

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ**  
**ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ**  
**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ**  
**«МУРМАНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор

ГАПОУ МО «Мурманский  
индустримальный колледж»

Г. С. Шатило

Приказ № 29-од от 12.10.2023г.



**Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации  
«Эксплуатационные характеристики установок аддитивного производства»**

г. Мурманск 2023г.

Рассмотрена на  
заседании методической  
комиссии сварки и  
металлообработки  
протокол №1 от 05.09.2023г.

Согласовано  
Зав отделением МиТ  
Кожемякиной Т.В.

Руководитель МК Олькин В.А.

Разработчик: ГАПОУ МО «Мурманский индустриальный колледж»

## **1. Цели и задачи реализации программы**

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации направлена на получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности, связанной с особенностями эксплуатационных характеристик установок аддитивных технологий, применяемых на различных производствах к различным стадиям жизненного цикла изделия.

Целью программы является повышение квалификации специалистов в сфере инженерного проектирования и других заинтересованных лиц.

Задачи:

- ознакомление и разъяснение процессов создания деталей аддитивным способом производства.
- консультирование по особенностям настройки установок аддитивного производства.

## **2. Требования к результатам обучения. Планируемые результаты освоения программы.**

### **2.1. В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

- организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;
- способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей;
- основные принципы работы аддитивных установок, основы настроек оборудования;
- виды аддитивных установок и методы их работы;
- правила настройки и наладки установок аддитивного производства.

### **2.2 Обучающийся должен уметь**

- организовывать и вести технологический процесс на установках для аддитивного производства;
- контролировать правильность функционирования установки, регулировать её элементы, корректировать программируемые параметры;
- подбирать параметры аддитивного технологического процесса и разрабатывать оптимальные режимы производства изделий на основе технического задания (компьютерной/цифровой модели).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать способностью применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в аддитивном производстве, выбирать способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их

математических моделей, а также знать эксплуатационные характеристики установок аддитивного производства.

### 3. Содержание программы

Категория слушателей: педагогические работники сторонних образовательных организаций, сотрудники производств, выполняющие работу в сфере аддитивного производства и другие.

Трудоемкость обучения: 36 академических часа.

Форма обучения: очная с использованием дистанционных образовательных технологий и электронного обучения.

#### 3.1. Учебный план

| № | Наименование модулей   | Всего,<br>ак. час. | В том числе |                   |                                | В том числе в<br>дистанц. форме |                   |
|---|--|--------------------|-------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|
|   |  |                    | лекц.       | практ.<br>занятия | промеж.<br>и итог.<br>контроль | лекц.                           | практ.<br>занятия |
| 1 | 2  | 3                  | 4           | 5                 | 6                              |                                 | 7                 |
| 1 | Аддитивные технологии.<br>Этапы процесса аддитивного<br>производства.    | 12                 | 8           | 2                 | 2                              | 6                               | 2                 |
| 2 | Эксплуатационные<br>характеристики установок<br>аддитивного производства | 22                 | 10          | 10                | 2                              | 10                              | 8                 |
| 3 | Итоговая аттестация  | 2                  |             |                   | 2                              |                                 |                   |
|   | ИТОГО:   | 36                 | 18          | 12                | 6                              | 16                              | 10                |

#### 3.2. Календарный учебный график (порядок модулей)

| Период обучения<br>(дни, недели)* | Наименование раздела, модуля                                       |
|-----------------------------------|--|
| 1 неделя                          | Аддитивные технологии. Этапы процесса аддитивного производства.    |
| 2 неделя                          | Эксплуатационные характеристики установок аддитивного производства |

Точный порядок реализации разделов, модулей (дисциплин) обучения определяется в расписании занятий

#### 3.3 Содержание учебной программы:

**Модуль 1. Аддитивные технологии. Этапы процесса аддитивного производства.**  
В результате освоения модуля обучающийся должен **знать**:

- операционные системы компьютера, предназначенные для использования и управления компьютерными программами и файлами;
- механические системы и их технические возможности аддитивных установок;
- этапы и методы организации аддитивного производства;

- основную терминологию и характеристики установок аддитивного производства.

В результате освоения модуля обучающийся должен **уметь**:

- выполнять индивидуальную настройку оборудования;
- выполнять основные правила техники безопасности и охраны труда.

#### **Темы:**

1. Техника безопасности и охрана труда, для работы с аддитивными установками.  
(лекция)

2. Виды аддитивных установок. (лекция)

3. 3D принтеры - классификация и применение на производстве. (лекция)

4. Сравнительные характеристики классического и аддитивного производства.

