изготовление прототипов»



- 3** Современные технологии в профессиональной сфере деятельности по компетенции «Изготовление прототипов»



- 4** Содержание профессиональных модулей по компетенции «Изготовление прототипов»



- 5** «Правила и методики подготовки и проведения демонстрационного экзамена и чемпионатов по компетенции «Изготовление прототипов»



1 Основные положения и понятия движения WSI и Ворлдскиллс

Россия

WorldSkills – это...

...международное некоммерческое движение, целью которого является повышение престижа рабочих профессий и развитие профессионального образования путем гармонизации лучших практик и профессиональных стандартов во всем мире посредством организации и проведения конкурсов профессионального мастерства, как в каждой отдельной стране, так и во всем мире в целом.

Миссия WorldSkills

«Развитие профессиональных компетенций, повышение престижа высококвалифицированных кадров, демонстрация важности компетенций для экономического роста и личного успеха».

Цели:

Профессиональная ориентация молодежи, а также внедрение в систему отечественного профессионального образования лучших международных практик по направлениям:

- Профессиональные стандарты и квалификационные характеристики;
- Обучение экспертов (мастеров) и приглашение иностранных экспертов;
- Обновление производственного оборудования;
- Система оценки качества образования;
- Корректировка образовательных программ;
- Привлечение бизнес-партнеров;
- Выявление лучших представителей профессий (компетенций) в возрасте от 16 до 22 лет (по отдельным компетенциям до 25 лет), в том числе с целью формирования Национальной сборной WSR для участия в международных чемпионатах WorldSkillsInternational (WSI).

Компетенция.

Термин "компетенция" обозначает набор знаний и навыков в рамках Спецификации Стандартов WorldSkills (далее - WSSS), описанного в разделе №2 Технического описания компетенции. Каждое соревнование WorldSkills в

рамках компетенции представляет собой оценку набора знаний и навыков, которые в совокупности отражают лучшие практики мировой индустрии по данной компетенции.

Методический пакет документов компетенции.

Пакет документов, протоколов и форм, необходимых для проведения соревнования по компетенции, формируется Экспертным сообществом и актуализируется по мере необходимости, но не реже, чем раз в год. Методический пакет документов по компетенции согласуется с Техническим департаментом Союза (далее - ТД).

В пакет документов входит:

Инфраструктурный Лист (далее - ИЛ) список всего необходимого оборудования, инструмента, расходных материалов, офисного оснащения и принадлежностей, необходимых для работы площадки. ИЛ может содержать примерное рекомендованное описание инструментального ящика участника (далее - Тулбокс).

Тулбокс список инструмента и расходных материалов, применимый для участия в соревнованиях, который привозит с собой участник. Состав Тулбокса формируется индивидуально. Подробная информация по тулбоксу содержится в Техническом описании, раздел №8.

План Застройки (далее - ПЗ) план застройки должен соответствовать ИЛ и отражать расположение оборудования, рабочих мест, ограждений, а также требования по подключению к информационным, энергетическим и системам снабжения площадки.



Рисунок 1 – Пример оформления плана застройки.

Техническое Описание (далее - ТО). Каждая Компетенция имеет Техническое Описание, в котором указано название Компетенции, описаны WSSS Компетенции, объем и содержание работ, процессы разработки, отбора, оценки, внесения изменений (если необходимо) и обнародования конкурсного задания, ход соревнований и особые для данной Компетенции требования к охране труда. ТО определяет материалы и техническое оснащение, которые должны/не должны либо могут взять с собой и использовать Конкурсанты во время соревнований. Техническое описание определяет, какие материалы и техническое оснащение запрещены на рабочей площадке. Также в техническом описании могут быть даны примеры застройки рабочих площадок, которые были на предыдущих соревнованиях по компетенции. В техническом описании не указываются материалы и технические средства, которые предоставляет Организатор Чемпионата — они отражены в Инфраструктурном Листе.

Конкурсное Задание (далее - КЗ). В каждой Компетенции имеется Конкурсное задание для соревнований или для проведения демонстрационного экзамена, на примере которого Конкурсанты демонстрируют свое мастерство. Конкурсное задание разрабатывается таким образом, чтобы позволить Конкурсантам продемонстрировать навыки, указанные в Техническом описании. Оно должно давать возможность оценивания Конкурсантов путем обеспечения широкого диапазона возможных оценок, а также минимизировать требования к пространству, инфраструктуре и ресурсам.

Критерии Оценки (далее - КО). Конкурсные задания оцениваются на базе критериев оценки, изложенных в техническом описании. Критерии оценки разделены на модули в соответствии со структурой Конкурсного задания. Вес критериев оценки и блоков WSSS не должны отличаться более чем на 10%.

Кодекс этики. Устанавливает этические нормы поведения лиц, вовлеченных в чемпионаты по стандартам WSR. Актуальная версия Кодекса этики размещена по адресу:

https://worldskills.ru/assets/docs//WSR_OD04_Kodeks_ehtiki_v1.0_RU.pdf

Международный эксперт (далее - МЭ). Сертифицированный эксперт Ворлдскиллс с постоянным статусом, назначенный Союзом Ворлдскиллс, который отвечает за взаимодействие с зарубежными экспертами, осуществляет подготовку членов национальной сборной по своей компетенции в рамках движения Ворлдскиллс в России.

Менеджер компетенции (далее - МК). Сертифицированный эксперт Ворлдскиллс, назначенный Союзом Ворлдскиллс по представлению Между-

народного эксперта, который отвечает за развитие компетенции в России.

Главный Эксперт (далее - ГЭ). Главный эксперт - это Эксперт, отвечающий за управление, организацию и руководство отдельной компетенцией в рамках конкретного чемпионата. Главные эксперты участвуют в планировании, управлении, организации и руководстве работой Экспертов (подготовка, проведение и оценка). Также они обеспечивают соблюдение соответствующих правил, регламентов и оценочных критериев и имеют возможность распределения Особых полномочий между аккредитованными экспертами компетенции. Главный эксперт назначается Техническим Департаментом Союза Ворлдскиллс из числа Сертифицированных экспертов.

Заместитель Главного Эксперта. Эксперт, отвечающий за содействие и помощь Главному эксперту в деле подготовки и проведения Чемпионата. Получает задания от Главного эксперта. Назначается Главным экспертом. Заместитель главного эксперта должен иметь опыт участия в чемпионате по стандартам ВСР в качестве эксперта жюри.

Технический администратор площадки. Технический специалист, ответственный за организацию работы площадки по компетенции в соответствии с Инфраструктурным листом, включая застройку, поставку, наладку оборудования и обеспечение расходными материалами. Технический администратор площадки назначается Оргкомитетом Финала.

Конкурсант. Учащийся в учебной организации профессионального образования либо сотрудник предприятия, представляющий свою организацию/предприятие в соревновании по компетенции.

Требования к конкурсному участнику. Для участия в соревнованиях участник должен: - обладать профессиональными знаниями и навыками необходимыми для выполнения Конкурсного задания - знать и соблюдать регламент соревнований, требования охраны труда, а также соблюдать кодекс этики - соответствовать возрастным рамкам, установленным данным Регламентом.

Эксперт-компатриот. Эксперт из того же региона/корпорации/учебной организации, что и Конкурсант. Эксперт является сопровождающим лицом участника на ФНЧ. Право допуска Эксперта-компатриота на конкурсную площадку устанавливается ГЭ по компетенции. Эксперт-компатриот не имеет права общаться или как-либо контактировать со своим участником во время проведения конкурсной части. Контакт разрешен только в присутствии другого эксперта, во время обеда (за исключением компетенций, в которых предполагается поиск и устранение неисправностей) и вовремя специально запланированного времени общения участников со своими экспертами согласно SMP. Эксперт-компатриот не допускается к су-

действию своего участника, за исключением следующих случаев:

- Оценка проводится «вслепую».
- Решением всех экспертов по компетенции о допуске эксперта к судейству на общих основаниях, в т.ч. своего участника.

В случае если хотя бы один из экспертов против, компатриот к судейству не допускается.

Лидер Команды. Лидеры команд – это лица, избранные регионами Российской Федерации, ассоциированными членами «Союза Ворлдскиллс Россия» для контакта со своими Конкурсантами в ходе официального времени проведения ФНЧ. В каждой участвующей команде от региона должно быть не меньше одного Лидера команды. Команда от региона в количестве более 20 Конкурсантов может иметь до 2 Лидеров команды. Команда в количестве более 30 Конкурсантов может иметь до 4 Лидеров команды. В ходе чемпионата Лидеры команд имеют неограниченный доступ к своим Конкурсантам, но им запрещен обмен технической информацией или вероятными решениями. Доступ на конкурсный участок возможен только с разрешения ГЭ.

Независимый Эксперт. Эксперт, принимающий участие в организации компетенции и / или работе жюри, не сопровождающий участника, а также не относящийся к категориям: Международный Эксперт, Менеджер компетенции, Главный Эксперт, Заместитель Главного Эксперта, Технический Администратор Площадки, Эксперт по Особым Полномочиям. Порядок взаимодействия Независимого Эксперта с участниками из своего региона/корпорации/учебной организации определяется решением экспертного сообщества.

Особые Полномочия. Главный эксперт компетенции может наделить экспертов из экспертного сообщества по данной компетенции определённым функционалом. Существуют следующие полномочия:

- Проверка паспортов участников и экспертов;
- Технический эксперт;
- Охрана труда (далее - ОТ);
- Хронометраж;
- Общение с прессой и посетителями;
- Внесение оценок в CIS;
- Охрана окружающей среды;
- Усовершенствование конкурсной документации.

Экспертное сообщество. Группа сертифицированных Экспертов, состоящая из специалистов по данной компетенции, владеющих методикой оценки по стандартам ВСП. Общение Экспертного сообщества должно происходить в рамках Форума экспертов.

Форум экспертов. Основными задачами Форума является создание, корректировка и согласование Конкурсной документации, а также принятие важных решений, влияющих на развитие компетенции и проведение соревнований.

Жюри. Группа Экспертов, ответственных за оценивание конкурсных заданий в рамках данной Компетенции. Жюри назначается Главным экспертом согласно Техническому описанию для каждой Компетенции отдельно из числа обученных экспертов экспертного сообщества. Главный эксперт может установить дополнительные оценочные мероприятия для выяснения профессионального уровня экспертов и формирования членов жюри по соответствующей части Конкурсного задания. В случае отсутствия достаточного количества Независимых экспертов, в жюри могут войти Эксперты-компатриоты. Процедура проведения оценки устанавливается регламентом соответствующего чемпионата.

Сертифицированный эксперт. Эксперт, которому в установленном «Положением о сертификации» порядке выдан сертификат эксперта Ворлдскиллс, действие которого не прекращено и данные о котором размещены в реестре сертифицированных экспертов Ворлдскиллс.

Сертификация Экспертов. Сертификация экспертов проходит согласно «Положению о сертификации» (Размещено по адресу <https://worldskills.ru/nashi-proektyi/ekspertnoe-soobshhestvo/dokumentyi/dokumentyi-dlya-sertifikaczii.html>).

Чемпионат. Понятие «Чемпионат Ворлдскиллс» (далее – Чемпионат) включает в себя проведение отдельных соревнований по компетенциям, церемоний открытия и закрытия, а также иных мероприятий, включенных в программу данного чемпионата.

Демонстрационный экзамен по стандартам Ворлдскиллс – это форма государственной итоговой или промежуточной аттестации выпускников обучающихся по программам среднего профессионального образования, высшего образования, которая предусматривает:

- моделирование реальных производственных условий, для демонстрации выпускниками профессиональных умений и навыков;
- независимую экспертную оценку выполнения заданий демонстрационного экзамена, в том числе экспертами из числа представителей предприятий;
- определение уровня знаний, умений и навыков выпускников в соот-

ветствии с международными требованиями.

CIS. Информационная система Чемпионата (CIS) – специализированное программное для обеспечения обработки информации о ходе соревнования. При проведении официальных чемпионатов по стандартам WSR использование CIS обязательно. Доступ к системе предоставляется по официальному запросу от организатора чемпионата Главному эксперту, Техническим департаментом Союза.

Задачи CIS - сбор данных о конкретном Чемпионате:

- Компетенции, Участники, Эксперты;
- обеспечение прозрачности процедур в соответствии со стандартами

WS;

- инструмент ввода оценок для экспертов;
- вычисление результатов;
- подготовка базовой аналитики.

Техническая поддержка системы CIS. В Союзе реализован сервис технической поддержки Системы CIS. Служба поддержки функционирует для помощи в организации и проведении Чемпионатов. Обращения принимаются от РКЦ регионов, являющихся ассоциированными членами движения и от Главных экспертов, работающих на Чемпионате.

eSim. Электронная система интернет-мониторинга (eSim) предназначена

для сбора информации о проведении Чемпионатов. Основной целью сбора данной информации является сквозной мониторинг.

Задачи:

- консолидация данных разных инстанций CIS со всех Чемпионатов;
- формирование единой базы данных всех Участников в РФ;
- подготовка аналитической информации по Чемпионатам и регио-

нам.

Охрана труда. Требования охраны труда должны находиться в приложении к документам по мероприятию и соревнованиям по компетенции, с которыми знакомятся Участники и Эксперты перед началом работы на площадке соревнований.

Дни проведения и подготовки чемпионата / демонстрационного экзамена.

(С-4) – (С4) дни проведения соревновательной и подготовительной части чемпионата, номер у буквы «С» является конкретным днем чемпионата. С1, С2, С3 – соревновательная часть чемпионата. С-4, С-3, С-2, С-1 подготовительная часть чемпионата.

Возрастные ограничения. Возраст Конкурсантов должен быть более 16 лет и не должен превышать 22 лет в год проведения чемпионата. Любые исключения, запрашиваемые в отношении конкретной компетенции, должны быть предложены Экспертами и согласованы с Техническим департаментом Союза.

Конкурсантами могут быть:

- обучающиеся образовательных организаций среднего профессионального образования;
- работающие профессионалы;
- студенты, обучающиеся по очной форме в образовательных организациях Высшего образования*;
- только граждане РФ;
- лица, не состоящие ранее или в момент проведения ФНЧ в составе Национальной сборной ВорлдСкиллс Россия.

* Образовательная Организация Высшего образования должна иметь договор ассоциированного партнерства с Союзом и разрешение на участие в ФНЧ по квоте субъекта РФ. Для ООВО субъекта РФ не требуется наличие отдельного договора ассоциированного партнерства, полученные результаты представителей не могут считаться достижением региона и идут в медальный зачёт непосредственно организации.

Выдвижение и аккредитация экспертов.

Каждый Субъект РФ может выдвинуть одного Эксперта-компатриота по каждой Компетенции, в которой он зарегистрирован. Работа в качестве члена жюри на Финале второго Эксперта от региона или ассоциированного члена не допускается. Эксперт считается Экспертом того Региона-участника, от которого он аккредитуется. Имена Экспертов направляются в адрес Принимающей стороны и Оргкомитета Финала не позднее 1 месяца до даты начала Финала и регистрируются на сайте. Участие Экспертов-компатриотов в каких-либо аспектах подготовки и оценки ФНЧ остается на усмотрение Главного эксперта. Если Главный эксперт не санкционирует участие Эксперта-компатриота в подготовке и оценке (полностью или частично), то Эксперту разрешается наблюдать за ФНЧ из-за пределов конкурсной площадки. Рабочая группа Союза назначает Главных экспертов по каждой компетенции.



Вопросы для самопроверки:

- a) Что такое методический пакет документов?
- b) Кто такой Менеджер компетенции?
- c) Что такое CIS?
- d) Что такое eSim?
- e) Кто такой Сертифицированный эксперт?
- f) Что такое Демонстрационный экзамен по стандартам Ворлд Скиллс Россия?

2 Основные положения и понятия о WSSS компетенции «Изготовление прототипов»

Наименование компетенции /профессии:

Изготовление Прототипов/ Специалист по аддитивным технологиям.

Описание соответствующей рабочей функции или вида деятельности практикующего специалиста:

Специалист по изготовлению прототипов занимается разработкой, созданием, испытанием и модификацией прототипов. Существует большая неопределенность, во многих областях, в отношении того, будет ли новая разработка в действительности соответствовать ожиданиям. Новые разработки нередко влекут за собой неожиданные проблемы. Прототип часто используется в процессе разработки продукта для того, чтобы дать инженерам и дизайнерам возможность изучить несколько вариантов решения, испытать разные теоретические концепции и удостовериться в реальных рабочих характеристиках до начала производства нового продукта. Специалист по прототипированию должен использовать свой опыт для изготовления концепта с учетом отдельных неизвестных величин, все еще присутствующих в предполагаемой разработке. Например, некоторые прототипы используются для подтверждения заинтересованности потребителя в предлагаемом дизайне, тогда как другие прототипы предназначены для проверки рабочих характеристик или пригодности конкретного конструкторского решения, по мере того, как проектируется, создается и тестируется целый ряд последовательных прототипов, формируется и готовится к производству окончательный вариант разработки. В большинстве случаев последовательная разработка новых прототипов позволяет постепенно улучшать параметры разработки. Широко распространена практика, когда разработка, испытание, оценка и последующее внесение изменений в конструкцию производятся на основании анализа прототипа. Многие организации по разработке новых продуктов привлекают к работе специалистов по прототипированию. Они имеют специализированное образование и навыки в области распространенных методик и приемов производства, которые позволяют перейти от теоретических разработок к производству реальных прототипов. Для компаний, вовлеченных в стремительный процесс создания прототипов и производства или функционального тестирования, создание прототипов является критически важным в выявлении и решении возможных проблем при проектировании и разработке. Ко-

манда с отличными навыками межличностных отношений и коммуникации обеспечит клиентам уверенность в том, что советы и рекомендации специалиста по результатам создания прототипов полностью совместимы с их производственными планами. Инженер по созданию прототипов должен владеть рядом навыков, таких как знание 3D CAD-систем и САМ-систем, включая фрезеровку, печать и иные виды машинной обработки САМ, вакуумное литье, создание прототипов с использованием ручных инструментов и механизмов, а также окрашивание распылением и финишная обработка.

