

Подписано электронной подписью:  
Вержицкий Данил Григорьевич  
Должность: Директор КГПИ КемГУ  
Дата и время: 2025-04-23 00:00:00  
471086fad29a3b30e244c728abc3661ab35c9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КЕМЕРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Кузбасский гуманитарно-педагогический институт

---

Факультет информатики, математики и экономики

УТВЕРЖДАЮ  
Декан  
Фомина А.В.  
«16» января 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
К.М.07.01.06 Языки программирования оборудования аддитивного  
производства

Направление подготовки  
44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Направленность (профиль)  
Аддитивные технологии

Программа бакалавриата

Квалификация выпускника  
*бакалавр*

Форма обучения  
*заочная*

Год набора 2025

Новокузнецк 2025

## Оглавление

|                                                                                                                         |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Оглавление.....                                                                                                         | 2 |
| 1 Цель дисциплины.....                                                                                                  | 3 |
| 2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.....                         | 4 |
| 3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.....                                                                | 4 |
| 3.1 Учебно-тематический план.....                                                                                       | 4 |
| 4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации..... | 5 |
| 5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины.....                                | 7 |
| 5.1 Учебная литература.....                                                                                             | 7 |
| 5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.....                                                   | 8 |
| 5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....                                   | 8 |
| 6 Иные сведения и (или) материалы.....                                                                                  | 9 |
| 6.1.Примерные темы письменных учебных работ.....                                                                        | 9 |
| 6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации.....                                             | 9 |

### 1 Цель дисциплины.

В результате освоения дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции основной профессиональной образовательной программы бакалавриата (далее - ОПОП):

ПК – 1

**Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, знания, умения, навыки**

Таблица 1 – Индикаторы достижения компетенций, формируемые дисциплиной

| Код и название компетенции                                                                                                                                                              | Индикаторы достижения компетенции по ОПОП                                                                                                                                                                                                                                                               | Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК – 1 Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области по профилю "Аддитивные технологии" при решении профессиональных задач | ПК 1.1 Демонстрирует владение методами работы над объектами визуальной информации, владение композиционными приемами и стилистическими особенностями проектируемого объекта визуальной информации<br>ПК 1.2 Демонстрирует методы использования программных и аппаратных средств для создания 3D-моделей | 1. Знания<br>Архитектура и компоненты систем ЧПУ (CNC) для аддитивного оборудования.<br><br>Основные языки программирования, используемые в аддитивном производстве (G-код, Python, специализированные скриптовые языки).<br><br>Особенности калибровки оборудования.<br><br>Принципы преобразования 3D-моделей при генерации управляющего кода.<br><br>2. Умения<br>Чтение и интерпретация G-кода для аддитивных систем.<br><br>Написание и модификация управляющих программ для 3D-принтеров и других аддитивных установок.<br><br>Работа с CAM-системами (Ultimaker Cura, PrusaSlic3r) для генерации управляющего кода.<br><br>Отладка и оптимизация кода для повышения эффективности печати.<br><br>Интеграция скриптов (на Python или других языках) для автоматизации процессов.<br><br>Анализ и устранение ошибок в процессе печати, связанных с программным управлением.<br><br>3. Навыки<br>Практическое применение G-кода для настройки параметров печати (температура, скорость, |

| Код и название компетенции | Индикаторы достижения компетенции по ОПОП | Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной                                                                                                                        |
|----------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            |                                           | <p>перемещение).</p> <p>Отладка и калибровка оборудования через программные интерфейсы.</p> <p>Использование симуляторов для проверки корректности управляющих программ.</p> |