(учебная практика).

5. 3D сканеры – классификация и применение на производстве. (лекция)

6. Промежуточный контроль в форме теста.

Пример контрольно-оценочных средств по модулю

Тест№1. Тема охрана труда и техника безопасности.

#### Вопрос № 1.

Воздействие каких опасных и вредных производственных факторов возможно на работающих с компьютером:

- Ионизирующие и неионизирующие излучения видеотерминалов;
- Поражение электрическим током при работе на оборудовании без защитного заземления, а также со снятой задней крышкой видеотерминала;
- Зрительное утомление, а также неблагоприятное воздействие на зрение мерцаний символов и фона при неустойчивой работе видеотерминала, нечётком изображении на экране;
- Все ответы верны.

#### Вопрос № 2.

Является ли наличие медицинской аптечки первой помощи необходимым условием при работе в помещениях с компьютерами?

- Нет. Для этого есть медицинский кабинет;
- Да. Это необходимое условия при работе с компьютером в образовательном учреждении;
- По желанию работника;
- Да, но только при условии, что в учреждении не медицинского кабинета.

#### Вопрос № 3.

Пользователь компьютера обязаны соблюдать правила пожарной безопасности. По нормам пожарной безопасности помещение с компьютерами должно быть оснащено:

- Автоматической системой пожарной сигнализации;
- Порошковым огнетушителем;
- Углекислотным огнетушителем;
- Двумя углекислотными огнетушителями и автоматической системой пожарной сигнализации.

#### Вопрос № 4.

Площадь на одно рабочее место пользователей компьютера на базе электронно-лучевой трубки должна быть не менее:

- 3 кв. метров;
- 4 кв. метров;
- 5 кв. метров;
- 6 кв. метров.

#### Вопрос № 5.

Площадь на одно рабочее место пользователей компьютера с жидкокристаллическим/плазменным экраном должна быть не менее:

- a. 4 кв. метров;
- b. 4,5 кв. метров;
- c. 5 кв. метров;
- d. 6,5 кв. метров.

Вопрос № 6.

Освещённость рабочих мест на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть:

- a. 300-500 лк;
- b. 350-550 лк;
- c. 400-600 лк;
- d. 450-650 лк.

Вопрос № 7.

Освещённость поверхности экранов компьютеров не должна быть более:

- a. 100 лк;
- b. 200 лк;
- c. 300 лк;
- d. 400 лк.

Вопрос № 8.

При работающем ПК расстояние от глаз до экрана должно быть:

- a. 30-40 см;
- b. 40-50 см;
- c. 50-60 см;
- d. 60-70 см.

Вопрос № 9.

Продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать:

- a. 30 мин;
- b. 45 мин;
- c. 60 минут;
- d. 90 минут.

Вопрос № 10.

После каждого часа работы на компьютере необходимо проводить:

- a. Влажную уборку помещения;
- b. Проветривание помещения;
- c. Отключение компьютера;
- d. Нет правильного ответа.

Ключ к тесту.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| d | b | d | d | b | c | d | b | c | b  |

Тест №2. Технические возможности аддитивных установок.

1. Аддитивные технологии - это:

Правильный ответ: Процесс объединения материала с целью создания объекта из данных 3D-модели

2. В каком формате должна быть сохранена модель для печати?

Правильный ответ: STL

3. Какую толщину стенки можно напечатать при диаметре экструдера 0.4 мм?

Правильные ответы: 0,4 мм., 0,8 мм.

4. Как скорость печати влияет на качество печати?

Правильный ответ: Чем медленнее, тем качественнее

5. Какой минимальный угол возможен для построения моделей без применения поддержек  
Правильный ответ: 45 градусов
6. Какой максимальной длины «мост» можно напечатать не теряя в качестве?  
Правильный ответ: 50 мм.
7. Какие материалы хорошо подходят для печати визуальных макетов?  
Правильные ответы: PLA, PET-G
8. Технологию LOM лучше всего использовать для изготовления...  
Правильные ответы: Масок, Дизайн-макетов
9. Прямая подача металла характерна для следующей технологии 3D-печати:  
Правильный ответ: DMD
10. Можно ли с одного компьютера управлять пятью и более настольными 3D-принтерами?  
Правильный ответ: Да

**Модуль 2.** Эксплуатационные характеристики установок аддитивного производства  
В результате освоения модуля обучающийся должен знать:

- назначение аддитивных установок
- принципы организации работы на аддитивных установках
- условия эксплуатации установок аддитивного производства
- модели аддитивных установок и их основные назначения.