WSSS компетенции «Изготовление прототипов»

Раздел		ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВАЖНОСТЬ [%]
1	Организация и управление работой	5
	Исполнитель должен знать и понимать: принципы и способы безопасного выполнения работ в общем и в применении к прототипированию; назначение, использование, уход и техническое обслуживание всего оборудования и материалов, а также их влияние на безопасность; принципы безопасности и защиты окружающей среды и их применение в отношении содержания рабочей зоны в хорошем состоянии; принципы и методы организации работы, контроля и управления; принципы коммуникации и сотрудничества; объем и ограничения собственной роли и ролей других людей, а также индивидуальные и коллективные обязанности и ответственность; параметры, в рамках которых планируется деятельность; принципы и методы управления временем. Необходимо быть способным: подготавливать и поддерживать рабочее пространство в безопасном, аккуратном и продуктивном состоянии; подготавливать себя к поставленным задачам, уделяя должное внимание технике безопасности и нормам охраны труда; планировать работу для максимизации продуктивности и минимизации нарушений графика; выбирать и безопасно использовать все оборудование и материалы в соответствии с инструкциями изготовителя; применять требования (либо превышать их) стандартов техники безопасности и норм охраны здоровья в отношении окружающей среды, оборудования и материалов; восстанавливать зону проведения работ до надлежащего состояния; вносить свой вклад в работу команды и организации в целом как, в общем, так и в конкретных случаях; предоставлять и принимать комментарии и поддержку.	
2	Разработка прототипов	5
	Исполнитель должен знать и понимать: предполагаемое предназначение конечного устройства, для которого делается прототип; принципы разработки; важность эффективного сотрудничества с другими специалистами; принципы и методы формального и неформального общения. Необходимо быть способным: улавливать и визуализировать сложные и абстрактные идеи; воплощать в разработке описательный текст, в письменной или в устной форме; обсуждать концепции разработки с клиентами или коллегами; разбираться в сложных технических чертежах и воплощать их в разработках; предоставлять экспертные советы и рекомендации относительно ограничений и новых возможностей клиентам и коллегам; сотрудничать с разработчиками продукта и инженерами для оказания помощи в разработке и тестировании компонентов; предоставлять инновационные решения проблем и задач.	
3	Технические Чертежи	15

	Исполнитель должен знать и понимать: возможности доступных для использования CAD-систем; техническую терминологию и символы, используемые в технических чертежах и спецификациях. Необходимо быть способным: готовить точные технические чертежи 2D, отображающие точную и однозначную информацию для будущих пользователей; готовить и подгонять по размерам технический чертеж 2D из данных 3D CAD; снабжать чертежи четкой маркировкой; точно измерять размеры и переносить их на чертежи и технические спецификации.	
4	Компьютерное моделирование (CAD)	20
	Исполнитель должен знать и понимать: выгоды, ограничения и преимущества различных CAD-систем. Необходимо быть способным: эффективно и креативно работать с всемирно известными и признанными системами 3D CAD; создавать данные 3D CAD прототипа в целом и компонентов в разобранном виде; уметь задавать точные и четкие размеры.	
5	Изготовление Прототипов	45
	Исполнитель должен знать и понимать: типы и характеристики материалов, используемых в процессе создания моделей прототипов; методы производства моделей; значимость точности в деталях и размерах; методы финишной обработки моделей прототипов; использование и уход за инструментом и оборудованием, которое использовалось для создания прототипа. Необходимо быть способным на следующее: производство моделей прототипа в соответствии с требованиями к конструкции, указанными материалами и спецификациями; передача и производство копий компонентов; подгонка прототипов с учетом отдельных неизвестных величин, все еще присутствующих в предлагаемой разработке; использование ручных инструментов и механизмов для производства прототипа; финишная обработка поверхности прототипа; использование измерительного оборудования; использование программного обеспечения CAM и фрезерных станков для производства точных моделей, производственных прототипов и инженерных компонентов; использование данных 3D CAD для генерирования траекторий для резки с использованием специализированного станочного программного обеспечения; производство моделей из стандартных пластиков; древесной целлюлозы с полиуретаном, смолы для литья, гелькоута, смолы для ламинирования, акрилового стекла, полиуретана, алюминия, смесей, ПВХ и т. д.; использование полиуретана и смолы быстрой отливки для производства отдельных частей и точных компонентов для предпроизводственной сборки; использования различных типов смолы для производства компонентов, которые могут быть прозрачными, теплостойкими, негорючими и гибкими; подгонка смол, подлежащих покраске и пигментированию, добавление стеклонаполнителя для того, чтобы придать жесткость, литье и формовка; выполнение производственных задач: обрезка, обработка наждачной бумагой, склеивание; применение позитивной и негативной формовки; корректировка второстепенных деталей продукта; создание и сборка компонентов; корректировка прототипов в соответствии с отзывами, полученными от инженеров и потенциальных пользователей.	
6	Покраска и постобработка прототипов	10
	Исполнитель должен знать и понимать: типы краски и красочных покрытий, необходимые для прототипа; назначение этикеток и наклеек; безопасное использование красок и шлифовальных материалов. Необходимо быть способным: производить финишную обработку поверхностей прототипа; производить покраску прототипа аэрозольным баллончиком; производить полировку окрашенных моделей; оснащать модели соответствующими этикетками; применять и тестировать новые типы красок и отделочных покрытий в целях удовлетворения потребностей.	
Всего		100

Аспекты

Каждый аспект подробно определяет одну позицию, которая будет оцениваться проставлением оценок, а также сами оценки или инструкции о том, как эти оценки должны выставляться. Аспекты оцениваются либо по измеримым параметрам, либо, по судейским аспектам, и появляются в соответствующей форме отметок. В оценочной ведомости, подробно перечисляется каждый оцениваемый аспект вместе присужденной отметкой и ссылкой на раздел компетенции согласно Спецификации стандартов. Сумма отметок по каждому аспекту должна попадать в диапазон отметок, определенных для каждого раздела компетенции в Спецификации стандартов.

Оценка и выставление оценок на базе Судейского Решения

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

- эталонов для сравнения (критериев), обеспечивающих подробное руководство по каждому аспекту.
 - шкала 0–3, чтобы обозначать:
 - 0 - результат ниже отраслевого стандарта;
 - 1 - результат соответствует отраслевому стандарту;
 - 2 - результат соответствует отраслевому стандарту и в отдельных моментах превышает его;
 - 3 - результат полностью превышает отраслевой стандарт и оценивается как отличный.

Каждый аспект оценивают три эксперта, а четвертый эксперт выступает в роли судьи, когда необходимо избежать дружественной оценки.

Оценка и выставление оценок по измеряемым параметрам.

Оценка каждого аспекта осуществляется тремя экспертами. Если не указано иное, присуждается только максимальная оценка или ноль баллов. Там, где для присуждения частичных оценок используются эталоны, они должны быть четко определены в рамках конкретного аспекта.

Выставление оценки по измеримым параметрам

ПРИМЕЧАНИЕ. Оценки рассчитываются путем расчетов ранжированного сопоставления CIS. Вычитание из оценки производится в виде процента от максимальной оценки.

Длины:

- Отклонение $\pm (0 - 0,15)$ мм, вычитание 0 %;
- Отклонение $\pm (0,16 - 0,2)$ мм, вычитание 20 %;
- Отклонение $\pm (0,21 - 0,25)$ мм, вычитание 40 %;
- Отклонение $\pm (0,26 - 0,3)$ мм, вычитание 60 %;

Отклонение $\pm (0,31 - 0,35)$ мм, вычитание 80 %;
Отклонение более $\pm (0,36 - \infty)$ мм, вычитание 100 %.

Углы:

Отклонение $\pm 0,5^\circ$ вычитание 0 %;
Отклонение $\pm 1,0^\circ$, вычитание 50 %;
Отклонение более $\pm 1,0^\circ$, вычитание 100 %.

Радиусы скругления и сложные поверхности:

Отклонение $\pm 0,5$ мм, вычитание 0 %;
Отклонение $\pm 1,0$ мм, вычитание 40 %;
Отклонение $\pm 1,5$ мм, вычитание 70 %;
Отклонение более $\pm 1,5$ мм, вычитание 100 %.

Следует измерять, по меньшей мере, одну кромку, скругление и угол.

Процедуры оценивания мастерства

➤ Эксперты определяют оцениваемые позиции и распределение оценок на Чемпионате.

➤ Форма судейской оценки, идентичная используемой экспертами, предоставляется каждому конкурсанту для обеспечения прозрачности.

➤ Главный эксперт и заместитель главного эксперта делят всех экспертов на несколько команд по выставлению оценок. В таких случаях учитывается опыт предыдущих Чемпионатов WorldSkills, а также культура, язык и континент.

➤ Если у экспертов есть возможность измерить размеры для выставления оценки по измеримым параметрам путем использования цифрового измерительного аппарата, эксперты могут принять соответствующее решение и организовать это на Чемпионате. В этом случае измерение производится профессиональным ассистентом, знакомым с процедурой.

➤ Если в рамках модуля происходит выставление судейской оценки и оценки по измеримым параметрам, сначала следует произвести выставление оценки по измеримым параметрам (каждый день, когда производится выставление оценок).

➤ Для каждого законченного модуля используется последовательное выставление оценок.



Вопросы для самопроверки:

1. Какие аспекты оценивают измеримые параметры?
2. Сколько экспертов оцениваю каждый аспект?
3. По каким параметра в первую очередь выставляются оценки?
4. По какой шкале выставляются оценки по судейским аспектам?

3

Современные технологии в профессиональной сфере деятельности по компетенции «Изготовление прототипов»

Технологии и инструменты Изготовления прототипов

- 2D/3D моделирование;
- Программный инструментарий для подготовки трехмерных моделей к 3D печати;
- Технологии 3D печати;
- Технологии лазерного 3D сканирования;
- Реверсивный инжиниринг;
- САМ обработка;
- Лазерный и фрезерный раскрой материалов;
- Технологии окраски и постобработки прототипов.

Применяемое программное обеспечение

<u>САПР/CAD</u>	<u>Подготовка к 3D печати /RapidPrototyping</u>	<u>Реверсивный инжиниринг / Ri</u>
• КОМПАС 3D	• Magics	• Geomagic Design X
• Autodesk Inventor		
•	• 3-matic	• Geomagic Control X
• Autodesk FUSION 360		
• SolidWorks	• NETFABB	• Autodesk FUSION 360
• APM WinMashine		
• SketchUp		



Вопросы для самопроверки:

1. Перечислите известные САПР/CAD системы?
2. Назовите инструменты для подготовки 3D моделей к печати?
3. Назовите инструменты для реверсивного инжиниринга?

Различия в традиционном и аддитивном изготовлении прототипов.

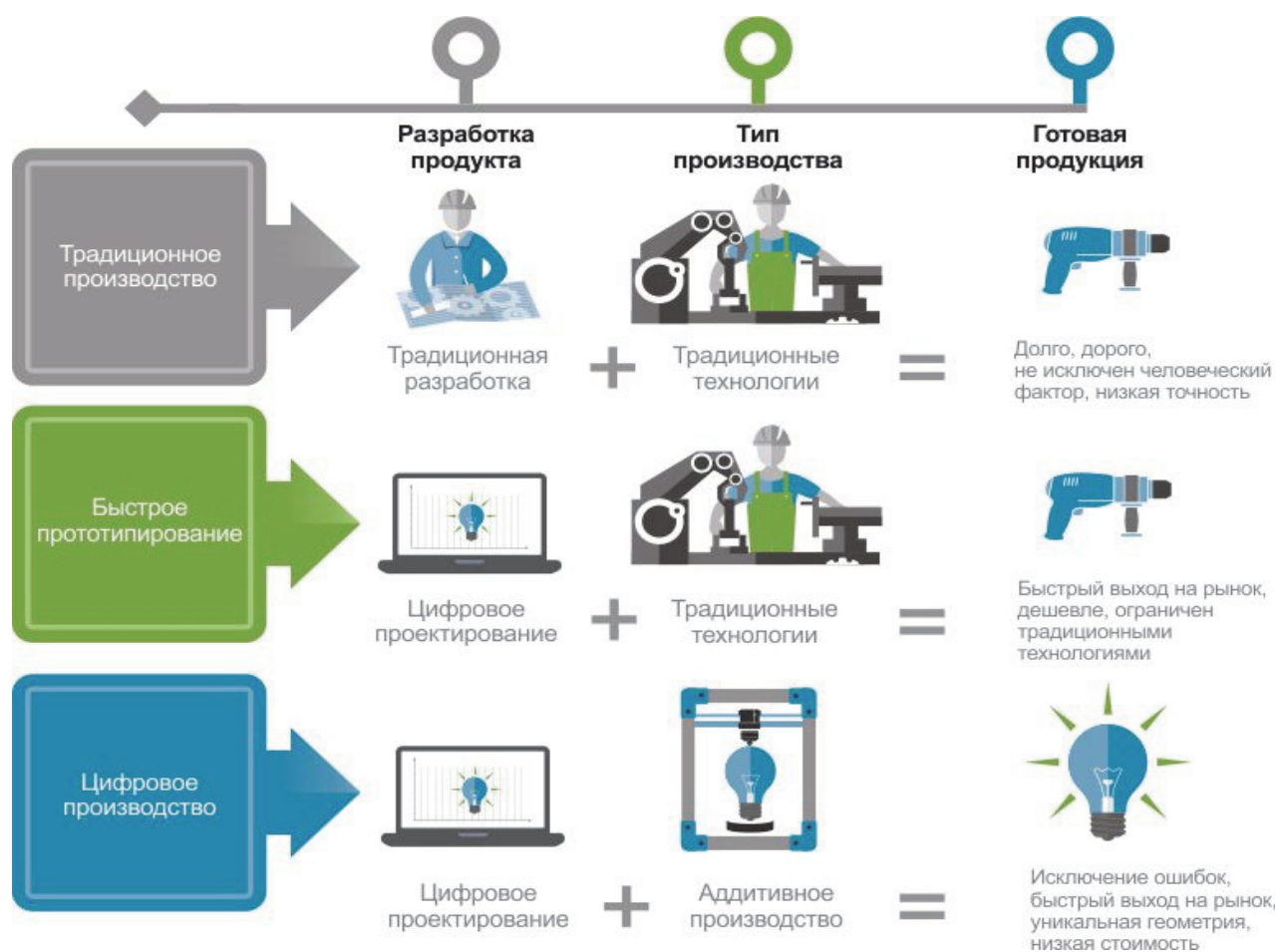


Рисунок 2 – Схема различий технологий изготовления прототипов

Аддитивные технологии и их преимущества

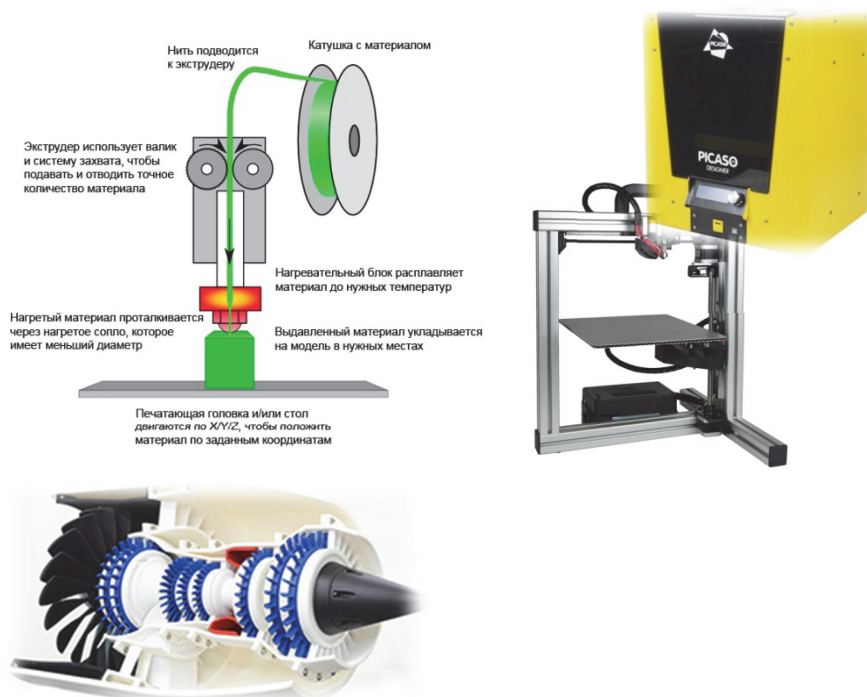
Общую схему аддитивного производства прототипа можно изобразить в виде следующей последовательности:



Рисунок 3 – Схема производства прототипа (аддитивная технология)

Технологии аддитивных производств

Технология трехмерной печати FDM (Fused deposition modeling), печать пластиком, подающимся в виде прутка



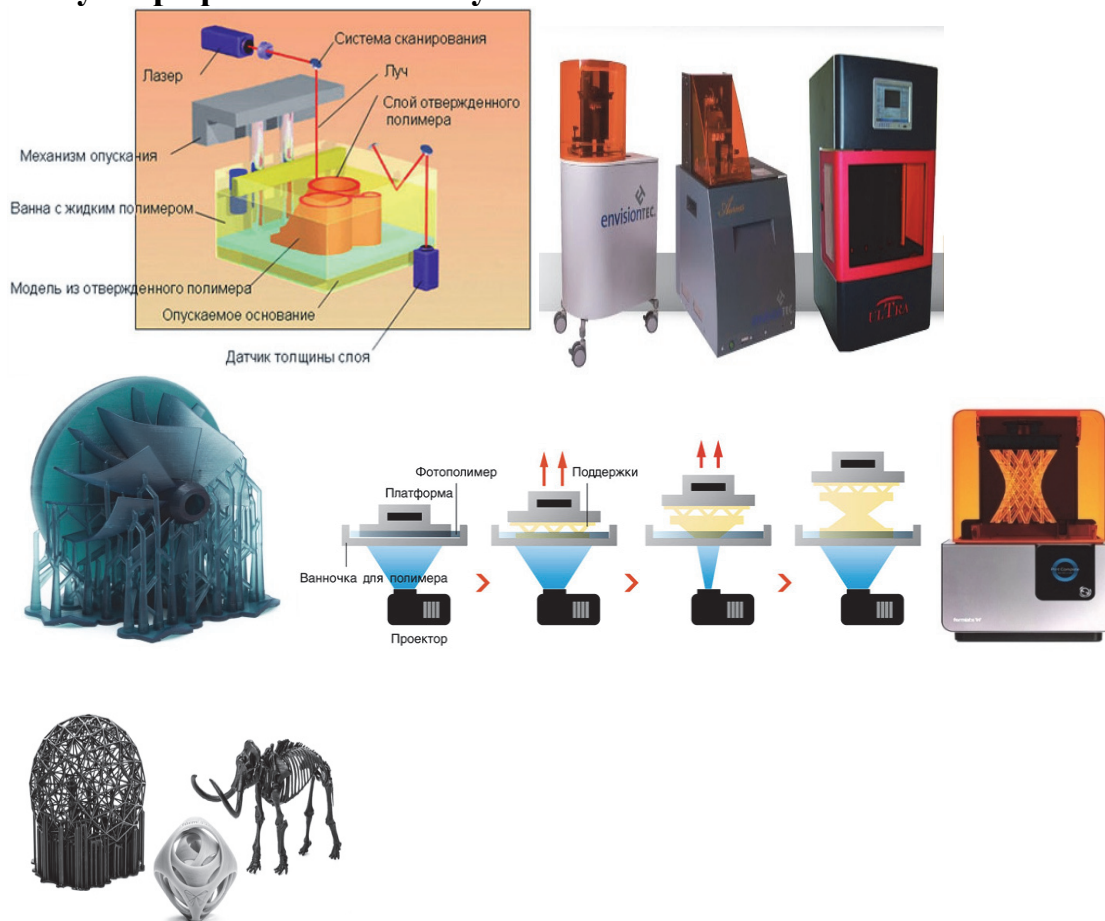
Технология трехмерной печати SLM (Selectivelasermelting), прямая печать металлами (спекание лазером металлического порошка)



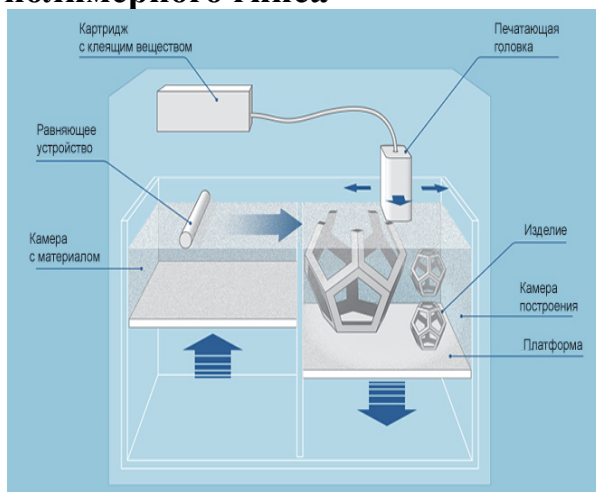
Технология трехмерной печати SLS (Selectivelasersintering), печать по средствам лазерного спекания пластикового порошка



Технология трехмерной печати SLA / DLP (стереолитография), печать по средствам отверждения фотополимера под воздействием лазерного или ультрафиолетового излучения

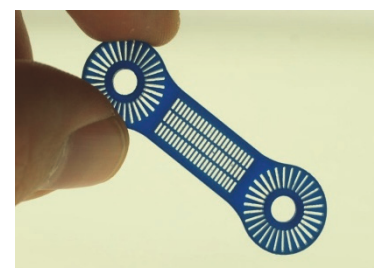
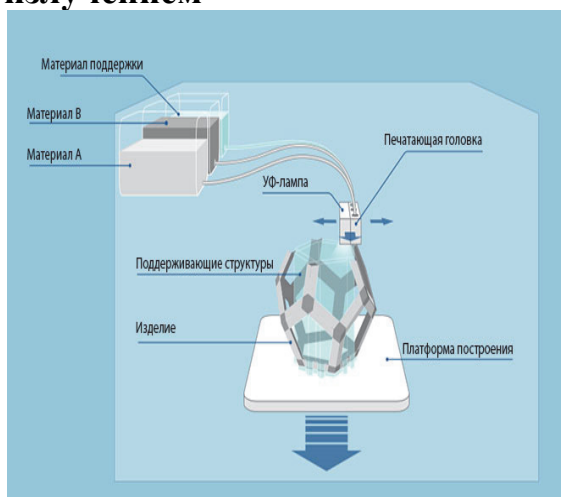


Технология трехмерной печати CJP (Colorjetprinting), печать по средствам жидких цветных связующих веществ из порошка на базе полимерного гипса





Технология трехмерной печати MJP (MultiJetPrinting), печать по средствам выпрыска различных фотополимеров на рабочий стол с последовательным отверждением каждого слоя ультрафиолетовым излучением





Вопросы для самопроверки:

1. Перечислите известные технологии производства прототипов?
2. Что такое технология MJP?
3. Что такое технология CJP?
4. Что такое технология SLA или DLP?
5. Что такое технология FDM?
6. Что такое технология SLS?
7. Что такое технология SLM?
8. В чем принципиальные отличия технологий производства прототипов?

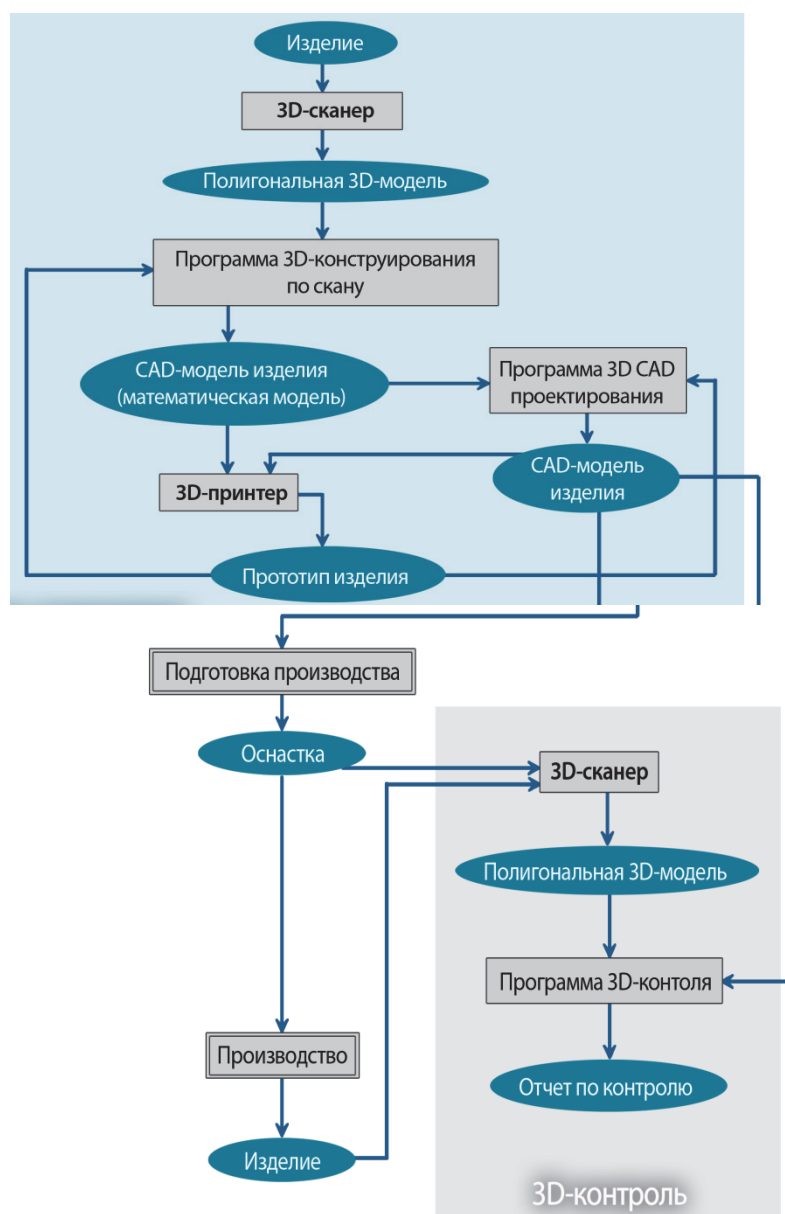
Технологии неразрушающего контроля

Трехмерное или 3D-сканирование - это процесс перевода физической формы реального объекта в цифровую форму, то есть получение трехмерной компьютерной модели объекта.

Существует 2 вида задач, которые решаются при помощи 3D-сканеров:

1. **Реверс-инжиниринг.** К этому типу задач относятся любые задачи, связанные с использованием полученной 3D модели для любого вида компьютерного моделирования или прототипирования.
2. **Контроль.** К задачам контроля относятся любые задачи, связанные с инспекцией или анализом геометрических параметров сканируемого объекта.

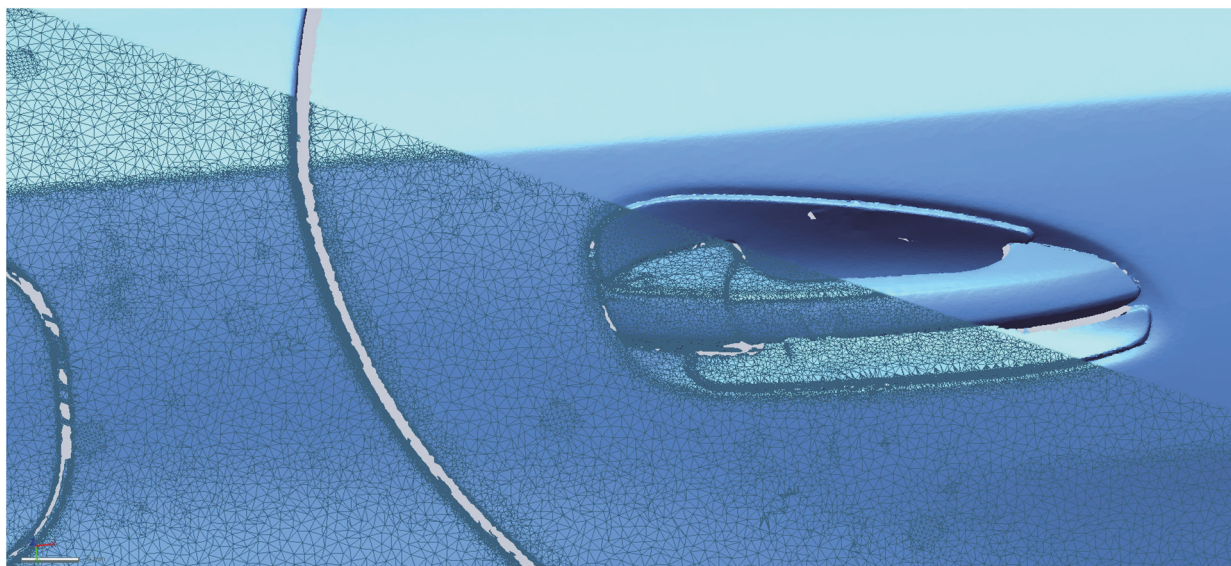
Алгоритм выполнения трехмерного сканирования и контроля



Вопросы для самопроверки:

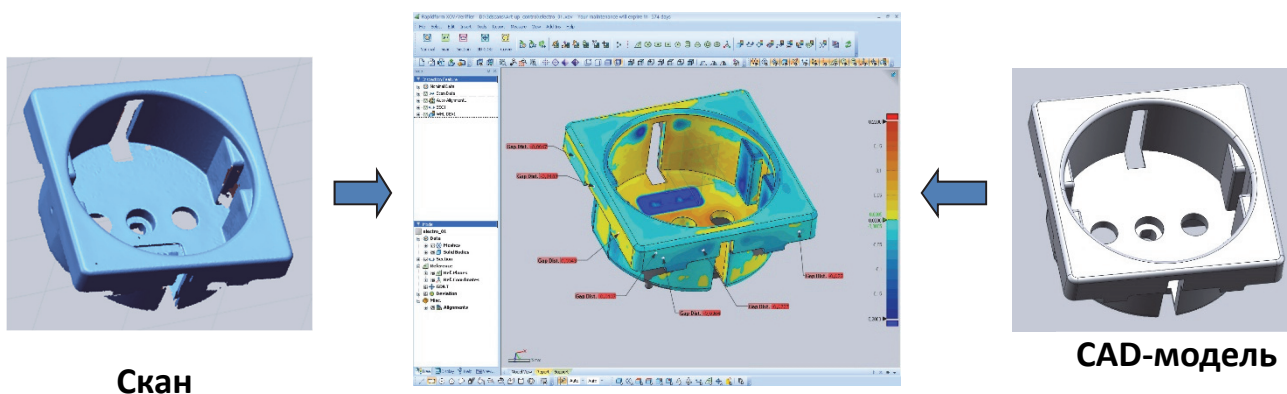
Что мы получаем на выходе с 3D-сканера?

На выходе со сканера мы имеем либо облако точек (то есть набор XYZ-координат измеренных точек объекта), либо полигональную модель (триангулированное облако точек, то есть представление модели в виде набора треугольников).

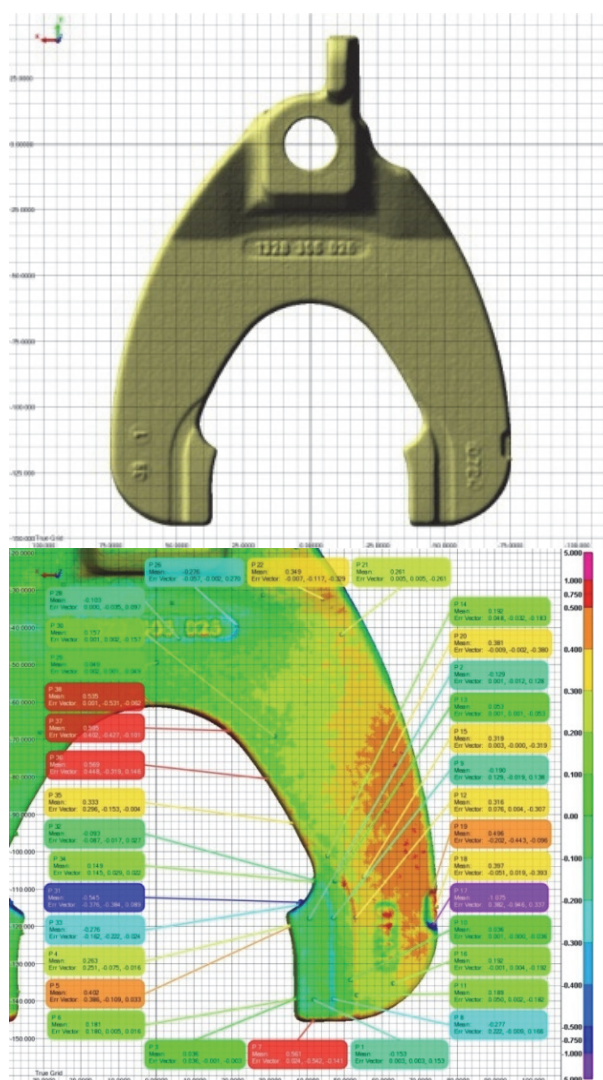


Основные задачи при инспекции изделий:

- Сравнение скана с 3D CAD-моделью (конструкторской документацией);
- Создание сечений и сравнение с данными 2D-чертежей;
- Обмер изделия по полученной 3D-модели;
- Оценка погрешностей формы и расположения (плоскостность, параллелизм, концентричность и т.п.);
- Сравнение 2х и более сканов между собой, например, сравнение со сканом эталонного изделия.



