

*Приложение 2
к основной образовательной программе профессионального
обучения по профессии рабочих/должности служащих
«Оператор трехмерной печати»
в рамках проекта «Профессиональное обучение без границ»*

**Комплект оценочных средств
для проведения итоговой аттестации в форме квалификационного
экзамена по основной программе профессионального обучения по
профессии рабочего/должности служащего
Оператор трехмерной печати**

наименование профессии рабочего/должности служащего

в рамках проекта «Профессиональное обучение без границ»
(для обучающихся по стандарту городского проекта предпрофессионального образования)

Москва, 2024

1. Назначение квалификационного экзамена

Квалификационный экзамен (КЭ) предназначен для контроля и оценки результатов освоения основной программы профессионального обучения по профессии рабочего/должности служащего «Оператор трехмерной печати».

Квалификационный экзамен проводится в форме практической квалификационной работы с элементом теоретической части (рассказ экзаменуемого о ходе своей работы).

По результатам профессионального обучения и после успешного прохождения процедуры квалификационного экзамена обучающимся по основной программе профессионального обучения выдается документ о квалификации (свидетельство о профессии рабочего, должности служащего), который подтверждает получение квалификации по профессии рабочего, должности служащего и присвоение (при наличии) квалификационного разряда (подтверждается свидетельством о профессии рабочего, должности служащего).

2. Вид(ы) деятельности, вынесенный(е) на квалификационный экзамен

№ п/п	Наименование вида деятельности (в соответствии с основной программой профессионального обучения)	Умения, знания, навыки, проверяемы в ходе КЭ
1.	Подготовка и контроль расходных материалов необходимых для изготовления изделий на оборудовании трехмерной печати в соответствии с заданием	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none">- Проводить подготовку рабочей зоны к поступлению расходных- Использовать вспомогательное оборудование <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none">- Основных технологий трехмерной печати;- Видов и характеристик расходных материалов;- Устройства и технических характеристик оборудования трехмерной печати. <p>Навыки:</p> <ul style="list-style-type: none">- Подготовка рабочей зоны для приема расходных материалов;- Проверка соответствия расходных материалов требованиям задания по номенклатуре и качеству;
2.	Технологическая настройка оборудования трехмерной печати, производство изделий в соответствии с заданием	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none">- Настраивать узлы оборудования трехмерной печати;- Проверять работоспособность технологической оснастки;- Производить входной контроль файлов трехмерной модели изделия, подлежащего изготовлению;- Осуществлять загрузку расходных материалов в оборудование трехмерной печати;

		<ul style="list-style-type: none"> - Вводить необходимую программу для изготовления изделия согласно заданию; - Контролировать параметры процесса изготовления изделия; - Устранять типичные неисправности настройки узлов и систем оборудования трехмерной печати; <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основных технологий трехмерной печати; - Видов и свойств расходных материалов; - Программных средств; - Устройства, технологических и технических характеристик оборудования трехмерной печати; - Особенности различных технологий трехмерной печати; - Правил настройки оборудования трехмерной печати; <p>Навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Настройки узлов и систем оборудования трехмерной печати; - Проверки исправности технологической оснастки оборудования трехмерной печати; - Загрузки и входной контроль файлов трехмерной модели изделия, подлежащего изготовлению; - Загрузки в оборудование трехмерной печати расходных материалов; - Запуска оборудования трехмерной печати для изготовления изделия согласно заданию - Контроля параметров изделия, устранение неисправностей в работе узлов и систем оборудования трехмерной печати
3.	Доводка параметров изделия трехмерной печати до требований задания	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Оценивать соответствие параметров изделия требованиям задания; - Использовать контрольно-измерительные приборы для контроля параметров изделия; - Выбирать способы доводки параметров изделия до требований задания, определять необходимые для этого инструменты; - Пользоваться соответствующими инструментами <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Методики оценки соответствия параметров изготовленного на оборудовании трехмерной печати изделия требованиям задания; - Видов и свойства расходных материалов; - Методов изменения параметров изделия для выполнения требований задания; - Основных технологий трехмерной печати; - Особеностей различных технологий трехмерной печати при изготовлении изделий; - Требования охраны труда, производственной санитарии, электро- и пожарной безопасности;