## 2 Объем и трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий

| Общая трудоемкость и виды учебной работы по дисциплине, проводимые в разных формах                                                                           | Объем часов по формам обучения |      |                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------|-----------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                              | ОФО                            | ОЗФО | ЗФО                                                       |
| 1 Общая трудоемкость дисциплины                                                                                                                              |                                |      | 360                                                       |
| 2 Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)                                                                          |                                |      | 38                                                        |
| Аудиторная работа (всего):                                                                                                                                   |                                |      | 38                                                        |
| в том числе:                                                                                                                                                 |                                |      |                                                           |
| лекции                                                                                                                                                       |                                |      | 14                                                        |
| практические занятия, семинары                                                                                                                               |                                |      |                                                           |
| практикумы                                                                                                                                                   |                                |      |                                                           |
| лабораторные работы                                                                                                                                          |                                |      | 24                                                        |
| Внеаудиторная работа (всего):                                                                                                                                |                                |      |                                                           |
| в том числе, индивидуальная работа обучающихся с преподавателем                                                                                              |                                |      |                                                           |
| подготовка курсовой работы (проекта) /контактная работа                                                                                                      |                                |      |                                                           |
| групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем) |                                |      |                                                           |
| творческая работа (эссе)                                                                                                                                     |                                |      |                                                           |
| 3 Самостоятельная работа обучающихся (всего)                                                                                                                 |                                |      | 300                                                       |
| 4 Промежуточная аттестация обучающегося - и объем часов, выделенный на промежуточную аттестацию:                                                             |                                |      | 1 к. - Зачет<br>2 з.е. 4 ч<br>2 к. Экзамен<br>8 з.е. 18 ч |

## 3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.

### 3.1 Учебно-тематический план

Таблица 3 - Учебно-тематический план заочной формы обучения

| № недели п/п     | Разделы и темы дисциплины по занятиям              | Общая трудоёмкость (всего час.) | Трудоёмкость занятий (час.) |       |     |                   |       |     |                   |       |     | Формы текущ. контроля и промежуточной аттестации |
|------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------|-----|-------------------|-------|-----|-------------------|-------|-----|--------------------------------------------------|
|                  |                                                    |                                 | ОФО                         |       |     | ОЗФО              |       |     | ЗФО               |       |     |                                                  |
|                  |                                                    |                                 | Аудиторн. занятия           |       | СРС | Аудиторн. занятия |       | СРС | Аудиторн. занятия |       | СРС |                                                  |
|                  |                                                    |                                 | лекц.                       | практ |     | лекц.             | практ |     | лекц.             | практ |     |                                                  |
| Семестр <u>1</u> |                                                    |                                 |                             |       |     |                   |       |     |                   |       |     |                                                  |
|                  | 1. Введение в программирование оборудования для АП |                                 |                             |       |     |                   |       |     |                   |       |     |                                                  |
| 1                | 1.1. Архитектура и компоненты систем ЧПУ           |                                 |                             |       |     |                   |       | 2   |                   | 34    |     |                                                  |