Для анализа качества изготовления деталей совместно с 3D-сканером используется различное специализированное программное обеспечение:
К примеру – Geomagic CONTROL X



Технологии трехмерного сканирования

Контактные сканеры

К первому типу сканеров относятся CMM (coordinatemeasuringmachine - координатно-измерительные машины).





Эти устройства напоминают промышленные ЧПУ станки, на массивном основании, но вместо шпинделя крепится измерительная головка с рубиновым шариком на конце. Сканирование, или контроль геометрических размеров производится контактным способом. Щуп медленно подходит к измеряемому объекту, регистрируя малейшее касание.

Так же существуют системы с подвижными «суставами», в которых установлены высокоточные энкодеры. При перемещении сканирующего органа оператором эти датчики фиксируют перемещение всей системы и на основе этих данных строит трехмерную модель изделия.

Данные сканеры широко применяются на высокоточных производствах для контроля геометрических размеров выпускаемой продукции. Так же при помощи данных устройств можно произвести “полное” сканирование и получить облако точек.

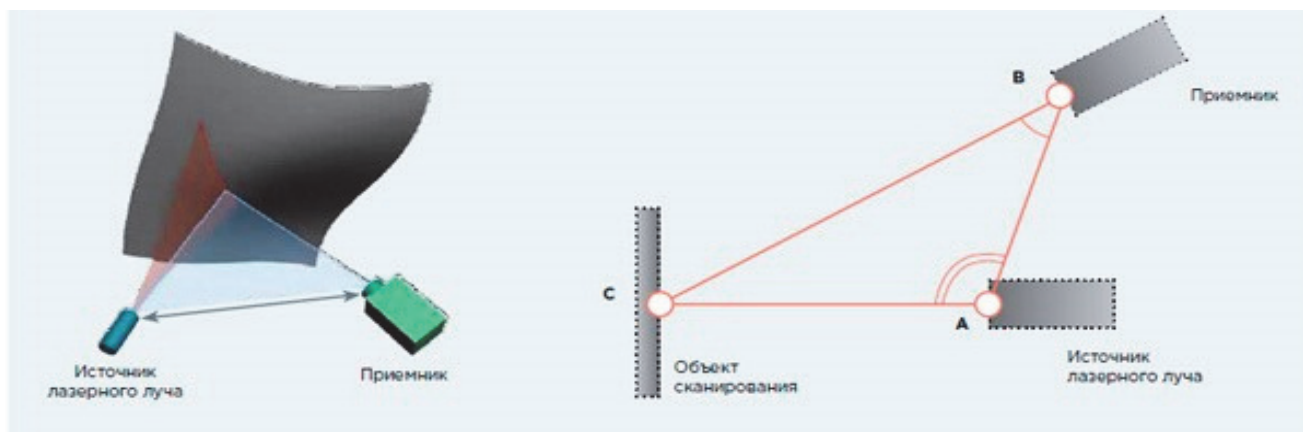
Но данная технология не идеальна, и имеет ряд ограничений, таких как:

- Низкая скорость сканирования
- Невозможно (чаще всего) сканировать поднутрения и малые отверстия
- Установки стационарны и массивны. Поэтому применение их в 3D съемке ландшафта и архитектурных объектов невозможно.

Бесконтактные активные сканеры

Бесконтактные сканеры делятся на несколько типов по способу сканирования. Условно их можно разделить на лазерные и оптические.

Лазерные сканеры



Основная часть лазерных сканеров работает на принципе триангуляции. Суть триангуляционных 3D сканеров состоит в том, что высоко контрастная камера ищет лазерный луч на поверхности объекта и измеряет расстояние до него. При этом оптическая ось камеры и лазера разнесены, а расстояние между ними и угол заведомо известны. Таким образом, путем нехитрых геометрических измерений мы можем достаточно точно измерить расстояние до объекта, быстро получив облако точек. По сравнению со сканерами измеряющими время отклика луча этот класс устройств имеет ограничения по дальности сканирования, но при этом сканирует объекты с высокой точностью.

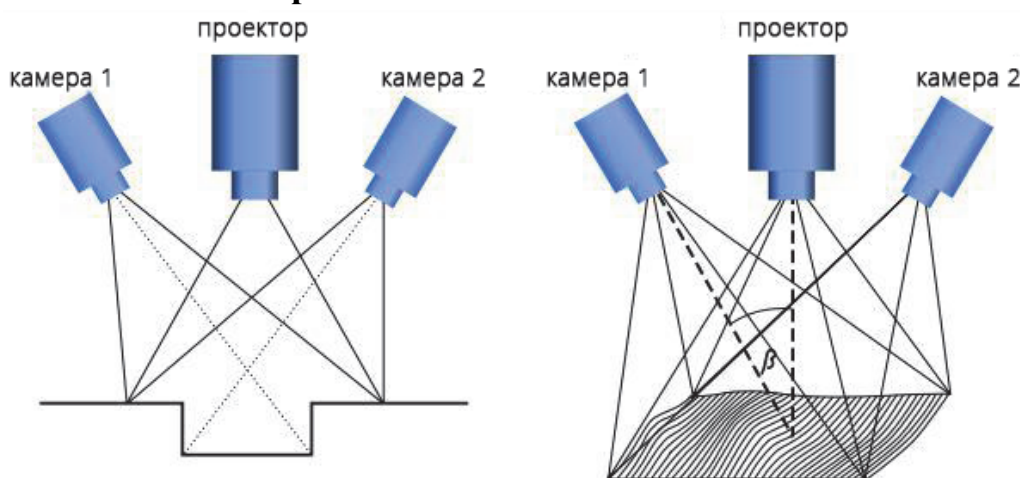
По сравнению с промышленными сканерами, стоимость данных устройств более демократична, и доступна большому кругу энтузиастов. Не зря такие сканеры стали настолько популярны. Эти сканеры идеально подходят для сканирования не больших объектов, например художественных фигурок или детских игрушек, для последующей печати на 3D принтере или получения 3D модели для использования в анимации или компьютерных играх.

А так же данные сканеры уже используются в образовательных целях во многих Российских школах и учебных заведениях.





Оптические сканеры

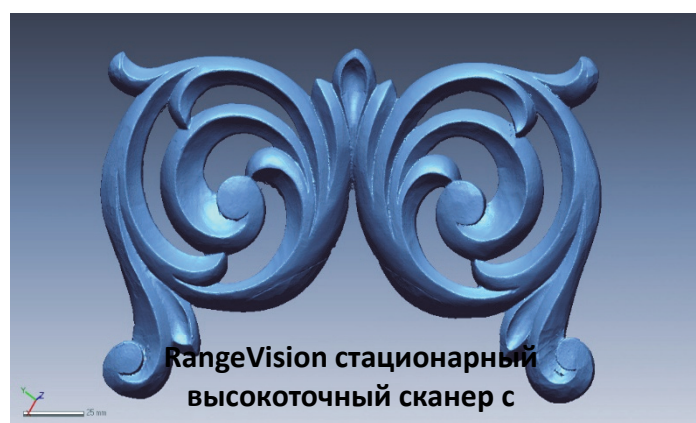
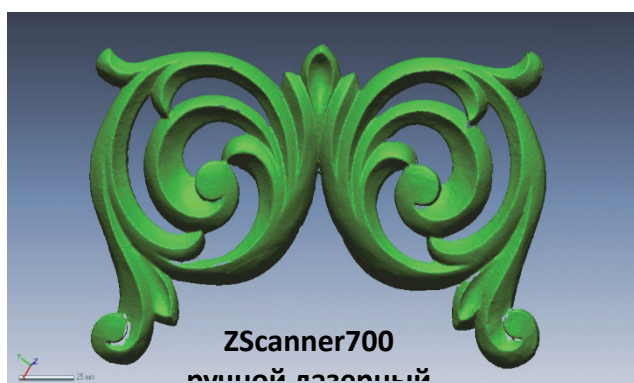
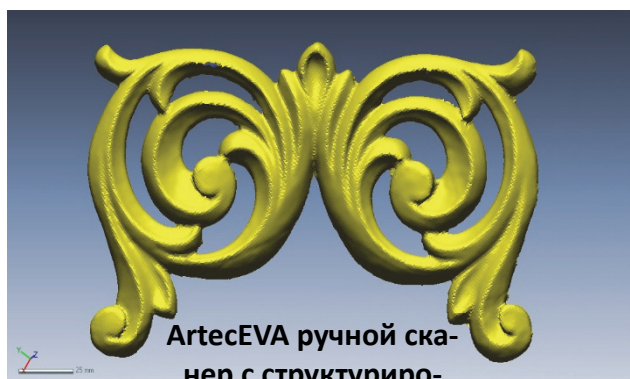


Переходя к оптическим сканерам, хочется отметить сканеры, основанные на методе сканировании структурированным светом. Эти устройства представляют собой одну или две видео камеры в связке с кинопроектором. При засветке сканируемого объекта “зеброй” или черно-белыми квадратами, которые расположены в шахматном порядке, камеры анализируют искривления полученной картинки и на основе этих данных строят 3D модель. Этот метод широко применяется для реверс-инжинеринга, сканирования ювелирных украшений, часто применяется в медицине (протезирование). Особо стоит отметить использование данных сканеров в протезировании, так как трехмерное сканирование и печать в данной сфере работает максимально эффективно. Данная технология позволяет максимально точно изготовить косметический, функциональный или стоматологический протезы. Яркий пример такого сканера – Range Vision.

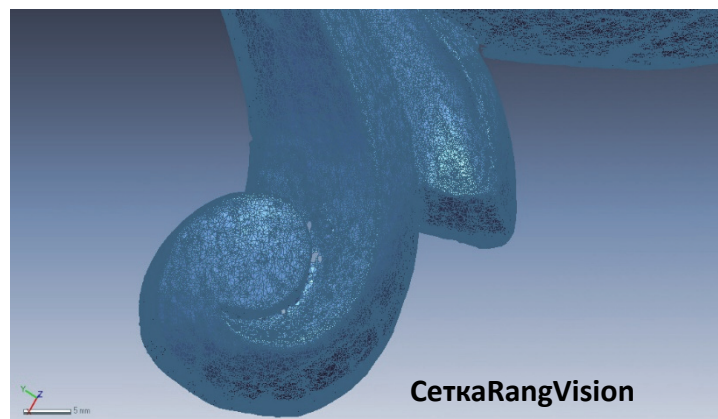
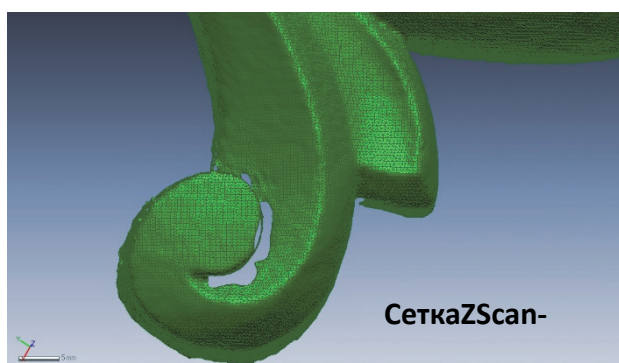
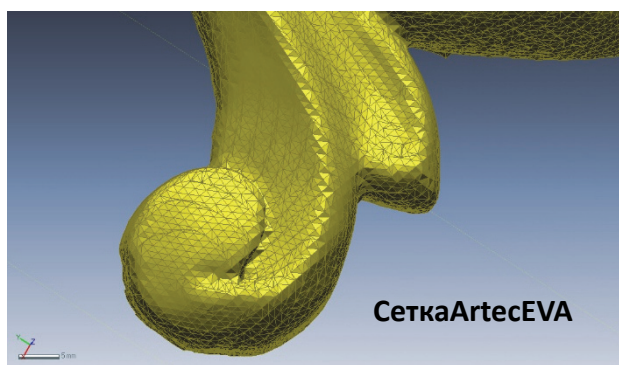
К недостаткам данной технологии можно было бы отнести ограничение по возможности сканирования крупных объектов, но данная задача эффективно решается путем нанесения на объект специальных маркеров, которые позволяют сканировать большие объекты по частям с последующей «склеивкой» модели.



Сравнение итогов работы 3д сканеров



Сравнение сетки моделей полученных 3D сканерами



Вопросы для самопроверки:

1. Назовите типы и подтипы 3D сканеров?
2. В чём заключаются их принципиальные отличия?
3. Какой из типов 3D сканеров наиболее распространён?
4. Какой тип 3D сканеров является высокоточным на малых областях?

Технологии САМ обработки (изготовление деталей прототипов на станках с ЧПУ)

К технологиям САМ обработки можно отнести работу на станках с ЧПУ, лазерно-гравировальных станках, установках плазменного раскроя, работа на планшетных резчиках и т.д.

Наиболее популярными технологиями САМ обработки применяемыми при изготовлении прототипов, являются обработка на станках с ЧПУ и лазерно-гравировальных станках.

Применяемое программное обеспечение

Практически каждая САПР / CAD имеет либо встроенные либо надстраиваемые модули по программированию САМ обработки и написанию управляющих программ для станков с ЧПУ, а также имеют возможность добавления или выбора постпроцессора под конкретное оборудования для адекватного выполнения им изготовления спроектированной модели. Следует отметить, что так же существует и отдельно стоящие программные продукты направленные непосредственно на САМ обработку.

Наиболее распространенными программными продуктами и САПР для САМ обработки при изготовлении прототипов являются:

Специализированное ПО для САМ обработки	САПР с встраиваемыми модулями САМ обработки	САПР со встроенным модулем САМ обработки
MasterCAM	Autodesk Inventor с модулем HSM	Autodesk Fusion 360
Autodesk ArtCAM	Solid Works с модулем CAMWorks	

Основные части станка с ЧПУ

Современный станок с ЧПУ представляет собой сложный автоматизированный комплекс для фрезерования заготовок из дерева, пластика, металла, камня и пр. Автоматизированный комплекс, помимо «классических» механизированных узлов, включает в себя электронные компоненты автоматического контроля и управления режимами обработки. Электронная система базируется на алгоритмах числового программного управления (ЧПУ) и в значительной степени упрощает работу на оборудовании. Станок работает по заранее введенной программе и в течение рабочего цикла не требует вмешательства оператора.



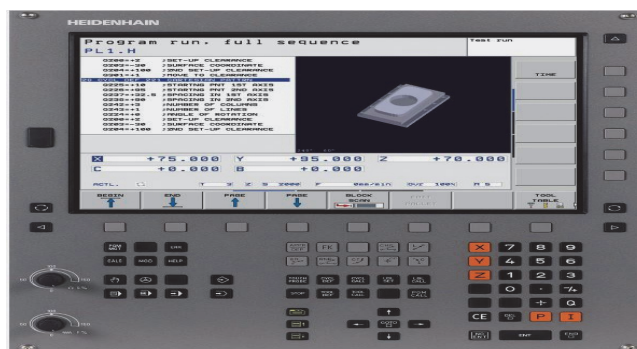
Механическая подсистема станка состоит из станины, рабочего стола с зажимными приспособлениями, подвижного портала со шпинделем, цанговым патроном и цанги для закрепления инструмента, шаговых электродвигателей и ряда других вспомогательных деталей. Одним из главных элементов станка, непосредственно осуществляющих обработку заготовки, является фреза.

Режущая часть фрезы бывает различных форм и размеров – в соответствии с задачами обработки и видом материала заготовки :



Электронная часть станка включает в себя контроллер ЧПУ, вспомогательные электронные компоненты и их соединения. Для управления системой, станок может комплектоваться специальным **DSP-контроллером**, или подключаться к РС. Электронная «начинка» станка работает под управлением собственного программного обеспечения. Задача этого «софта» - декодировать загруженную программу (чертеж-рисунок требуемой детали) и

транслировать её в специфические G-коды – электрические команды двигателям станка. Таким образом, программным алгоритмом для функционирования станка является файл векторного графического формата. Записав файл-программу в оперативную память контроллера, оператору остаётся выбрать режим работы станка (черновая, чистовая, трёхмерная) и частоту оборотов – в соответствии с видом материала заготовки и применяемой для обработки фрезы.