		<p>Навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Контроль параметров изделия; - Выбор способов действий и инструментов для доводки параметров изделия; - Отделка изделия трехмерной печати в соответствии с требованиями задания;
4.	Техническое обслуживание оборудования трехмерной печати по окончании выполнения задания	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Планировать последовательность проведения работ; - Оценивать техническое состояние узлов и систем оборудования трехмерной печати; - Выявлять неполадки и заменять при необходимости элементы оборудования трехмерной печати; - Применять приемы чистки основных узлов оборудования трехмерной печати; - Размещать в специально отведенных местах хранения материалы и технологическую оснастку; <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Устройства, системы управления, принцип работы и правила эксплуатации оборудования трехмерной печати; - Методов профилактики неполадок в работе оборудования трехмерной печати; - Правил и приемов чистки основных узлов оборудования трехмерной печати; - Видов типичных неисправностей оборудования трехмерной печати; - Правил содержания и организации рабочего места при обслуживании оборудования трехмерной печати; - Программных средств системы управления оборудования трехмерной печати; <p>Навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Проверка исправности узлов и систем оборудования трехмерной печати после окончания его работы; - Уборка рабочего места по окончании работы на оборудовании трехмерной печати; - Замена при необходимости элементов оборудования трехмерной печати;

3. Специфика заданий квалификационного экзамена (практической квалификационной работы)

Для проведения квалификационного экзамена используется задание на демонстрацию умений и навыков в реальных или моделируемых условиях.

Общее описание и постановка задачи.

№ п\п	Название задания	Критерии	Время выполнения задания	Проверяемые компетенции
--------------	-------------------------	-----------------	---------------------------------	--------------------------------

				<i>(в соответствии с основной программой профессионального обучения)</i>
1.	Подготовка элемента трехмерной печати		105 минут	Подготовка и контроль расходных материалов. Технологическая настройка оборудования трехмерной печати
2.	Доводка элемента трехмерной печати		30 минут	Доводка параметров изделия трехмерной печати до требований задания. Техническое обслуживание оборудования трехмерной печати по окончании выполнения задания

Задания квалификационного экзамена

Описание видов работ:

<i>Задание 1 3-D моделирование</i>
<i>Порядок выполнения работ:</i>
<i>Для выполнения этого задания экзаменуемому необходимо построить модель с помощью прикладного ПО, настроить оборудование, подобрать расходные материалы, провести печать модели..</i>
<i>Экзаменуемому выдается техническое задание (разрабатывает образовательная организация) печати 3D модели (печать может осуществляться как на помощи нити так и фотополимерной смолы).</i>
<i>Задание для экзаменуемого:</i>
<p>1) Открыть программу NanoCAD</p> <p>2) Анализируем и выбираем инструменты, необходимые для создания выбранной модели</p> <p>4) Проектируем модель. Проектировка происходит строго в соответствии реальных размеров изделия</p> <p>5) После завершения работы сохраняем получившуюся модель в формате .stl</p> <p>6) Получившийся файл формата .stl открываем в программе Poligon X. Программа предназначена для подготовки модели к 3D печати и создания управляющей программы. Получившуюся программу сохраняем на любой электронный носитель</p> <p>7) Подготавливаем 3D принтер к работе. Производим калибровку стола, сопла, заправку пластика. Обрабатываем стол ацетоном, для дальнейшего легкого отсоединения изделия от поверхности</p> <p>8) Носитель с управляющей программы вставляем в USB разъем на 3D принтере. Выбираем режим работы оборудования и запускаем печать.</p> <p>9) Проверяем результат.</p> <p>10) Проводим доводку (при необходимости) модели</p> <p>11) Осуществляем контроль размеров (согласно выданного задания)</p> <p>12) Проводим уборку рабочего места</p>

Условия выполнения заданий

При проведении КЭ запрещается:

- Ходить по лаборатории или мастерской
- Мешать сдачи квалификационного экзамена
- Пользоваться мобильной техникой

– Использовать несправные приборы, оборудование и расходные материалы

– Нарушать требования пожарной и электробезопасности

Обучающийся обязан:

– явиться на экзамен в назначенное время;

– соблюдать требования охраны труда;

– выполнять задание строго в соответствии с технологической картой для выполнения задания;

– получить техническое задание на выполнение квалификационного экзамена, пакет необходимой документации, печатные платы, набор электронных компонентов или узлов импульсной, вычислительной техники Время на выполнение заданий квалификационного экзамена составляет 3 академических часа (135 минут). За 30 минут до окончания КЭ сдающему должно быть сообщено об оставшемся времени. После истечения времени экзамена сдающий должен прекратить выполнение заданий и покинуть место проведения экзамена.

Место выполнения задания: задание выполняется очно, непосредственно в лаборатории 3D технологий.

В случае медицинских показаний состояния экзаменуемого или технических неисправностей оборудования возможны перерывы с остановкой таймера.