| № недели п/п        | Разделы и темы дисциплины по занятиям                                              | Общая трудоёмкость (всего час.) | Трудоемкость занятий (час.) |       |     |                   |       |     |                   |       |     | Формы текущ. контроля и промежуточной аттестации |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------|-----|-------------------|-------|-----|-------------------|-------|-----|--------------------------------------------------|
|                     |                                                                                    |                                 | ОФО                         |       |     | ОЗФО              |       |     | ЗФО               |       |     |                                                  |
|                     |                                                                                    |                                 | Аудиторн. занятия           |       | СРС | Аудиторн. занятия |       | СРС | Аудиторн. занятия |       | СРС |                                                  |
|                     |                                                                                    |                                 | лекц.                       | практ |     | лекц.             | практ |     | лекц.             | практ |     |                                                  |
| Семестр __1__       |                                                                                    |                                 |                             |       |     |                   |       |     |                   |       |     |                                                  |
| ИТОГО по семестру 1 |                                                                                    | 36                              |                             |       |     |                   |       |     | 2                 |       | 34  |                                                  |
| Семестр __2__       |                                                                                    |                                 |                             |       |     |                   |       |     |                   |       |     |                                                  |
|                     | 2. Основные языки программирования оборудования                                    |                                 |                             |       |     |                   |       |     |                   |       |     |                                                  |
| 1                   | 2.1. G-code - назначение, операторы, параметры                                     |                                 |                             |       |     |                   |       |     | 2                 | 2     | 10  |                                                  |
| 2                   | 2.2. Практикум по работе с интерпретатором G-code                                  |                                 |                             |       |     |                   |       |     |                   | 4     | 14  |                                                  |
| 3                   | 2.3. Промежуточная аттестация - зачет                                              |                                 |                             |       |     |                   |       |     |                   |       |     | Зачет 4                                          |
| ИТОГО по семестру 2 |                                                                                    | 36                              |                             |       |     |                   |       |     | 2                 | 6     | 24  | 4                                                |
| Семестр __3__       |                                                                                    |                                 |                             |       |     |                   |       |     |                   |       |     |                                                  |
|                     | 3. САМ-системы, генерация и оптимизация кода                                       |                                 |                             |       |     |                   |       |     |                   |       |     |                                                  |
| 4                   | 3.1. Преобразование геометрии в управляющие коды (координаты, скорости, ускорения) |                                 |                             |       |     |                   |       |     | 2                 |       | 34  |                                                  |
| 5                   | 3.2. Генерация и оптимизация G-кода                                                |                                 |                             |       |     |                   |       |     | 2                 | 4     | 64  |                                                  |
| 6                   | 3.3. Программная калибровка управляющих воздействий                                |                                 |                             |       |     |                   |       |     | 2                 | 4     | 59  |                                                  |
| 7                   | 3.4. Промежуточная аттестация - экзамен                                            |                                 |                             |       |     |                   |       |     |                   |       |     | Экз 9                                            |
| ИТОГО по семестру 3 |                                                                                    | 180                             |                             |       |     |                   |       |     | 6                 | 8     | 157 | 9                                                |
| Семестр __4__       |                                                                                    |                                 |                             |       |     |                   |       |     |                   |       |     |                                                  |
|                     | 4. Программные средства автоматизации процессов                                    |                                 |                             |       |     |                   |       |     |                   |       |     |                                                  |
| 8                   | 4.1. Команды G-code для обработки внешних событий                                  |                                 |                             |       |     |                   |       |     | 2                 | 2     | 24  |                                                  |
| 9                   | 4.2. Сценарии на Python                                                            |                                 |                             |       |     |                   |       |     | 2                 | 4     | 34  |                                                  |
| 10                  | 4.3. Удаленное управление 3D-печатью                                               |                                 |                             |       |     |                   |       |     |                   | 4     | 27  |                                                  |
| 11                  | 4.4. Промежуточная аттестация - экзамен                                            |                                 |                             |       |     |                   |       |     |                   |       |     | Экз 9                                            |
| ИТОГО по семестру 4 |                                                                                    | 108                             |                             |       |     |                   |       |     | 4                 | 10    | 85  | 9                                                |
|                     | Всего по учебному плану:                                                           | 360                             |                             |       |     |                   |       |     | 14                | 24    | 300 | 22                                               |

#### 4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.

Для положительной оценки по результатам освоения дисциплины обучающемуся необходимо выполнить все установленные виды учебной работы. Оценка результатов работы обучающегося в баллах (по видам) приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Балльно-рейтинговая оценка результатов учебной работы обучающихся по видам (БРС)

| Учебная работа (виды) | Сумма баллов | Виды и результаты учебной работы | Оценка в аттестации | Баллы за освоение дисциплины (мин.-макс.) |
|-----------------------|--------------|----------------------------------|---------------------|-------------------------------------------|
|                       |              |                                  |                     |                                           |

| Учебная работа (виды)                                                                    | Сумма баллов | Виды и результаты учебной работы                                          | Оценка в аттестации                                                                                                                                                                                               | Баллы за освоение дисциплины (мин.-макс.) |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Текущая учебная работа в семестре (Посещение занятий по расписанию и выполнение заданий) | 80           | Лабораторные работы (отчет о выполнении лабораторной работы) (6 занятий). | 3,5 баллов - посещение 1 пр. занятия и выполнение задания на 51-65%<br>7 баллов – посещение 1 пр. занятия и выполнение задания на 85-100%, самостоятельность и существенный вклад на занятии в работу группы, др. | 0-42                                      |
|                                                                                          |              | Самостоятельная работа                                                    | 19 б - выполнение задания на 51-65%<br>38 б - выполнение задания на 85-100%                                                                                                                                       | 0-38                                      |
| Итого по текущей работе в семестре 2                                                     |              |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                   | 0-80                                      |
| Промежуточная аттестация (зачет)                                                         | 20           | Теоретический вопрос                                                      | 5 баллов (пороговое значение)<br>10 баллов (максимальное значение)                                                                                                                                                | 5 - 10                                    |
|                                                                                          |              | Выполнение задания                                                        | 5 баллов (пороговое значение)<br>10 баллов (максимальное значение)                                                                                                                                                | 5 - 10                                    |
| Итого по промежуточной аттестации (зачету) по приведенной шкале (20б.)                   |              |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                   | 0 – 20 б.<br>(51 – 100% )                 |
| Суммарная оценка по дисциплине/ Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации          |              |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                   | 51 – 100 б.                               |