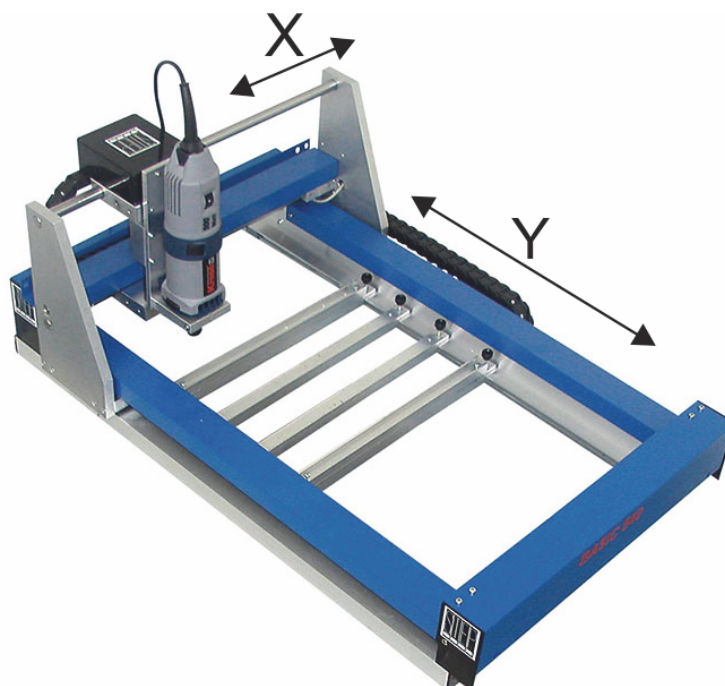


Контроллер для работы с ЧПУ станком

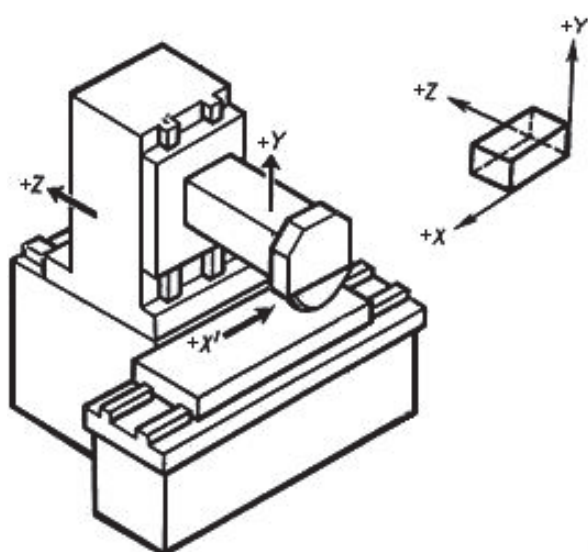
Базовые классы станков

В основном различают фрезерные станки по количеству осей вращения, они бывают: 2 - осевые, 3 - осевые, 4 - осевые, 5 - осевые. Ниже рассмотрены каждый из этих типов, в чем их преимущества и какие виды работ они могут выполнять. Предназначены для раскроя, резки и гравировки таких материалов как: металл, пластик, дерево, камень.

Станки 2х - осевые



Станки 3х - осевые



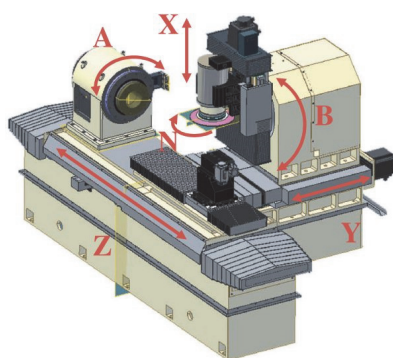
Эти машины в отличие от предыдущего типа имеют еще одну поворотную ось (ось Z). Эта функция позволяет регулировать глубину отверстий, станок также работает с металлами, деревом, камнем, пластиком и выполняет функции сверления, гравировки, раскроя и т.д., имеют очень большое преимущество перед предыдущими моделями, так как имеют функцию поворота шпинделя. Тем самым они могут обрабатывать материал под разными углами и разной глубиной сверления, остальные машины на это не способны.

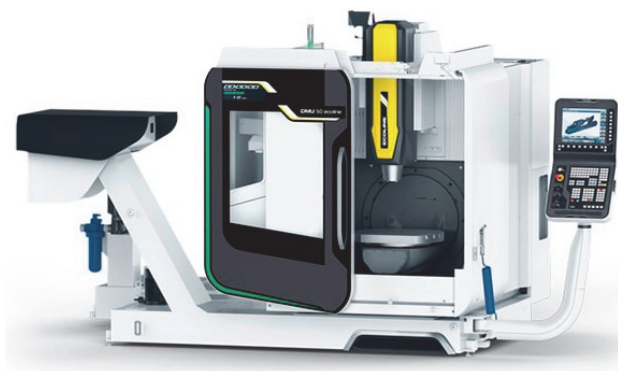
Станки 4х - осевые



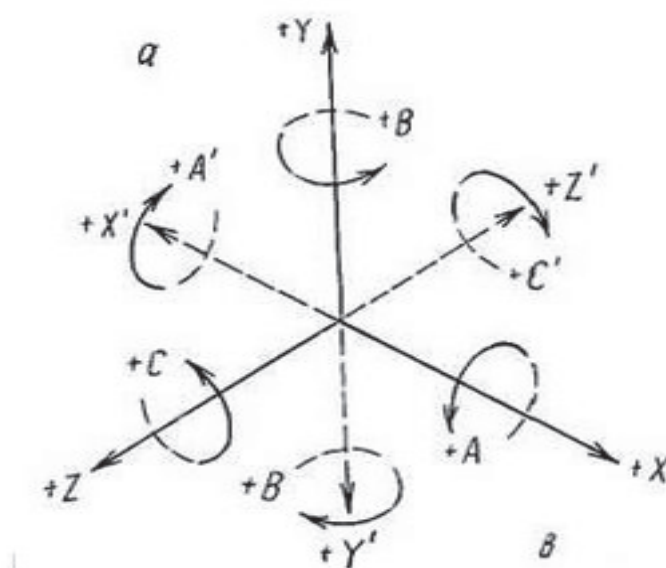
Станки 5ти - осевые),

Как понятно из названия, имеют 5 плоскостей в которых могут работать. Это позволяет им проходить труднодоступные участки материала, увеличивает количество форм и исполнений, относится к профессиональному оборудованию, где важна точность изготовления и сложность форм.





В качестве единой системы координат для всех станков с ЧПУ принята правая система, при которой оси X , Y , Z указывают положительные направления перемещений инструмента относительно неподвижных частей станка. Положительные направления движения заготовки относительно неподвижных частей станка указывают оси X' , Y' , Z' направленные, противоположно осям X , Y , Z . Таким образом, положительными всегда являются такие движения, при которых инструмент и заготовка удаляются друг от друга.



В станках с перемещением рабочих органов в трех взаимно-перпендикулярных направлениях оси часто обозначают X , Y , Z независимо от того, перемещается заготовка или инструмент.

Круговые перемещения инструмента (например, поворот оси шпинделя фрезерного станка) обозначаются буквами A (вокруг оси X), B (вокруг оси Y), C (вокруг оси Z), а круговые перемещения заготовки (например, управляемый по программе поворот стола на расточном станке) — соответственно буквами A' , B' , C' . В понятие «круговые перемещения» не входит вращение шпинделя, несущего инструмент, или шпинделя токарного станка.

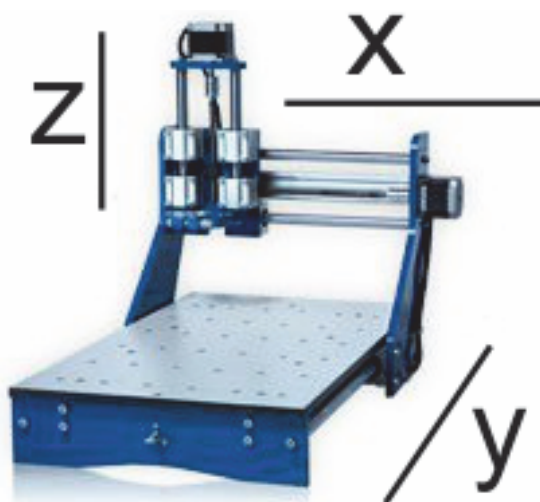
Задачи оператора при работе с ЧПУ станком

Функции оператора станочного комплекса, оборудованного ЧПУ, сводятся к смене и закреплению заготовок, установке требуемого типа фрезы, инсталляции управляющей программы, активации процесса и общим наблюдениям за процессом работы станка. Перед началом обработки работоспособность станка проверяется запуском специальной тестирующей программы. Оператору следует проверить надёжность крепления заготовки и фрезы, её соответствие обрабатываемому материалу, все остальные процессы и настройки выполняет программное обеспечение станка. ПО (программное обеспечение) позволяет: автоматизировать процесс обработки; организовать многостаночное обслуживание в серийном и мелкосерийном производстве; повысить производительность труда и качество обработанных деталей.

Типы станков

Посредством настольного фрезерного станка с ЧПУ выполняются такие простые операции, как плоскостное фрезерование, обработка профилей; такие сложные, как изготовление объёмных рельефных деталей, изделий, букв, трафаретов, нанесение надписей, рисунков, орнаментов. С их помощью, например, изготавливаются резные оконные и дверные наличники, панно, другие предметы быта и декора интерьера.

■ Настольный фрезерный станок с ЧПУ

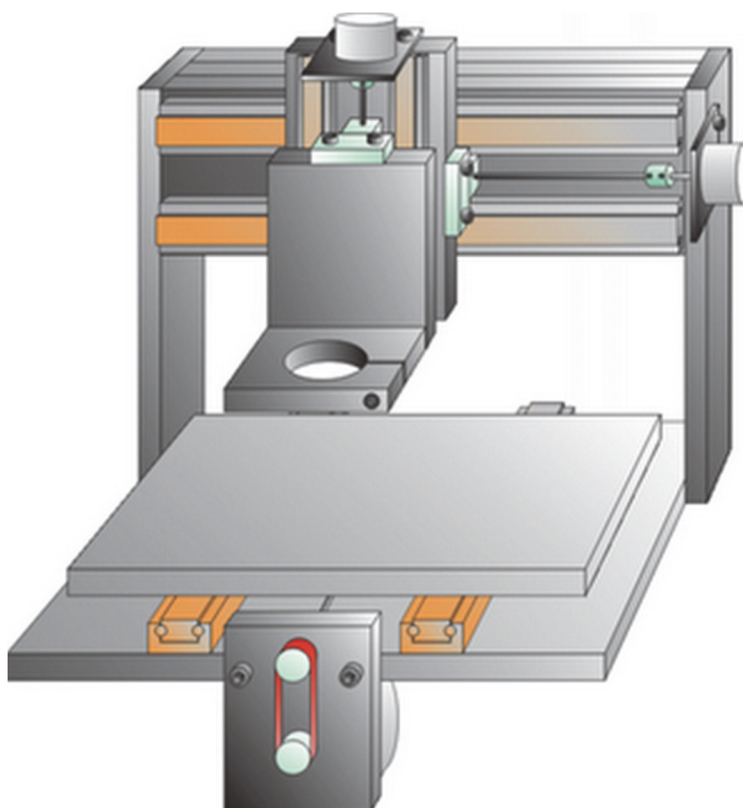


Современный настольный фрезерный станок с ЧПУ внешне напоминает плоттер или большой принтер, работающий в 3 плоскостях. Основными его частями является станина со сменщиком инструментов, рама со шпиндельной головкой, управляющая панель. Рабочий стол агрегатов неподвижен,

наклоняемый фрезерный модуль перемещается по осям X и Y. Вертикальный ход шпинделя (по оси Z) составляет 20-25 см, т.о. оборудование рассчитано на изготовление деталей, где требуется небольшое углубление фрезы. Заготовки на станине фиксируются с помощью механических зажимов в Т-пазах, в некоторых моделях реализована технология вакуумной помпы, за счет чего относительно тонкие заготовки прилипают к поверхности рабочего стола.

■ Портальный станок с ЧПУ

Используется и в небольших мастерских, и на крупномасштабном производстве, где существует необходимость обработки заготовок из дерева, пластика, цветных металлов, текстолита и других материалов в формате 2d и 3d. Посредством оборудования такого плана решается задача качественного выполнения элементов для изготовления строительных конструкций, мебели, предметов быта и интерьера, МАФ, оснастки для полиграфии, выставочных стендов и другой рекламной продукции, сувениров. Используется оно и в моделировании, ювелирном деле.



Модели портального типа имеют конструктивные особенности, что и влияет на их функциональные возможности. Кроме того, агрегаты обустраиваются специальной системой самонастройки, упрощающей и ускоряющей процесс работы. В отличие от классических обрабатывающих центров с од-

нотипным строением рамы, современный порталный фрезерный станок ЧПУ способен обрабатывать заготовки, имеющие гораздо больший размер и вес. Такая возможность обеспечивается за счет того, что головка с вертикальным шпинделем перемещается по направляющим поперечной балки. Шпиндельный модуль, кроме вертикального хода, имеет функцию наклона в одной или двух плоскостях.

Самый уязвимый узел агрегата порталного типа – фрезерный модуль. Шпиндельная головка подвергается высоким механическим нагрузкам, вынуждена преодолевать силы трения, иметь высокую устойчивость к деформации. Реализация ряда инженерных решений в порталных станках с ЧПУ позволяет минимизировать износ деталей, обеспечивает высокую жесткость конструкции, исключительную точность, эффективность работы.

Достоинства конструкции порталного типа:

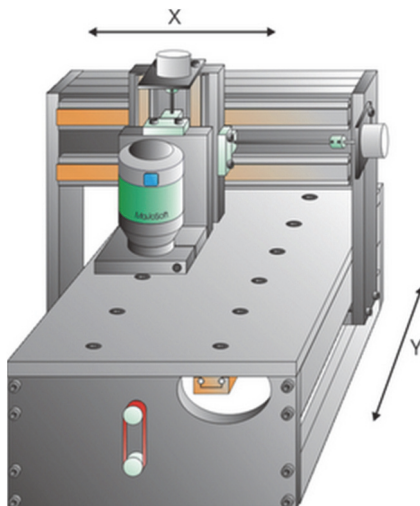
- Высокая жесткость на изгибы при обработке.
- Простота изготовления.

Недостатки ЧПУ станка порталного типа:

- Нет возможности обработки тяжелых заготовок, так как заготовка держится и перемещается по оси X, нагружая ее своим весом.
- Размер обрабатываемой детали ограничен размером портала.

■ Фрезерные станки ЧПУ с движущимся порталом

Обладают очень хорошей стабильностью, большими полями обработки, и конструктивом, позволяющим работать как с установленным столом, так и без него. Благодаря использованию двух, винтовдвигающих портал, эти фрезерные станки с ЧПУ лишены какой-либо ошибки в движении. Это единственный способ 100% соблюсти точность при фрезеровании во всем поле



Настольные фрезерные станки с движущимся порталом обладают еще одним важным фактором в стабилизации конструкции. В ось Z, в отличие от конкурентных конструкций. Благодаря ей, станки с ЧПУ этой серии приобретают существенную прибавку в жесткости.

Преимущества:

1. Настольный фрезерный станок дает возможность обрабатывать большие поверхности без ограничения, ставя станок (при снятом столе) непосредственно на заготовке, предварительно программно разбив на фрагменты обрабатываемую поверхность (станок передвигается последовательно по участкам).

2. Можно увеличивать высоту обрабатываемой заготовки, устанавливая станок на дополнительные подставки относительно стола (поверхности). Это может быть полезно при использовании, например, тисков или поворотной оси (4 координаты), зажимая в патроне заготовку существенно большую, нежели позволяет использование штатного стола.

Фрезерные обрабатывающие центры с ЧПУ

Используются в следующих секторах промышленности: аэрокосмической, автомобильной, в сфере машиностроения, приборостроения, и других областях, которые не обходятся без массового производства высококачественных деталей.



С помощью этих фрезерных обрабатывающих центров выполняется широкий диапазон фрезерных, сверлильных и растачивающих операций. Станки оснащаются современными приводами, управляемыми специальными контроллерами, подключенными к любому IBM PC. Выпускается два типа станков: вертикальные и горизонтальные.

Стоит отметить, что все оборудование оснащается системой ЧПУ. А системы контроля и управления оборудованы высококласными элементами от мировых производителей. Эта разновидность станочного оборудования отличается высокими скоростями резания и высокой точностью позиционирования инструмента.

Широкоформатные фрезерно-гравировальные станки

Являются профессиональным оборудованием и специально предназначены для продолжительной работы в условиях интенсивного производства. Эти модели подходят для выполнения полного комплекса работ (раскрой, фрезеровка, полировка, сверление и т.п.) с заготовками из древесины, пластика, оргстекла и податливых металлов (за исключением твёрдых сталей). Область применения станков – мебельное производство, изготовление рекламной, сувенирной продукции, изготовление литейных форм, оснастки и мастер-моделей больших габаритов, крупногабаритных прототипов изделий.



Сферы применения фрезерных станков с ЧПУ

Станки с ЧПУ получили широкое применение, начиная от отрасли дизайна, изготовления прототипов и заканчивая тяжелым производством.

Несколько примеров применения:

Деревообрабатывающая промышленность:

Станки ЧПУ могут выполнять самые разные виды работ по дереву, та-

кие как фигурная резка, нанесение сложных узоров на поверхность, изготовление деталей для корпусной и фигурной деревянной мебели.

Металлообработка:

Фрезерно-гравировальный станок с ЧПУ позволяет нарезать металл, шлифовать поверхность и создавать рельеф на металлических поверхностях, наносит на металл гравировку. При этом точность выполнения работ не может сравниться с человеческой, а временные затраты — в несколько раз меньше.

Рекламная отрасль:

Оборудование с ЧПУ может пригодиться при изготовлении световых коробов, фигурных надписей и вывесок наружной рекламы, а также подготовке выставочных конструкций.

Архитектура и проектирование:

Фрезерный станок незаменим на промежуточных этапах проектных работ. С его помощью изготавливают проектные архитектурные модели и макеты зданий, транспорта и выставочных демо-макетов, заготовки для литья, мастер-модели и формы.