4. Оценка результатов квалификационного экзамена

Оценочная ведомость

№ п\п	Название задания	Критерий	Баллы (max)
1.	Подготовка элемента трехмерной печати	Подготовка трехмерной модели	30
		Подбор расходных материалов	10
		Технологическая настройка оборудования трехмерной печати	20
2.	Доводка элемента трехмерной печати	Доводка параметров изделия трехмерной печати до требований задания.	10
		Техническое обслуживание трехмерной печати по окончании выполнения задания	10
		Порядок на рабоче месте по окончании КЭ	5
3.	Теоретическая часть	Объяснения экзаменуемого хода выполнения практического задания	15
Максимальное количество баллов			100

Оценка выполнения этапов квалификационного экзамена определяется: суммированием баллов за выполнение задания.

Положительное решение о сдаче экзаменуемым КЭ принимается при достижении всех нижеперечисленных условий:

- получение не менее 9 баллов из 15 возможных при прохождении теоретического этапа экзамена
- получение не менее 51 баллов из 85 возможных при прохождении практической части экзамена.

Таблица перевода баллов (*при необходимости*)

Оценка	«2»	«3»	«4»	«5»
Отношение полученного количества баллов к максимально возможному	30-59 30,00% - 59,00%	60-85 60,00% - 85,00%	86-90 86,00% - 90,00%	91-100 91,00% - 100,00%

5. Требования к материально-техническому обеспечению выполнения заданий квалификационного экзамена:

Помещения, в которых будет проводиться квалификационный экзамен должно соответствовать нормам СП 2.4.3648-20, утвержденными Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 г. № 28 и СанПиН 1.2.3685-21, утвержденными Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 2.

Помещение, в котором будет проводиться квалификационный экзамен, должно содержать персональное рабочее место члена экспертной группы (по числу членов).

При проведении квалификационного экзамена экзаменуемому должно быть предоставлено одно отдельное рабочее место.

6. Требования к кадровому обеспечению

Для оценки результатов выполнения заданий квалификационного экзамена приглашаются эксперты. Эксперты квалификационного экзамена входят в состав экспертной группы, из числа которой выбирается председатель.

Расчет количества экспертов производится из количества рабочих мест и участников.

Состав экспертной группы при проведении квалификационного экзамена – не менее 3 человек (включая председателя).

При формировании состава экспертной группы учитывается одно из условий: наличие у эксперта профильного профессионального образования, опыт деятельности в соответствующей профессиональной сфере, опыт преподавания по соответствующей профессии рабочего/должности служащего.

7. Требования безопасности

Непосредственно перед экзаменом все участники должны пройти инструктаж по технике безопасности и противопожарной безопасности при нахождении в помещении, после чего подписать соответствующий документ об ознакомлении с ними.

Содержание инструкций разрабатывается и утверждается организатором в соответствии с действующими на территории Российской Федерации нормативными актами.

8. Перечень документов, использованных при подготовке комплекта оценочных средств

1. Профессиональный стандарт 11.018 «Оператор трехмерной печати». (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21.10.2021 № 750н);

2. Гибсон Ян, Стакер Брент . Технологии аддитивного производства. Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство, учебник/ Гибсон Ян, Стакер Брент.— Москва: Издательство Техносфера, 2022 г.— 648 с.— ISBN 978-5-94836-447

3. Горьков Д., Холмогоров В. 3D-печать с нуля: учебник/ Д.Горьков, В.Холмогоров.— Санкт-Петербург: Издательство ВНВ-СПб, 2020 г.— 256 с.—ISBN 978-5-97-756599-8.

4. Д. Г. Копосова, Технология. 3D-моделирование и prototyping. Учебник/ Копосова Д. Г.— Москва: Издательство «Просвещение», 2022 г.— 129 с.—ISBN 978-5-09-100197-6.

5. А. В. Гриншкун, В. Б. Лабутин Технология. 3D-моделирование, prototyping и макетирование, учебник/ Гриншкун А. В., Лабутин В. Б.— Москва: Издательство «Просвещение», 2022 г.— 65 с.—ISBN 978-5-09-100199-0.

9. Перечень оборудования

№ п/п	Наименование	Технические характеристики
1.	Персональный компьютер	На базе Intel Celeron (G5900)/AMD, mATX, DDR4 4GB PC-19200 2400MHz (DDR3), 240GB SSD (HDD 500 GB), Sound HDA 7.1, Case mATX 450W, монитор 17 дюймов (17-21), клавиатура, мышь
2.	Лазерный принтер	Лазерный принтер/МФУ А4
3.	3D принтер	Технология FDM / FFF Послойное моделирование объекта из расплавленной пластиковой нити Диаметр пластиковой нити $1,75\pm0,1$ мм Размер рабочей камеры Длина 360 мм, Ширина 360 мм, Высота 610 мм Свойства 3D-печати Количество экструдеров 1