| Учебная работа (виды)                                                                    | Сумма баллов | Виды и результаты учебной работы                                          | Оценка в аттестации                                                                                                                                                                                           | Баллы за освоение дисциплины (мин.-макс.) |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Текущая учебная работа в семестре (Посещение занятий по расписанию и выполнение заданий) | 60           | Лабораторные работы (отчет о выполнении лабораторной работы) (8 занятий). | 2 балла - посещение 1 пр. занятия и выполнение задания на 51-65%<br>4 балла – посещение 1 пр. занятия и выполнение задания на 85-100%, самостоятельность и существенный вклад на занятии в работу группы, др. | 0-32                                      |
|                                                                                          |              | Самостоятельная работа                                                    | 14 б - выполнение задания на 51-65%<br>28 б - выполнение задания на 85-100%                                                                                                                                   | 0-28                                      |
| Итого по текущей работе в семестре 3                                                     |              |                                                                           |                                                                                                                                                                                                               | 0-60                                      |
| Промежуточная аттестация (экзамен)                                                       | 40           | Теоретический вопрос                                                      | 5 баллов (пороговое значение)<br>10 баллов (максимальное значение)                                                                                                                                            | 5 - 10                                    |
|                                                                                          |              | Теоретический вопрос                                                      | 5 баллов (пороговое значение)<br>10 баллов (максимальное значение)                                                                                                                                            | 5 - 10                                    |
|                                                                                          |              | Выполнение задания                                                        | 10 баллов (пороговое значение)<br>20 баллов (максимальное значение)                                                                                                                                           | 10 - 20                                   |
| Итого по промежуточной аттестации (экзамену) по приведенной шкале (40б.)                 |              |                                                                           |                                                                                                                                                                                                               | 0 – 40 б.<br>(51 – 100% )                 |
| Суммарная оценка по дисциплине/ Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации          |              |                                                                           |                                                                                                                                                                                                               | 51 – 100 б.                               |

| Учебная работа (виды)                                                                    | Сумма баллов | Виды и результаты учебной работы                                           | Оценка в аттестации                                                                                                                                                                                             | Баллы за освоение дисциплины (мин.-макс.) |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Текущая учебная работа в семестре (Посещение занятий по расписанию и выполнение заданий) | <b>60</b>    | Лабораторные работы (отчет о выполнении лабораторной работы) (10 занятий). | 1,5 балла - посещение 1 пр. занятия и выполнение задания на 51-65%<br>3 балла – посещение 1 пр. занятия и выполнение задания на 85-100%, самостоятельность и существенный вклад на занятии в работу группы, др. | 0-30                                      |
|                                                                                          |              | Самостоятельная работа                                                     | 15 б - выполнение задания на 51-65%<br>30 б - выполнение задания на 85-100%                                                                                                                                     | 0-30                                      |
| <b>Итого по текущей работе в семестре 4</b>                                              |              |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                 | <b>0-60</b>                               |
| Промежуточная                                                                            | <b>40</b>    | Теоретический вопрос                                                       | 5 баллов (пороговое значение)                                                                                                                                                                                   | 5 - 10                                    |

| Учебная работа<br>(виды)                                                               | Сумма<br>баллов | Виды и результаты<br>учебной работы | Оценка в аттестации                                                             | Баллы за<br>освоение<br>дисциплины<br>(мин.-макс.) |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| аттестация<br>(экзамен)                                                                |                 |                                     | 10 баллов (максимальное значение)                                               |                                                    |
|                                                                                        |                 | Теоретический вопрос                | 5 баллов (пороговое значение)<br>10 баллов (максимальное значение)              | 5 - 10                                             |
|                                                                                        |                 | Выполнение задания                  | 10 баллов (пороговое значение)<br>20 баллов (максимальное значение)             | 10 - 20                                            |
|                                                                                        |                 |                                     | <b>Итого по промежуточной аттестации (экзамену) по приведенной шкале (40б.)</b> |                                                    |
| <b>Суммарная оценка по дисциплине/ Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации</b> |                 |                                     |                                                                                 | <b>51 – 100 б.</b>                                 |

Обучающемуся по ЗФО задание на самостоятельную работу и контрольную работу выдается на установочной сессии.