Изготовление прототипов:

Станки с ЧПУ позволяют изготавливать литейные формы, матрицы и штампы. Возможности станков позволяют получить завершённую модель из цельных материалов, точно изготавливать детали сложных механизмов с геометрически непростыми формами.

Электроника и приборостроение:

Фрезеровочное оборудование незаменимо при производстве печатных плат и элементов электроники, создании заготовок для чипсетов.

Автомобилестроение:

В автомобильной отрасли станки с ЧПУ нашли применение при создании прототипов обновлённых моделей, изготовлении силовых деталей, ребёр жесткости и элементов обвесов корпуса. Особенно эффективно оборудование при работе с алюминиевыми деталями и карбоновыми элементами. Фрезерная обработка позволяет улучшить свойства блоков цилиндров.

Ювелирная промышленность:

В ювелирном деле фрезерно-гравировальный станок с ЧПУ используют

для создания восковых форм, производства сувенирной продукции, коллекционных фигур и изготовления индивидуальных изделий, таких как памятные монеты и медали.



Вопросы для самопроверки:

1. **Что такое станок с ЧПУ?**
2. **Как называется элемент станка, осуществляющий непосредственную обработку заготовки?**
3. **Сколько осевыми бывают ЧПУ станки?**
4. **Каковы задачи оператора ЧПУ станка?**
5. **Назовите типы ЧПУ станков?**
6. **Назовите сферы применения ЧПУ станков?**

4

Содержание профессиональных модулей по компетенции «Изготовление прототипов»

На сегодняшний день в жизненном пространстве людей практически не осталось объектов, которые были сотворены природой. К примеру, если мы с вами выйдем на улицу и оглядимся – что мы увидим? Дома, улицы, автомобили и т.д. и т.п. Вот скажете вы, что трава, которая растет на газоне, или дерево – это ведь сотворено природой. На что хотелось бы ответить: а кто посадил это дерево здесь, или кто разбил клумбу, или же засеял газон. Ведь все это, что нас окружает, является ничем иным, как результатом чьей-то творческой мысли, затем проекта, затем технологии, затем прототипа, затем производства.

По сути, профессиональные модули по компетенции «Изготовление прототипов» можно разделить на два больших блока Разработка прототипа и Изготовление прототипа.



Исходя из приведенной выше блок-схемы процесса изготовления прототипа, видно, что трехмерное моделирование является одним основополагающих умений для создания форм, конструктива и функционала прототипа. А умение применять необходимые техники и технологии при изготовлении прототипа позволяют адекватно реализовать свои идеи.

База знаний необходимых для изготовления прототипа

Трехмерная печать

Что такое аддитивные технологии и их типы рассмотрены выше, поэтому в этом разделе стоит уделить внимание знаниям по подготовке и печати деталей прототипов.

Необходимо понимать, прежде чем отправить трехмерную модель на печать, ее следует подготовить...

Для начала CAD модель сохраняется и преобразуется в формат приемлемый для трехмерной печати, к примеру, наиболее распространенные форматы *.stl и *.obj, как правило, это можно сделать по средствам САПР, который мы используем. После этого следует проверить адекватность полученной модели после преобразования в другой формат, наличие ошибок в построении поверхностей, целостности поверхности модели, правильность выбора системы измерений (метрическая/дюймовая). Данную операцию можно выполнить при помощи специализированного ПО, к примеру: MaterialiseMagics, NetFabb и т.д., но при помощи подобных программных продуктов так же можно и подготовить модели для печати, а именно: поделить детали на части

для качественной печати, добавить элементарные соединительные и позиционирующие элементы, сделать деталь пустотелой с заданной толщиной стенок, проинспектировать возможность печати, добавить сложные поддерживающие элементы не входящие в перечни стандартных слайсеров и т.д.

После подготовки модели, следует определиться с материалами и режимами работы трехмерных принтеров.

Рассмотрим технологию печати FDM и материалы и режимы принтеров работающих на ее основе (*данные взяты с сайта официального партнера чемпионатов WSR, компании REC – <https://rec3d.ru/>):

ABS — ударопрочный пластик, большинство пластиковых предметов вокруг нас сделаны именно из ABS. Материал превосходно подходит для 3D печати предметов несущих нагрузку - шестерней, механизмов, корпусов, крючков, рукояток, держателей и т.п., так как обеспечивает высокую прочность и долговечность моделей. Отлично поддается механической обработке и покраске. Растворим в ацетоне. Для склеивания моделей и в качестве покрытия стола 3D-принтера мы советуем использовать раствор ABS пластика в ацетоне.

Параметры печати:

Технология печати:	FDM
Температура экструдера:	210-245°C
Температура стола:	90-120°C
Обдуг детали:	не рекомендуется

PLA - самый популярный материал для 3D печати. Его делают из кукурузы и сахарного тростника, поэтому он так экологичен и абсолютно безопасен. Для домашней и офисной 3D печати чаще всего применяется именно PLA - он полностью безвреден и печатать им очень просто, т.к. он не требует специальных температурных условий и, что самое главное, модели из PLA не выгибаются и не трескаются при изменении температуры окружающей среды благодаря отсутствию эффекта термоусадки. Идеален для печати любых декоративных и функциональных моделей. Допускается механическая обработка и покраска. Натуральный PLA пластик не имеет в своем составе красителей, поэтому является самым прозрачным в нашей линейке пластиков, после определенной обработки его можно сделать еще более прозрачным. Растворим в дихлорметане. Для склеивания моделей рекомендуется использовать эпоксидную смолу.

Параметры печати:

Технология печати:	FDM
Температура экструдера:	190-230°C
Температура стола:	0-60°C
Обдуг детали:	крайне желателен

HIPS - высокопрочный полистирол. Несмотря на название, этот материал более хрупкий, чем ABS и его рекомендуется использовать для печати поддержек в моделях из ABS пластика. Растворим в цитрусовом масле (D-Limonene).

Параметры печати:

Технология печати:	FDM
Температура экструдера:	210-245°C
Температура стола:	90-120°C
Обдув детали:	не рекомендуется

FLEX - специальный гибкий материал, по свойствам похожий на твердый силикон. Упругий и приятный на ощупь. Этот материал открывает новые возможности в 3D-печати по технологии FDM. Теперь вы можете печатать модели с новыми свойствами: все от игрушек, кос-плей масок и мягких тапочек до элементов суставов, кнопок и специальных пневматических патрубков сложной формы. Не поддается механической обработке и поэтому обладает высокой износостойкостью. Склеивается при помощи синтетических каучуков или с помощью паяльного фена.

Параметры печати:

Технология печати:	FDM
Температура экструдера:	220-240°C
Температура стола:	80-110°C
Обдув детали:	не рекомендуется

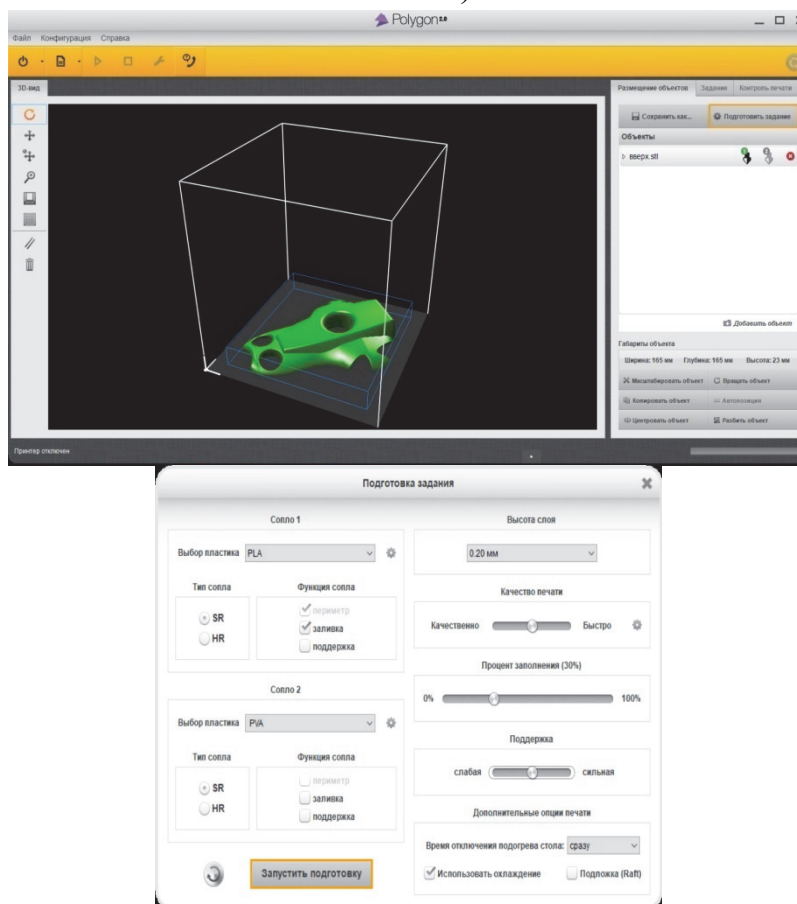
PVA - поливиниловый спирт. Твердое, бесцветное, нетоксичное вещество, не имеет запаха. PVA-пластик нетоксичен и поддается биологическому разложению и его рекомендуется использовать для печати вспомогательных структур в объектах из PLA пластика со сложной геометрией, которые затем можно легко удалить. Растворить PVA можно в обычной ванне с теплой водой, иногда помешивая для ускорения процесса.

Параметры печати:

Технология печати:	FDM
Температура экструдера:	190-220°C
Температура стола:	50°C
Обдув детали:	нужен

В итоге определившись с материалом и режимами его печати на принтере, подготовленную трехмерную модель детали отправляют в специализированное ПО – слайсер, которое, как правило идет в комплекте с каждым 3Dпринтером, к примеру: Repetier-Host для 3Dпринтеров Felix или Polygon для 3Dпринтеров Picaso. В слайсере как раз и устанавливаются режимы печати,

материал печати основных деталей, материал печати поддержек, процент заполнения детали, размещаются объекты печати в области печати, генерируются стандартные поддержки и наконец, устанавливается скорость и качество печати (это зависит от высоты слоя печати).



В итоге при определенном опыте и знаниях технологий трехмерной печати становится возможным быстро и качественно изготавливать прототипы с минимальной доработкой.



Вопросы для самопроверки:

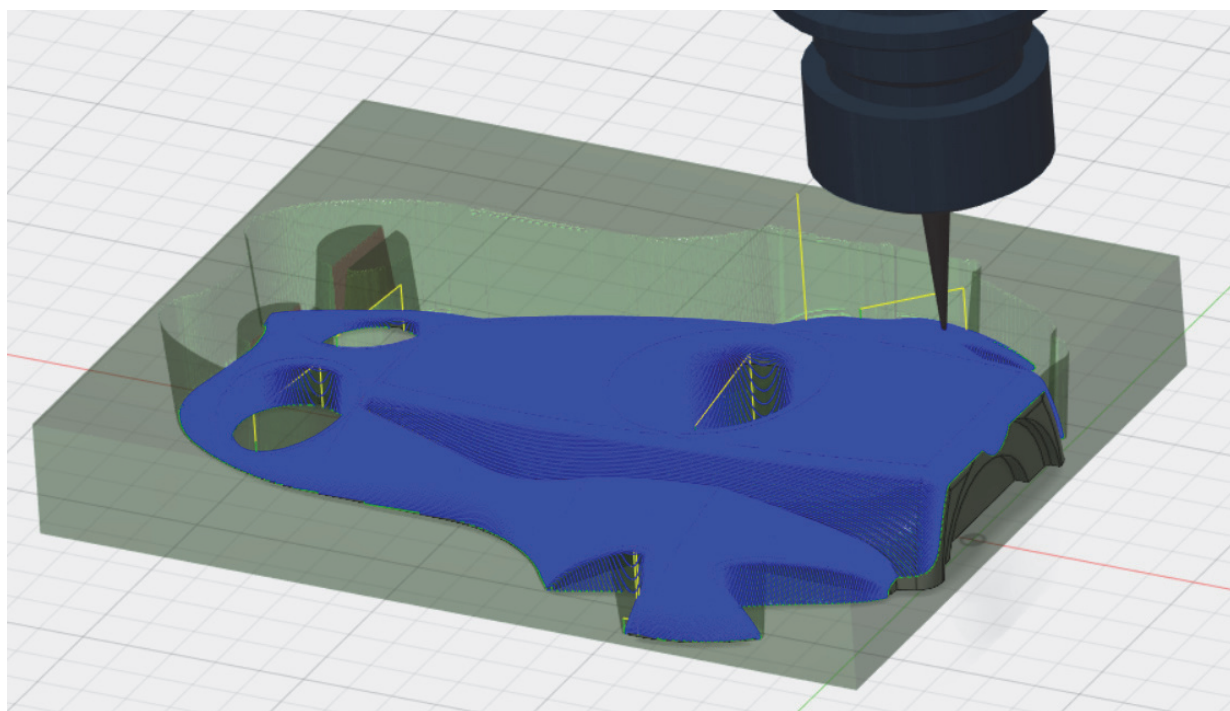
1. На какие блоки можно разделить «Изготовление прототипов»?
2. Назовите типы применяемых пластиков в FDM печати?

CAM обработка на станках с ЧПУ

Технологии CAM обработки и их типы рассмотрены выше, поэтому в этом разделе стоит уделить внимание знаниям по подготовке и фрезеровке деталей прототипов.

Необходимо понимать, что прежде чем отправить трехмерную модель на CAM обработку, ее следует подготовить...

Для начала CAD модель переносится или открывается в CAM модуле, как правило, это можно сделать по средствам САПР, который мы используем при помощи надстроек или интегрированных модулей. Выполнить написание управляющей программы (УП) с применением необходимых стратегий обработки и инструмента. После этого следует проверить адекватность полученной УП по средствам визуализации обработки на: наличие ошибок в обработке поверхностей, целостности поверхностей модели, правильность выбора координат измерений (нулевой точки).



Так же перед подготовкой УП, следует определиться с материалом заготовки, ее размерами, инструментом для обработки и режимами работы станка с ЧПУ.

Упрощенная классификация инструмента для фрезерных станков с ЧПУ

Стандартная фреза представляет собой режущий инструмент, устанавли-

ливаемый на шпиндельную бабку станка. Обработка материала происходит методом вращения – кромка инструмента соприкасается с деталью, в результате чего происходит удаление части материала. Это приводит к формированию углублений требуемой конфигурации. Существует определенная классификация фрез, предназначенных для установки на оборудование с числовым программным управлением. Выбор зависит от типа выполняемой операции, требований к материалу изготовления инструмента, конфигурации, а также параметра износоустойчивости.

В данной классификации мы остановимся на фрезах, используемых при таких операциях, как *обработка по контуру, 3D обработка*.

Могут применяться: концевые спиральные фрезы, граверы, концевые спиральные компрессионные, концевые прямые фрезы, концевые спиральные сферические фрезы (для 3D обработки).

Концевые спиральные фрезы - с их помощью можно осуществлять обработку заготовки во всех направлениях. По форме они напоминают стандартные сверла и могут иметь несколько режущих кромок. Концевые спиральные фрезы могут быть: *однозаходные, двухзаходные, трехзаходные, четырехзаходные*, а также по способу удаления стружки: *с удалением стружки вверх или с удалением стружки вниз*.

Фрезы концевые спиральные однозаходные состоят из одной режущей грани. Угол заточки фрезы – наклонный. Преимущество фрезы данного вида в высокой скорости вращения. Высокоскоростная обработка позволяет быстро и с высоким качеством обрабатывать поверхность. Строение такой фрезы обеспечивает получение длинной стружки. Благодаря этому фреза не засоряется и не перегревается. Это значит, что работа будет выполняться быстрее, так как не нужно делать частые перерывы на охлаждение инструмента. Фрезы спиральные однозаходные предназначены для раскроя таких листовых материалов, как: МДФ, ПВХ, дерево, оргстекло, фанера, акрил, композит, полистирол и так далее.

Фрезы концевые однозаходные спиральные фрезы с удалением стружки вниз предназначены для раскроя тонких термопластичных материалов. Такие фрезы идеально подходят для фрезерования по тонким (гибким) листовым материалам на ЧПУ станках, на которых нет вакуумного прижима материала.

Фрезы концевые спиральные двухзаходные имеют две режущие грани, угол заточки которых – наклонный. Благодаря указанному количеству зубьев и определённой глубине канавок можно добиться получения стружки маленького размера. Такая конфигурация гарантирует более аккуратную об-

работку материала и получение гладкого среза. С помощью такой фрезы возможно вертикальное наклонное врезание. Она используется для гравировки, а также раскроя материала.

Двухзаходные концевые спиральные фрезы с отводом стружки вниз и прижимом заготовки идеально подходят для фрезерования по тонким (гибким) листовым материалам на ЧПУ станках с отсутствием вакуумного прижима. Обработка материалов: ПВХ, Дерево, ДСП, МДФ, оргстекло, капролон, текстолит.

Фреза спиральная двухзаходная со стружколомом применяется для черновой обработки (дерево, ДСП, МДФ).

Трехзаходные спиральные концевые фрезы применяются для черновой выборки, фрезерования, раскроя, обработки пазов по твердым материалам. 3 режущих ножа обеспечивают более высокое качество обрабатываемой поверхности, чем у двух и однозаходных фрез.