		<p>Количество сопел 2</p> <p>Толщина слоя От 0,01 мм</p> <p>Скорость печати До 130 куб. см/час</p> <p>Температура камеры До 90 °C</p> <p>Температура платформы до 150 °C</p> <p>Температура экструдера до 410 °C</p> <p>Модельные материалы</p> <p>PLA, ABS, ASA, PP, TPU, PETG, HIPS, PA (6/12), ABS (GF/CF), PC, TPU, PEEK, PEKK, PPSU, ULTEM и другие</p> <p>Интерфейсы Ethernet, USB Flash, Wi-Fi</p>
4.	3D принтер открытого типа	<p>Технология FFF</p> <p>Рабочий объем 33,3 л</p> <p>Высота слоя 30 мкм</p> <p>Скорость 90 мм/с</p> <p>Объем/ч 50 см³/ч ль</p> <p>Макс t° печати 300 °C</p> <p>Макс t° стола 120 °C</p> <p>Материалы Все ABS, PLA, PETG, HIPS, PVA, FLEX, NYLON, RUBBER, WOOD, PP, PND, PVD, PC, CAST, ETERNAL, SEALANT и другие</p>
5.	3D принтер	<p>Технология: LCD / LED</p> <p>Рабочий объем: 278x156x400</p> <p>Материалы: Фотополимерная смола</p> <p>Скорость печати: 70 мм/ч</p> <p>Минимальная толщина слоя: 10 мкм.</p> <p>Длина УФ-волны: 405 нм</p> <p>Диагональ матрицы: 12,8"</p> <p>Тип матрицы: LCD mono</p> <p>Разрешение матрицы: 6K, 5448x3064 px</p> <p>Совместимость с ОС: Windows, Mac OS, Linux</p> <p>ПО: Chitubox</p> <p>Формат файлов: STL, OBJ</p> <p>Интерфейсы порт: USB</p> <p>Работа в сетях: 220 В ±15% 50Гц</p> <p>Диапазон рабочих температур: 10–50 °C</p> <p>Макс потребляемая мощность: 350 Вт</p> <p>Защита от КЗ: Предохранители</p> <p>Размеры с закрытой крышкой: 460 x 415 x 715 мм</p> <p>Размеры с открытой крышкой: 460 x 415 x 1265 мм</p>
6.	Промышленный пылесос	<p>Мощность, кВт 3,0</p> <p>Класс пыли L</p>

		<p>Максимальное разряжение, кПа 32</p> <p>Номинальный поток воздуха, м³ / час 450</p> <p>Шум, Дб 87</p> <p>Внутренний диаметр шланга, мм 50</p> <p>Объем бака, л 55</p> <p>Диаметр бака, мм 380</p> <p>Эффективность очистки воздуха, % 99,9</p> <p>Напряжение питания, В 220</p> <p>Тип двигателя коллекторный с охлаждением</p> <p>Режим работы непрерывный, круглосуточный</p> <p>Материал корпуса Сталь</p> <p>Покрытие Полимерное</p> <p>Функция самоочистки фильтра да</p> <p>Длина электрического кабеля, м 10</p> <p>Габаритные размеры (ДШВ), мм 780*500*1200</p> <p>Вес, кг 48,5</p>
7.	Фильтровентиляционный агрегат	<p>Габариты, Д x Ш x В, мм 1250x825x732 мм</p> <p>Радиус обслуживания, 2 м</p> <p>Кол-во фильтрующих элементов, 1 шт</p> <p>Площадь фильтрующих элементов, 19,5 м²</p> <p>Расход воздуха, м³/ч 1200</p> <p>Потребляемая мощность., 1.5 кВт</p> <p>Степень очистки по твердой фазе сварочного аэрозол 98</p>
8.	Портальный фрезерный станок	<p>Рабочий ход осей 320x250x220 мм</p> <p>Скорость вращения 24000 об/мин</p> <p>Мощность шпинделя 2.2 кВт</p> <p>Размер рабочего стола X/Y/Z (мм) 320x250x28</p> <p>Материал рабочего стола Д16Т</p> <p>Возможное количество осей 3/4</p> <p>Перемещение по Z, мм 220</p> <p>Производитель СК Роутер</p> <p>Страна изготовитель Россия</p> <p>Максимальная нагрузка на стол, кг 50</p> <p>Вес, кг 300</p>
9.	Программное обеспечение	Программное обеспечение поддерживающее работу с форматами файлов .stl, . plgx, . gcode, .ppf, .plgs, .plg, .obj, .3ds, .amf
10.	3D ручка	<p>Тип пластика для 3D печати ABS, PLA</p> <p>Диаметр сопла, 0.7 мм</p> <p>Регулировка скорости Да</p> <p>Тип печати Горячая</p>