## **5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины.**

### **5.1 Учебная литература**

#### **Основная учебная литература**

1. Горбунов, Н. А. Аддитивные технологии и 3D-моделирование. Система автоматизированного проектирования. Лабораторные работы : учебно-методическое пособие / Н. А. Горбунов, Р. М. Чудинский. — Воронеж : ВГПУ, 2024. — 120 с. — ISBN 978-5-907621-97-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/454220> (дата обращения: 07.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Ляпков, А. А. Полимерные аддитивные технологии : учебное пособие для вузов / А. А. Ляпков, А. А. Троян. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 120 с. — ISBN 978-5-507-47656-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/402005> (дата обращения: 22.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **Дополнительная учебная литература**

1. Алдохина Н. П. Компьютерная графика. Моделирование сборки. Сборочный чертеж (программа КОМПАС-3Dv20) : учебно-методическое пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 «агроинженерия», направленность (профиль) «технические системы в агробизнесе» / Алдохина Н. П., Вихрова Т. В. - Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2024. - 51 с.
2. Беляев, Л. В. Введение в аддитивные технологии : учебное пособие / Л. В. Беляев, А. В. Аборкин. — Владимир : ВлГУ, 2023. — 248 с. — ISBN 978-5-9984-1796-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/434255> (дата обращения: 22.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Суворов, А. П. Создание трехмерных моделей для аддитивного производства на основе полигонального моделирования. Лабораторный практикум / А. П. Суворов. — 2-е изд., стер. (полноцветная печать). — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 64 с. — ISBN 978-5-507-45754-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/282557> (дата обращения: 07.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Суворов, А. П. Применение САПР Autodesk Fusion 360 в промышленном дизайне. Лабораторный практикум / А. П. Суворов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 116 с. — ISBN 978-5-507-47313-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/359852> (дата обращения: 07.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях КГПИ КемГУ:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <p><b>303 Компьютерный класс</b> Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийная)</p> <p><b>Специализированная (учебная) мебель:</b> доска меловая, кафедра, столы, стулья,</p> <p><b>Оборудование для презентации учебного материала:</b> ноутбук преподавателя, проектор, экран, 20 компьютеров</p> <p><b>Лабораторное оборудование:</b> стационарное – компьютеры для обучающихся (20 шт.).</p> <p><b>Используемое программное обеспечение:</b> Ultimaker Cura (свободно распространяемое ПО), PrusaSlicer (свободно распространяемое ПО), Repiter-Host (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО), <b>Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС</b></p> <p><b>112 Лаборатория технологий среды обитания</b> Лаборатория для проведения практических занятий (мультимедийная)</p> <p><b>Специализированная (учебная) мебель:</b> столы, стулья,</p> <p><b>Оборудование для презентации учебного материала:</b> компьютер преподавателя, проектор, экран</p> <p><b>Лабораторное оборудование:</b> стационарное – компьютеры и ноутбуки (5 шт.), 3D-принтер (2 шт.), учебный комбинированный станок РОББО «Протос» (3D-печать, лазерная гравировка, механическое фрезерование).</p> <p><b>Используемое программное обеспечение:</b> Ultimaker Cura (свободно распространяемое ПО), PrusaSlicer (свободно распространяемое ПО), Repiter-Host (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО), <b>Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС</b></p> | 654027, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Пионерский, д. 13 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|

## 5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

### Перечень СПБД и ИСС по дисциплине

1. Федеральный портал «Российское образование» - <http://www.edu.ru>. Доступ свободный

2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - <http://www.window.edu.ru>.
3. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов - <http://fcior.edu.ru>.  
Доступ свободный.
4. Федеральный портал "Информационно-коммуникационные технологии в образовании" - <http://www.ict.edu.ru/>.
5. Сайт Министерства образования и науки РФ. - Режим доступа: <http://www.mon.gov.ru>.  
Доступ свободный.
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов.- Режим доступа: <http://school-collection.edu.ru/>
7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел Образование в области техники и технологий – [http://window.edu.ru/?p\\_rubr=2.2.75](http://window.edu.ru/?p_rubr=2.2.75)

## **6 Иные сведения и (или) материалы.**

### **6.1.Примерные темы письменных учебных работ**

#### **6.1.1 Курсовая работа**

#### **6.1.2 Контрольные работы/ рефераты/ индивидуальные задания обучающемуся.**

Задание для СРС

### **6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации**

Форма промежуточной аттестации зачет / экзамен.