Цилиндрическая спиральная трехзаходная фреза с удалением стружки вниз позволяет добиться минимального скола на верхней поверхности обрабатываемого материала, а также создает дополнительный прижим материала в зоне резания. Подходит для обработки листовых материалов на фрезерных станках без вакуумного прижима.

Фрезы компрессионные однозаходные применяются для тонкой работы по деревянным материалам, в частности по ламинированным древесностружечным плитам (ЛДСП). При глубокой обработке материалов компрессионные фрезы не приводят к образованию сколов на поверхности и на нижней (внутренней) части изделия. Кроме ЛДСП, указанные фрезы используют для работы с МДФ, фанерой, деревом.

Двухзаходные и трехзаходные спиральные компрессионные фрезы применяются для раскроя ламинированных листов ДСП, МДФ, фанеры. Компрессионная фреза используется на ЧПУ станках для обработки ламинированного дерева без образования сколов как на верхней, так и на нижней кромке реза. Эффект достигается за счет направления спирали сверху – влево, а снизу – вправо, что создает «компрессионное» усилие от ламинированных поверхностей внутрь заготовки и снижает вероятность сколов на кромке. Важно выполнить раскрой материала за один проход. Применяется для обработки материала с одно и двухсторонним ламинатом, МДФ, ДСП, фанеры.

Концевые спиральные сферические фрезы (для 3D обработки)

Спиральные двухзаходные сферические (конические) фрезы чаще всего применяют при обработке трёхмерного изделия. Они используются для чистой и получистой (завершающей) обработки. Благодаря особому строе-

нию после применения такой фрезы дополнительных манипуляций с материалом, как правило, не требуется. После двухзаходной сферической фрезы поверхность становится гладкой (отполированной). Такой эффект достигается из-за того, что вибрация в процессе обработки материала данной фрезой меньше. Фреза хорошо подходит для трехмерного объема на поверхность. Они применяются для обработки ПВХ, дерева, алюминия, ДСП, поликарбоната, ABS, МДФ. Стружка при этом выходит вверх.

Спиральные двухзаходные конусные сферические (конические) фрезы используются для обработки глубоких рельефов без черновой обработки. Благодаря форме конуса фрезы имеют высокую прочность при маленьком диаметре кончика рабочей поверхности фрезы. Фрезы изготовлены из карбида вольфрама с добавлением упрочняющих примесей. В данной категории представлено 2 класса фрез, изготовленных из разных марок сплава, предназначенных для обработки таких материалов, как дерево, МДФ, пластики, некоторые цветные металлы.

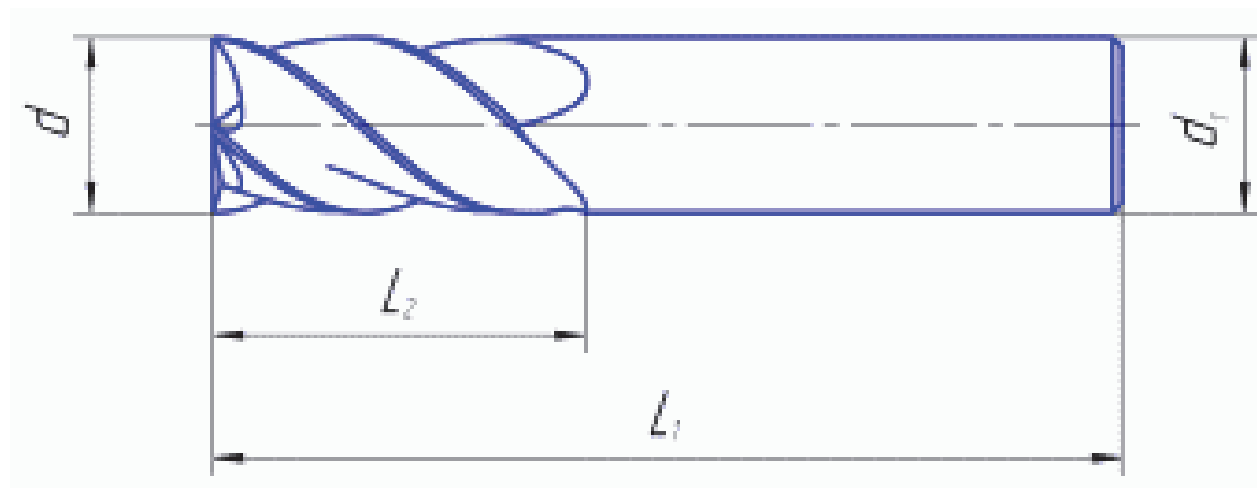
Прямые двухзаходные конусные сферические фрезы используются для обработки глубоких рельефов без черновой обработки. Благодаря форме конуса, фрезы имеют высокую прочность при маленьком диаметре кончика рабочей поверхности фрезы. Фрезы изготовлены из карбида вольфрама с добавлением упрочняющих примесей. В данной категории представлен 1 класс фрез, изготовленных из мелкозернистого сплава K10, предназначенных для обработки таких материалов как дерево МДФ, пластики, некоторые цветные металлы.

Спиральные двухзаходные конусные (плоский кончик). Фрезы позволяют получить наклонный торец у детали без использования 3D моделирования, что значительно сокращает время при изготовлении форм для термовакуумной и других формовок.

Прямые концевые фрезы применяются для выборки и раскроя материалов: фанера, мягкие сорта дерева, MDF, пенопласт.

В зависимости от выбранной модели фрезы отличаются:

1. Диаметром режущей части (d).
2. Длиной режущей части (l_2).
3. Посадочным диаметром (d_1).
4. Общей длиной фрезы (l_1).



Граверы

Гравер – рабочий режущий инструмент, специально разработанный для ЧПУ-станков, которые имеют большую точность, и поэтому предъявляются существенные запросы к инструментам гравировальной обработки. Гравер часто применяется в различных производственных операциях в деревообработке, электронике, изготовлении рекламных материалов, а также при производстве мебельной продукции. Основные материалы, при обработке которых можно использовать граверы: акрил, МДФ, дерево прочных пород, двухслойный пластик, ПВХ.

Гравер способен производить высокоточную обработку ровных поверхностей. Его по праву можно считать идеальным инструментом для высокоточных операций с заготовками особо малых размеров, особенно при производстве мебели из дерева.

Основные сферы применения граверов:

1. 3D и 2D-гравировка.
2. Резка небольших заготовок с высокой степенью точности.

Если требуется нарисовать букву или узор особо малых размеров, лучше всего подойдет гравер с небольшим лезвием и углом. Большой угол и лезвие следует выбирать, если нужно существенно повысить производительность. Граверы обладают отличным качеством, умеренной стоимостью и всеми остальными характерными для этого бренда свойствами. Они по праву находятся в ряду наилучших фрезерно-гравировальных инструментов.

Прямой гравер – цилиндрический однозаходный с плоской площадкой. Данный тип инструмента идеально подходит для неглубокой гравировки/выборки больших площадей по пластику, в основном двухслойному (двух и многоцветному). Используется для создания табличек, торцевой подсветки, раскрытия тонких листов и т.д. Отсутствие спиральных канавок ограничивает данный инструмент в возможности глубоких фрезеровок из-за трудностей с

отводом стружки.

Прямой гравер с конусом применяется для задач цилиндрической гравировки со снятием фаски одновременно. Могут быть использованы для раскроя тонкого листового материала. Стоит подбирать данный инструмент в соответствии с показателем CEL (длина режущей части) и толщиной вашего материала.

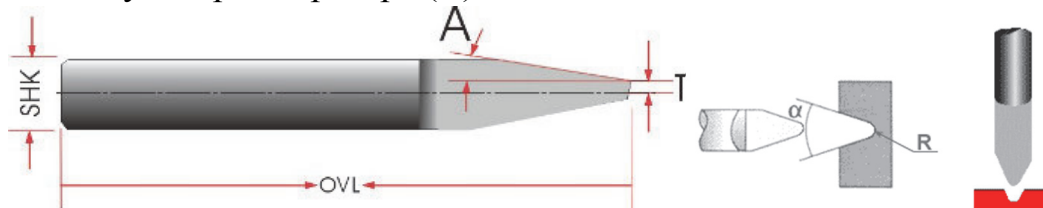
Конический гравер с одной кромкой и плоской площадкой. Представляет собой конический инструмент, площадка которого при вращении формирует плоскость. Данный инструмент можно использовать для различных задач гравировки, табличек, гравировки для торцевой подсветки, обработки воска ювелирного, снятия фасок, фрезерования под изгиб композита, обработки мягких металлов с СОЖ.

Конический гравер (пирамидка) с тремя кромками, предназначен для гравировки, мелкой 3D обработки преимущественно по плотным материалам. Осевая центровка и углы атаки кромок делают данный инструмент более «живучим» в тяжелых условиях эксплуатации, при гравировке мягких металлов, алюминия, латуни, бронзы, серебра, акрила. Может также применяться по неплотным материалам. Не предусматривает быстрых подач из-за малых размеров рабочих площадок. Может использоваться с СОЖ.

Конический гравер (сферический) с одной кромкой и полукруглой площадкой, представляет собой конический инструмент, площадка которого при вращении формирует полусферу. Так, данный инструмент полезно использовать для финишной (чистовой) обработки выпуклых объектов с высокой детализацией, тонкой гравировки для торцевой подсветки, обработке воска ювелирного, обработке мягких металлов с СОЖ.

В зависимости от выбранной модели граверы отличаются следующими пунктами:

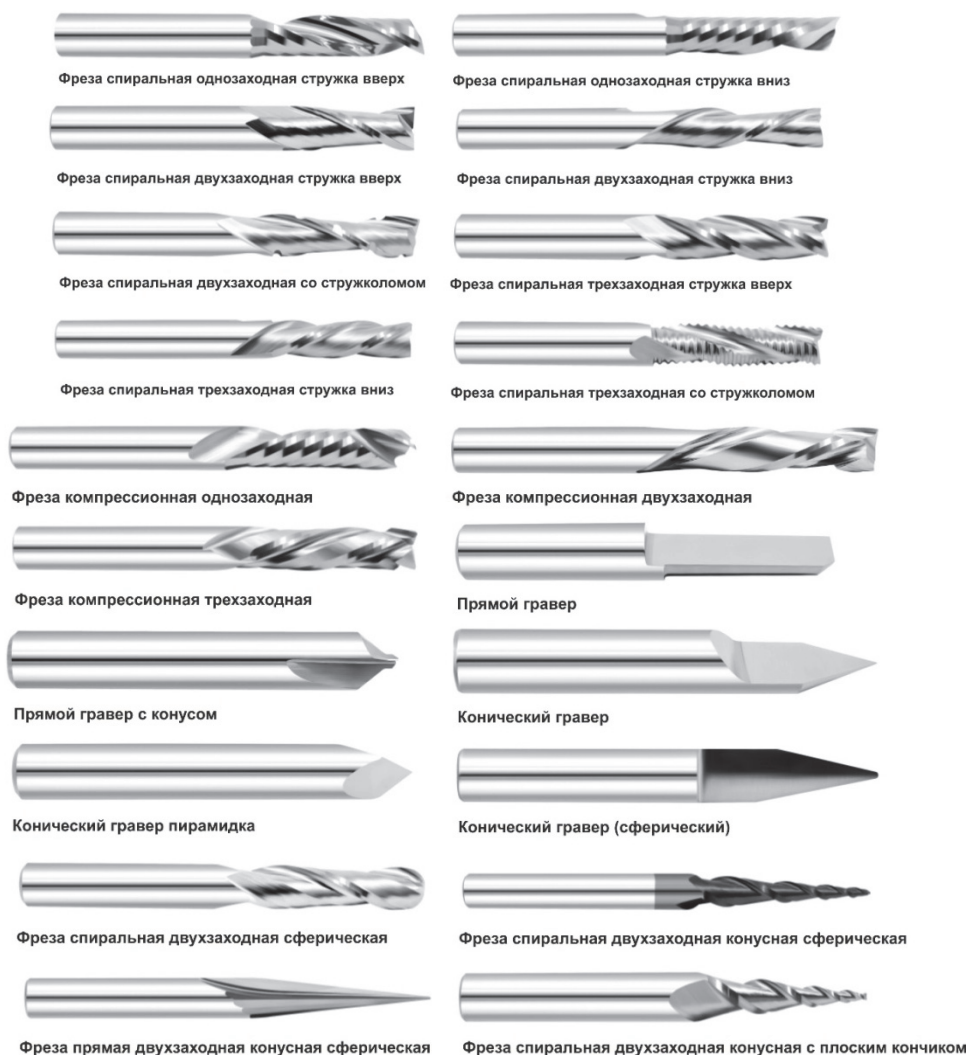
1. Угол (A), обычно в каталог он указывается как $2A$.
2. Диаметр резца (T).
3. Посадочный диаметр (SHK).
4. Общая длина гравера (OVL).
5. Радиус шарика гравера (R).



После того как выбран материал для обработки, подобрана соответствующая фреза, необходимо в управляющей программе задать режимы для

обработки: частота вращения шпинделя (об/мин), скорость подачи инструмента (м/мин), скорость врезания инструмента (м/мин).

Виды фрез для фрезерных станков с ЧПУ



Теоретические основы по выбору режимов резания

Частота вращения и скорость подачи - это основные параметры для установки режимов резания.

Скорость вращения (n) зависит от характеристик шпинделя, инструмента и обрабатываемого материала. Для большинства современных шпинделей обороты варьируются в диапазоне 12 000 - 24 000 об/мин (для высокоскоростных 40000-60000 об/мин).

Скорость вращения вычисляется по формуле

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} \text{ (об/мин)}$$

где d – диаметр режущей части инструмента (мм);

П – число Пи, постоянная величина = 3,14;

V – скорость резания (м/мин) - это путь, пройденный точкой режущей кромки фрезы в единицу времени.

Для расчетов скорость резания (V) берут из справочных таблиц в зависимости от обрабатываемого материала.

Часто начинающие фрезеровщики путают скорость резания (V) со скоростью подачи (S), но на деле это совершенно разные параметры!

Примечание: для фрез с малым диаметром режущей части, расчетная скорость вращения (n) может оказаться значительно выше максимальной скорости вращения шпинделя, поэтому для дальнейшего расчета скорости подачи (S) необходимо брать фактическую, а не расчетную величину скорости вращения (n).

Скорость подачи (S) – это скорость перемещения фрезы, вычисляется по формуле:

$$S = f_z \times z \times n \text{ (мм/мин)}$$

, где

f_z - подача на один зуб фрезы (мм);

z - количество зубьев;

n- скорость вращения (об/мин).

Скорость врезания по оси Z (S_z) берется как 1/3 от скорости подачи по оси XY (S) .

Таблица выбора скорости резания (V) и подачи на зуб (f_z)

Обрабатываемый материал	Скорость резания (V), м/мин	Подача на зуб (f_z), мм В зависимости от диаметра фрезы d					
		0,5мм	1-2мм	3-4мм	5-6мм	8-10мм	12-16мм
Пластик	300-400	0,02	0,06	0,15	0,20	0,30	0,40
Оргстекло	100-150	0,02	0,05	0,10	0,18	0,25	0,30
Дерево	200-450	0,02	0,035	0,055	0,09	0,12	0,18
Алюминий	80-100	0,01	0,02	0,035	0,04	0,075	0,12
Латунь, Бронза	100-120	0,01	0,02	0,03	0,04	0,07	0,10
Магний	150-180	0,01	0,02	0,035	0,04	0,075	0,12
Сталь	35-50	0,005	0,01	0,015	0,02	0,03	0,05
Чугун	40-60	0,005	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06
Титан	20-30	0,005	0,01	0,02	0,03	0,04	0,07

Примечание: если система СПИД (Станок-Приспособление-Инструмент-Деталь) с низкой жесткостью, то величину скорости резания выбираем ближе минимальным значениям, если система СПИД имеет среднюю и высокую жесткость, то соответственно и величину выбираем ближе к средним и максимальным значениям.

Общие рекомендации по подбору фрез

1. Фрезы подбирайте по принципу – наименьшая рабочая длина и наибольший рабочий диаметр, необходимый для выполнения конкретной работы (фрезы с избыточной длиной и минимальным диаметром менее жесткие и склонны к образованию вибраций). Также при выборе диаметра фрезы учитывайте возможности станка, т.к. при использовании большого диаметра фрезы у шпинделя и привода станка может не хватить мощности.

2. Правильно выбирайте конфигурацию фрезы. Стружечная канавка должна быть больше, чем объем снимаемого материала. Если стружка не будет свободно эвакуироваться из зоны резания, она забьет канал, и инструмент начнет продавливать материал, а не резать его.

3. При обработке мягких материалов и материалов, склонных к налипанию, рекомендуется применять 1-заходные фрезы. Для обработки материалов средней жесткости рекомендуется применять 2-заходные фрезы. При обработке жестких материалов рекомендуется применять 3- и более заходные фрезы.



Вопросы для самопроверки:

а) Какая фреза изображена на рисунке?



1. Конический гравер;
2. Спиральные двухзаходные сферические;
3. Прямые двухзаходные конусные сферические;
4. Спиральные двухзаходные конусные (плоский кончик);

б) Какие фрезы применяются для чистовой 3д обработки?