В результате освоения модуля обучающийся должен уметь:

- выполнять подготовку и настройку аддитивных установок перед работой.
- создавать условия для работы аддитивных установок
- прогнозировать износ расходных элементов аддитивных установок

#### **Темы:**

1. Виды 3D принтеров и их функциональные возможности (лекция)
2. Настройка работы 3D принтеров (учебная практика).
3. Калибровка 3D принтеров (учебная практика).
4. Эксплуатационные характеристики 3D принтеров (лекция)
5. Виды 3D сканеров и их функциональные возможности (лекция)
6. Настройка работы 3D сканеров (учебная практика).
7. Калибровка 3D сканеров (учебная практика).
8. Планирование производственного помещения в соответствии с нормами безопасности и эксплуатационными характеристиками установок. (лекция)
9. Планирование использования расходных модулей в соответствии с эксплуатационными характеристиками аддитивных установок. (лекция)
10. Использование каталогов модулей аддитивных установок (учебная практика).

#### **Пример контрольно-оценочных средств по модулю**

Промежуточный контроль в форме практической работы включает в себя разработку плана помещения и эксплуатационного журнала использования аддитивной установки.

Итоговая аттестация проходит в форме практической работы в ходе которой обучающийся должен выполнить персональную настройку 3D принтера и сохранить ее,

так же выполнить настройку 3D сканера и калибровку. На подготовленном оборудовании необходимо выполнить сканирование простой детали и печать ее на принтере.

Примеры деталей для итоговой аттестации:



#### **4. Материально-технические условия реализации программы**

##### **4.1 Кадровое обеспечение реализации программы.**

Образовательный процесс по программе обеспечивается педагогическими кадрами, имеющими среднее специальное или высшее образование, соответствующее профилю программы или опыт деятельности в соответствующей профессиональной сфере и систематически занимающимися научно-методической деятельностью.

##### **4.2 Материально-техническое обеспечение программы**

| Наименование помещения                             | Вид занятий         | Наименование оборудования, программного обеспечения  |
|--|---------------------|--|
| 1  | 2                   | 3  |
| Аудитория  | Лекции              | Проектор. Персональный компьютер. Столы и стулья, маркерная доска.   |
| Мастерская по компетенции «Реверсивный инжиниринг» | Практические работы | Компьютеры и мониторы (процессор x86-64, 3.0 ГГц /DDR-3 16 GB/HDD, видеокарта с 8 ГБ памяти (позволяющая подключить 2 монитора). Проектор. Столы и кресло офисные. Программное обеспечение Autodesk Inventor Professional 2020 |

##### **4.3 Учебно-методическое обеспечение программы**

1. Шишковский И.В. Основы аддитивных технологий высокого разрешения. Из-во Питер, СПб, 2016, 400 с
2. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н.. Аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие. СПб.: Издательство СПб государственного политехнического университета, 2013. 222 с.
3. Валетов, В.А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы). Учебное пособие.— СПб. : НИУ ИТМО, 2015. — 63 с
4. Грибовский, А.А. Геометрическое моделирование в аддитивном производстве. Учебное пособие.— СПб. : НИУ ИТМО, 2015. ■— 49 с.

5. Антонова В.С., Осовская И.И. Аддитивные технологии: учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2017.-30 с.
6. Комаров Владимир 3D печать. Моделирование методом наплавки (FDM) / электронное методическое пособие / Публикуется под лицензией GNU GPL v3 СПб 2019 год.
7. Зленко, Михаил Александрович. Аддитивные технологии в машиностроении [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов по направлению подготовки магистров «Технологические машины и оборудование» / М.А. Зленко, А.А. Попович, И.Н. Мутылина; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. — Электрон, текстовые дан. (1 файл: 9,39 Мб). — Санкт-Петербург, 2013. — Загл. с титул, экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование). — Текстовый документ <URL :<http://elib.spbstu.ru/dl/2/3548.pdf>>.
8. Конкурсная документация по компетенции «Аддитивное производство» и «Создание прототипов» WorldSkills Russia.

## **5. Оценка качества освоения программы**

Промежуточная аттестация по программе предназначена для оценки результатов освоения слушателем отдельных тем программы и проводится в форме теста и практических работ в формате защиты проектов. По результатам промежуточных испытаний, выставляются отметки по пятибалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Итоговая аттестация по программе предполагается в форме комплексного задания. Для оценки результатов освоения слушателем всей программы проводится занятие в форме выполнения на практике всех видов изученных работ, а именно сканирование модели, работа с полученной цифровой моделью и печать конечного изделия.

По результатам выполнения индивидуальных заданий, выставляются отметки по пятибалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