| Разделы и темы                                            | Примерные теоретические вопросы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Примерные практические задания и (или) задачи                                                 |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Семестр <u>1</u>                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                               |
| <b>Разделы дисциплины</b>                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                               |
| <b>1. Введение в программирование оборудования для АП</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                               |
| Архитектура и компоненты систем ЧПУ                       | 1.Опишите ключевые компоненты архитектуры системы ЧПУ, используемой в аддитивном производстве. Каковы их основные функции и как они взаимодействуют между собой при выполнении управляющей программы (G-кода)?<br>2. Что такое интерполяция в контексте систем ЧПУ? Какие типы интерполяции применяются в аддитивном производстве и как они влияют на качество изготовления деталей? | Задача 1. Анализ G-кода для системы ЧПУ.<br>Задача 2. Моделирование работы интерполятора ЧПУ. |

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Семестр <u>2</u>                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                          |
| <b>2. Основные языки программирования оборудования</b>                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                          |
| 2.1. G-code - назначение, операторы, параметры                                     | <p>1. Перечислите основные группы команд G-кода, используемого в аддитивном производстве. Приведите примеры команд из каждой группы и объясните их назначение.</p> <p>2. Что такое модальные и немодальные команды в G-коде? Приведите примеры и объясните, как они влияют на выполнение программы.</p>                                                                                                        | <p>Задача 1. Анализ и исправление G-кода.</p> <p>Задача 2. Генерация простого G-кода.</p>                                |
| 2.2. Практикум по работе с интерпретатором G-code                                  | <p>1. Как интерпретатор G-кода обрабатывает команды? Опишите основные этапы выполнения программы, включая разбор строк, проверку синтаксиса и преобразование команд в управляющие сигналы для оборудования.</p> <p>2. Чем отличается интерпретация G-кода для 3D-печати от обработки кода для фрезерных станков с ЧПУ? Назовите ключевые команды и параметры, специфичные для аддитивных технологий.</p>       | <p>Задача 1. Пошаговая интерпретация G-кода.</p> <p>Задача 2. Отладка G-кода с ошибками.</p>                             |
| Семестр <u>3</u>                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                          |
| <b>3. САМ-системы, генерация и оптимизация кода</b>                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                          |
| 3.1. Преобразование геометрии в управляющие коды (координаты, скорости, ускорения) | <p>1. Опишите основные этапы преобразования 3D-модели (CAD) в управляющий G-код для аддитивного производства. Какие параметры (координаты, скорости, ускорения) учитываются на каждом этапе, и как они влияют на качество печати?</p> <p>2. Как выбор значений скорости (F) и ускорения влияет на процесс аддитивного производства? Какие компромиссы возникают при увеличении/уменьшении этих параметров?</p> | <p>Задача 1. Расчет параметров движения для простой геометрии.</p> <p>Задача 2. Анализ и коррекция реального G-кода.</p> |
| 3.2. Генерация и оптимизация G-кода                                                | 1. Опишите процесс                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Задача 1. Генерация G-кода для простой                                                                                   |

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                        | <p>преобразования 3D-модели в управляющий G-код для аддитивного производства. Какие ключевые параметры (толщина слоя, заполнение, скорости) учитываются при генерации кода, и как они влияют на качество конечного изделия?</p> <p>2. Какие существуют методы оптимизации G-кода для сокращения времени печати и улучшения качества изделия? Опишите принципы работы алгоритмов устранения избыточных перемещений и сглаживания траекторий.</p>                                  | <p>детали.</p> <p>Задача 2. Оптимизация существующего G-кода</p>                                                             |
| 3.3. Программная калибровка управляющих воздействий    | <p>1. Какие основные параметры оборудования требуют программной калибровки в системах ЧПУ для аддитивного производства? Опишите алгоритм калибровки шаговых двигателей и экструдера, учитывая взаимосвязь между управляющими сигналами и физическими перемещениями.</p> <p>2. Как реализуются системы обратной связи для автоматической коррекции управляющих воздействий в процессе 3D-печати? Опишите принцип работы алгоритмов компенсации отклонений по данным сенсоров.</p> | <p>Задача 1. Калибровка шагов двигателя по оси X.</p> <p>Задача 2. Калибровка экструдера.</p>                                |
| <b>Семестр 4</b>                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                              |
| <b>4. Программные средства автоматизации процессов</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                              |
| 4.1. Команды G-code для обработки внешних событий      | <p>1. Какие группы команд в G-коде предназначены для обработки внешних событий в аддитивном производстве? Опишите их синтаксис и функциональное назначение, включая взаимодействие с периферийным оборудованием и датчиками.</p> <p>2. Как реализуется логика обработки внешних событий в G-коде? Опишите механизмы ветвления и ожидания условий, включая ограничения и лучшие практики их применения.</p>                                                                       | <p>Задача 1. Реализация паузы при срабатывании датчика.</p> <p>Задача 2. Управление внешним вентилятором по температуре.</p> |
| 4.2. Сценарии на Python                                | 1. Какие ключевые                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Задача 1. Генератор G-кода для                                                                                               |