1. Фреза спиральная двухзаходная со стружколомом;
2. Фрезы концевые однозаходные спиральные с удалением стружки вниз;
3. Конический гравер (сферический);

в) Для обработки более плотных материалов применяются:

1. Однозаходные фрезы;
2. Двухзаходные;

г) Какие фрезы необходимо использовать для раскроя листовых материалов?

1. Фрезы концевые спиральные однозаходные;
2. Спиральные двухзаходные конусные (плоский кончик);
3. Прямые двухзаходные конусные сферические;

д) Какие фрезы необходимо использовать для раскроя листовых материалов, толщиной до 4 мм на станке без вакуумной фиксации заготовки?

1. Фрезы компрессионные;
2. Конический гравёр (пирамидка);
3. Прямые двухзаходные конусные сферические.

■ Ручная обработка

При всем многообразии технологий цифровых производств качество изготавливаемых прототипов в определенной степени зависит от навыков ручной обработки, это можно отнести как к созданию деталей прототипа при помощи ручных и электроинструментов, формования композитных материалов, литья силиконов и полимеров, так и к постобработке и покраске прототипов.



Применение ручного и электроинструмента

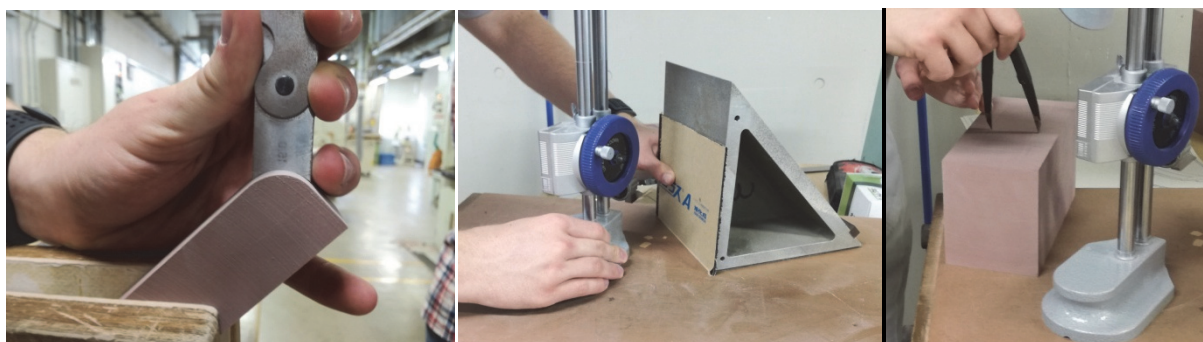
Основным инструментом для получения поверхностей и элементов деталей прототипа является режущий инструмент:

- Стамески;
- Рубанки;
- Резцы;
- Ножи;
- Напильники и рашпили;
- Пилы.



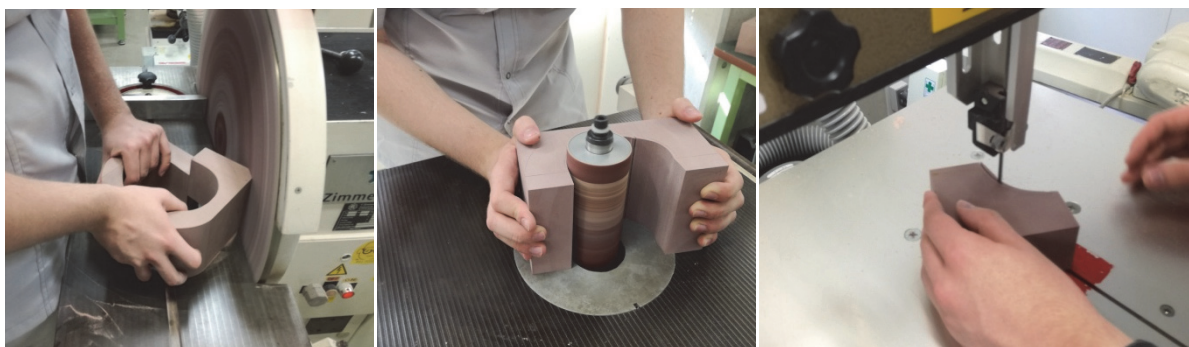
Основным инструментом для измерения и контроля размеров деталей прототипа является следующий инструмент:

- Штангенциркули;
- Штангенрейсмасы;
- Глубиномеры;
- Радиусные шаблоны;
- Шупы;
- Кронциркули;
- Линейки.



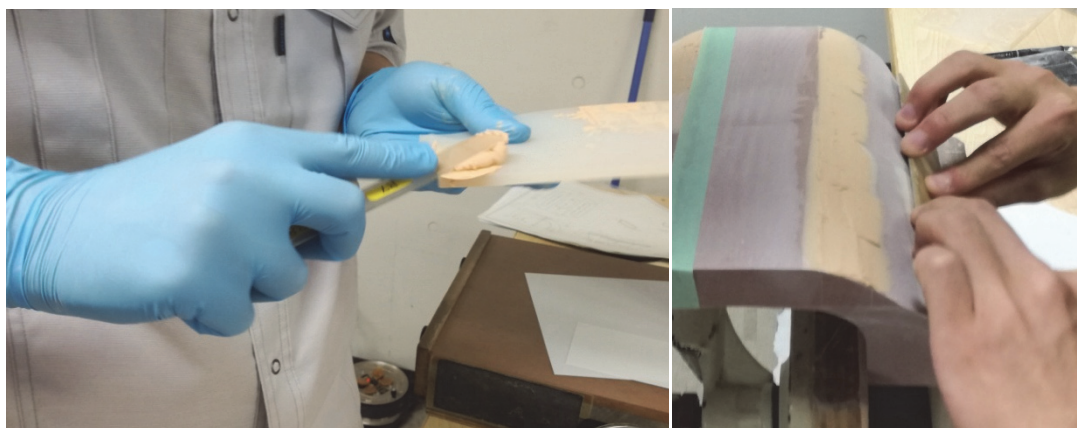
Для получения геометрических форм и поверхностей деталей прототипа применяется следующее электрооборудование:

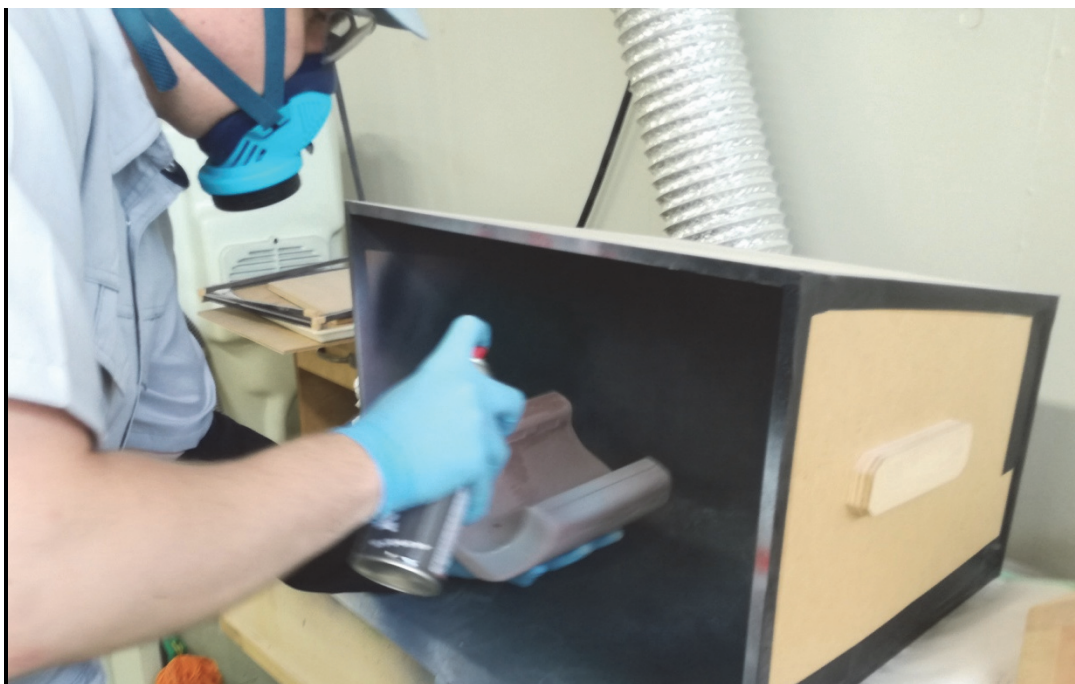
- Дисковые шлифовальные машины;
- Ленточные шлифовальные машины;
- Ленточно-пильные машины;
- Осцилярные шлифовальные машины;
- Фрезерные и токарные станки;
- Копировальные станки.



Для получения постобработки и покраски прототипа применяются:

- Шпатели;
- Наждачная бумага различной зернистости (P120, P240, P320, P600, P1000);
- Бокорезы;
- Скальпели;
- Мастихины.
- Аэрозольные краски
- Краскопульт
- Аэрограф





Вопросы для самопроверки:

1. Назовите причину применения ручной обработки?
2. Какие типы инструментов применяются при ручной обработке?
3. Назовите основной тип применяемых инструментов при выведении поверхностей и элементов деталей?
4. Назовите инструменты, применяемые при измерении и контроле размеров деталей?
5. Назовите инструменты, применяемые при выведении геометрических форм и поверхностей деталей?
6. Назовите инструменты, применяемые после обработки и покраске деталей?

5

«Правила, методики подготовки и проведения демонстрационного экзамена и чемпионатов по компетенции «Изготовление прототипов»

Задачи опережающего развития системы среднего профессионального образования, связанные с переходом России на путь «новой индустриализации» и импортозамещения определяют новые подходы к разработке образо-

вательных программ, механизмам оценки и мониторинга качества подготовки рабочих кадров с учетом актуальных международных стандартов. Современные механизмы внешней оценки профессиональных компетенций дают возможность определить направления совершенствования деятельности конкретной образовательной организации с целью соответствия лучшим мировым образцам подготовки профессиональных кадров.

В соответствии с принятыми мерами, а также планом достижения показателей приоритетного проекта «Образование» по направлению «Подготовка высококвалифицированных специалистов и рабочих кадров с учетом современных стандартов и передовых технологий», численность выпускников образовательных организаций, реализующих программы среднего профессионального образования, продемонстрировавших уровень подготовки, соответствующий стандартам WorldSkills Россия в 2017 году должна составить 2 500 тыс. человек, к 2020 году – 50 000.

Проведение демонстрационного экзамена в 2017 году реализуется в пилотном формате в рамках внедрения Регионального стандарта кадрового обеспечения промышленного роста в 21 субъекте Российской Федерации. Участие других субъектов Российской Федерации осуществляется в соответствии с заявками от региональных органов исполнительной власти, осуществляющих государственное управление в сфере профессионального образования.

Цели проведения:

Демонстрационный экзамен проводится с целью определения студентов и выпускников уровня знаний, умений, навыков, позволяющих вести профессиональную деятельность в определенной сфере и (или) выполнять работу по конкретным профессии или специальности в соответствии со стандартами Ворлдскиллс Россия.

Преимущества:

Процедура демонстрационного экзамена обеспечивает качественную экспертную оценку в соответствии с международными стандартами, так как в предлагаемой модели экспертное участие, в том числе представителей работодателей требует подтверждения квалификации по стандартам Ворлдскиллс Россия.

Выпускники, прошедшие аттестационные испытания в формате демонстрационного экзамена **получают возможность**:

а) одновременно с подтверждением уровня освоения образовательной программы в соответствии с федеральными государственными образователь-

ными стандартами подтвердить свою квалификацию в соответствии с требованиями международных стандартов Ворлдскиллс без прохождения дополнительных аттестационных испытаний,

б) подтвердить свою квалификацию по отдельным профессиональным модулям, востребованным предприятиями-работодателями и получить предложение о трудоустройстве на этапе выпуска из образовательной организации,

в) одновременно с получением диплома о среднем профессиональном образовании получить документ, подтверждающий квалификацию, признаваемый предприятиями, осуществляющими деятельность в соответствии со стандартами Ворлдскиллс Россия.

Для образовательных организаций проведение аттестационных испытаний в формате демонстрационного экзамена - возможность объективно оценить содержание и качество образовательных программ, материально-техническую базу, уровень квалификации преподавательского состава, а также направления деятельности, в соответствии с которыми определить точки роста и дальнейшего развития.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Государственная итоговая аттестация (ГИА) – форма оценки степени и уровня освоения обучающимися образовательных программ, имеющих государственную аккредитацию.

Демонстрационный экзамен – форма оценки соответствия уровня знаний, умений, навыков студентов и выпускников, осваивающих программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих, специалистов среднего звена, позволяющих вести профессиональную деятельность в определенной сфере и (или) выполнять работу по конкретным профессии или специальности в соответствии со стандартами Ворлдскиллс Россия.

Комплект оценочных (контрольно-измерительных) материалов (документации) - совокупность заданий, их спецификации, технических описаний оцениваемых компетенций, критериев и инструментов оценивания, обеспечивающих в целом оценку результатов выполнения заданий демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия.

Центр проведения демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия (Центр проведения демонстрационного экзамена, ЦПДЭ) – организация, располагающая площадкой для проведения демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия (далее - площадка проведения демонстрационного экзамена), материально-техническое осна-

щение которой соответствует требованиям Союза WSR.

Техническое описание (ТО) - документ, определяющий название компетенции, последовательность выполнения задания, критерии оценки, требования к профессиональным навыкам участников, состав оборудования, компоненты, оснастку, основное и дополнительное оборудование, требования по нормам охраны труда и технике безопасности, разрешенные и запрещенные к использованию материалы, оборудование.

Инфраструктурный лист (ИЛ) - список необходимых материалов и оборудования для проведения демонстрационного экзамена по определенной компетенции по стандартам Ворлдскиллс Россия.

Эксперт – лицо, подтвердившее знания, умения и навыки по какой-либо компетенции в соответствии с требованиями Союза WSR (сертифицированный эксперт Ворлдскиллс), а также лицо, прошедшее специализированную программу обучения, организованную Союзом WSR и имеющее свидетельство о праве проведения демонстрационного экзамена, корпоративных и региональных чемпионатов по стандартам Ворлдскиллс Россия.

Главный эксперт на площадке (Главный эксперт) – эксперт, определенный в соответствии с порядком, установленным Союзом WSR ответственным по организации и проведению демонстрационного экзамена на определенной площадке по какой-либо компетенции и наделенный соответствующими полномочиями.

Технический эксперт – эксперт, отвечающий за техническое состояние оборудования и соблюдение всеми присутствующими на площадке лицами правил и норм охраны труда и техники безопасности (далее - ОТ и ТБ). Экспертная группа – группа экспертов для оценки выполнения заданий демонстрационного экзамена на площадке по определенной компетенции.

eSim –система мониторинга, сбора и обработки результатов демонстрационного экзамена.

CIS (CompetitionInformationSystem) - специализированное программное обеспечение для обработки информации во время демонстрационного экзамена. Доступ к системе предоставляется Союзом WSR по официальному запросу от организаторов экзамена

ЭТАПЫ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКЗАМЕНА

1. Организационный этап
2. Формирование экспертной группы, организация и обеспечение деятельности Экспертной группы
3. Разработка регламентирующих документов
4. Регистрация участников экзамена, информирование о сроках и порядке проведения демонстрационного экзамена
5. Подготовка площадки проведения экзамена и установка оборудования
6. Проведение демонстрационного экзамена
 - а. Подготовительный этап
 - б. Правила и нормы техники безопасности
7. Проведение основных мероприятий демонстрационного экзамена. Правила поведения во время экзамена, права и обязанности участников и членов Экспертной группы
8. Оценка экзаменационных заданий
9. Оформление результатов экзамена. Итоговое заседание Экспертной группы
10. Результаты демонстрационного экзамена
11. Обеспечение информационной открытости и публичности проведения демонстрационного экзамена

Организационный этап

[illegible]

[illegible]

Разработка регламентирующих документов

[illegible]

[illegible]

Подготовка площадки проведения экзамена и установка оборудования

[illegible]

б. Правила и нормы техники безопасности

[illegible]

This image shows a full page of blank, lined paper. It features approximately 28 horizontal black lines spaced evenly across the page, typical of standard notebook paper. The lines are thin and extend from the left edge to the right edge. There are no margins, text, or other markings on the page.

Оценка экзаменационных заданий

[illegible]

Оформление результатов экзамена. Итоговое заседание Экспертной группы

[illegible]

Результаты демонстрационного экзамена

This image shows a full page of blank, lined paper. It features approximately 28 evenly spaced horizontal black lines across its entire width, providing a guide for handwriting or typing. The paper itself is a clean, off-white color.

This image shows a full page of blank white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a template for writing or drawing. There are no margins, text, or other markings on the page.

Аккредитация центров проведения демонстрационного экзамена

[illegible]

[illegible]

Публикуется в авторской редакции

Подписано в печать 29.05.2018. Формат 60х84 ¹/₈. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Гарнитура «Times». Усл. печ. л. 9,7. Тираж 30 экз.
Заказ № 180.

Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса
СтГАУ «АГРУС», г. Ставрополь, ул. Пушкина, 15

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ



45

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОТОТИПОВ

Ставрополь
2018