|                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                | <p>библиотеки Python используются для генерации и обработки G-кода в аддитивном производстве? Опишите их функциональные возможности и приведите примеры использования.</p> <p>2. Как организовать взаимодействие Python-программ с аппаратным обеспечением 3D-принтеров и станков ЧПУ? Опишите методы передачи данных (USB, UART, Ethernet) и протоколы (Modbus, GRBL, Moonraker).</p>                                            | <p>прямоугольного контура.</p> <p>Задача 2. Оптимизатор G-кода.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4.3. Удаленное управление 3D-печатью                                                                                                                                                           | <p>1. Какие компоненты входят в типовую систему удаленного управления 3D-печатью? Опишите их взаимодействие и протоколы передачи данных (например, REST API, WebSocket, MQTT), а также требования к безопасности таких систем.</p> <p>2. Как обеспечивается минимальная задержка при передаче управляющих команд (G-code) в системах удаленного управления? Опишите методы буферизации, приоритезации и обработки прерываний.</p> | <p>Задача 1. Написание Python-скрипта для отправки G-code через REST API.</p> <p>Задача 2. Создание веб-интерфейса для мониторинга печати.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Компетенции</b>                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>ПК – 1 Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области по профилю "Аддитивные технологии" при решении профессиональных задач</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Кейс 1. Оптимизация G-кода для массового производства</p> <p>Ситуация:</p> <p>На предприятии запущено серийное производство деталей методом FDM. После анализа выявлено:</p> <p>Время печати одной детали — 4 часа 30 минут.</p> <p>12% времени тратится на холостые перемещения и избыточные команды.</p> <p>Задание:</p> <p>Проанализируйте предоставленный G-код (1000 строк) с помощью Python-скрипта.</p> <p>Разработайте алгоритм оптимизации, который:</p> <p>Заменяет G1 на G0 для холостых ходов.</p> <p>Удаляет дублирующиеся команды (например, повторные M104).</p> <p>Группирует однотипные движения.</p> <p>Оцените экономический эффект для партии 1000 деталей (стоимость часа работы принтера — 120 руб.).</p> |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>Ожидаемый результат:<br/> Отчет с графиком сокращения времени печати.<br/> Модифицированный G-код с комментариями изменений.<br/> Расчет экономии в рублях/год.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|  |  | <p>Кейс 2. Адаптация G-кода под нестандартные материалы<br/> Ситуация:<br/> Лаборатория получила экспериментальный композитный филамент с параметрами:<br/> Температура печати: 240–260°C (обычный PLA: 190–210°C).<br/> Скорость экструзии: <math>\leq 40</math> мм/с (обычно 60 мм/с).<br/> Требуется активное охлаждение (вентилятор 100% после 1-го слоя).<br/> Задание:<br/> Напишите Python-скрипт, который автоматически модифицирует стандартный G-код:<br/> Корректирует температуры (M104, M109).<br/> Заменяет скорости (F-параметры).<br/> Добавляет команды управления вентилятором (M106 S255).<br/> Протестируйте код на принтере.<br/> Определите, как изменения повлияют на прочность детали (сравните плотность заполнения).<br/> Критерии оценки:<br/> Работоспособность модифицированного кода.<br/> Отчет о температурных режимах и скорости.<br/> Рекомендации по настройкам для композитов.</p> |

Составитель (и): Читайло А.И., ассистент кафедры ИОТД

---

(фамилия, инициалы и должность преподавателя (ей))