

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гильмутдинов Альберт Харисович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 19.07.2021 14:03:03  
Уникальный программный ключ:  
ca512c729ca5b2e1670556d6eb25fe961924a23fa62c00db7d8c70ca27510b3a

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение выс-  
шего образования «Казанский национальный исследовательский технический  
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»  
(КНИТУ-КАИ)  
Набережночелнинский филиал

УТВЕРЖДАЮ  
Директор филиала  
А.Ф. Мустафин  
«07» / «07» 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**Б1.В.03.02 Аддитивные технологии**

Квалификация: **бакалавр**

Форма обучения: **очная, заочная**

Направление подготовки: **15.03.05 Конструкторско-технологическое обес-  
печение машиностроительных производств**

Профиль подготовки:

**Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных про-  
изводств**

Набережные Челны 2021 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско - технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 августа 2020 г. № 1044 и в соответствии с учебным планом направления 15.03.05 Конструкторско - технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденным Ученым советом КНИТУ-КАИ 29 марта 2021г. № 3.

Разработчик:



Шапарев Александр Васильевич, к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры КТМП от 20 мая 2021, протокол № 10.

Заведующий кафедрой КТМП Савин И.А, к.т.н., доцент



| Рабочая программа дисциплины (модуля) | Наименование подразделения                 | Дата       | № протокола | Подпись                                                                                                                    |
|---------------------------------------|--------------------------------------------|------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОДОБРЕНА                              | Учебно-методическая комиссия НЧФ КНИТУ-КАИ | 30.05.21   | н.д.        | <br>А.Ф. Мустафин<br>председатель УМК |
| ОДОБРЕНА                              | Кафедра КТМП, ответственная за ОП          | 20.05.2021 | 10          | <br>И.А. Савин<br>руководитель ОП     |
| СОГЛАСОВАНА                           | Библиотека                                 | 20.05.21   |             | <br>Ю.Ю. Максютин<br>Зав.библиотекой  |

# **РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1.1. Цель изучения дисциплины**

Цель изучения дисциплины соотнесена с общими целями основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО) по направлению. Целью обучения является формирование способности участвовать в разработке технологической документации, связанной с профессиональной деятельностью в области аддитивных технологий, в области организации на машиностроительных производствах эффективного контроля качества материалов для аддитивных технологий, технологических процессов аддитивных технологий, готовой продукции.

## **1.2 Задачи дисциплины**

– Формирование системного представления о конструкциях лазерного технологического оборудования для аддитивных технологий, принципах рационального выбора технологического оборудования для аддитивного производства деталей из металлов и неметаллических материалов;

– Формирование системного подхода к обеспечению заданной производительности технологического оборудования для аддитивного производства деталей при минимальных затратах и соблюдении требований охраны труда и экологии.

## **1.3. Место дисциплины в структуре ОП ВО**

Данная учебная Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули) образовательной программы направления 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (Б1.В.03.02).

## **1.4 Объем дисциплины (с указанием трудоемкости всех видов учебной работы)**

Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1, а – Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

| Семестр      | Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час | Виды учебной работы                                                                                         |                     |                      |                                        |                                        |                              |                                               |                                                                            |                              |                                                |                                       |                                |
|--------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
|              |                                                  | <i>Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:</i> |                     |                      |                                        |                                        |                              |                                               | <i>Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:</i> |                              |                                                |                                       |                                |
|              |                                                  | Лекции                                                                                                      | Лабораторные работы | Практические занятия | Курсовая работа (консультация, защита) | Курсовой проект (консультация, защита) | Консультации перед экзаменом | Контактная работа на промежуточной аттестации | Курсовая работа (подготовка)                                               | Курсовой проект (подготовка) | Проработка учебного материала (самоподготовка) | Подготовка к промежуточной аттестации | Форма промежуточной аттестации |
| 7            | 3 ЗЕ/108                                         | 16                                                                                                          | 16                  | -                    | -                                      | -                                      | -                            | 0,25                                          | -                                                                          | -                            | 75,75                                          | -                                     | Зачет                          |
| <b>Итого</b> | <b>3 ЗЕ/108</b>                                  | <b>16</b>                                                                                                   | <b>16</b>           | -                    | -                                      | -                                      | -                            | <b>0,25</b>                                   | -                                                                          | -                            | <b>75,75</b>                                   | -                                     | <b>Зачет</b>                   |

Таблица 1.1, б – Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

| Семестр      | Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час | Виды учебной работы                                                                                         |                     |                      |                                        |                                        |                              |                                               |                                                                            |                              |                                                |                                       |                                |
|--------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
|              |                                                  | <i>Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:</i> |                     |                      |                                        |                                        |                              |                                               | <i>Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:</i> |                              |                                                |                                       |                                |
|              |                                                  | Лекции                                                                                                      | Лабораторные работы | Практические занятия | Курсовая работа (консультация, защита) | Курсовой проект (консультация, защита) | Консультации перед экзаменом | Контактная работа на промежуточной аттестации | Курсовая работа (подготовка)                                               | Курсовой проект (подготовка) | Проработка учебного материала (самоподготовка) | Подготовка к промежуточной аттестации | Форма промежуточной аттестации |
| 8            | 3 ЗЕ/108                                         | 4                                                                                                           | 8                   | -                    | -                                      | -                                      | -                            | 0,25                                          | -                                                                          | -                            | 91,75                                          | 4                                     | Зачет                          |
| <b>Итого</b> | <b>3 ЗЕ/108</b>                                  | <b>4</b>                                                                                                    | <b>8</b>            | -                    | -                                      | -                                      | -                            | <b>0,25</b>                                   | -                                                                          | -                            | <b>91,75</b>                                   | <b>4</b>                              | <b>Зачет</b>                   |

## 1.5 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Формируемые компетенции

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                   | Индикаторы достижения компетенций                                                                                                                                                                                                                                   | Средства оценки                                                             |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1            | Способен применять технологические процессы изготовления деталей, узлов и изделий с использованием современных лазерных технологий и автоматизации подготовки производства | ПК-1.1.<br>Знает основные методы изготовления деталей и изделий с использованием современных аддитивных технологий и автоматизации подготовки производства с использованием современного технологического оборудования аддитивного производства.                    | Тестирование, устный опрос на занятии, зачет                                |
|                 |                                                                                                                                                                            | ПК-1.2.<br>Умеет применять основные методы изготовления деталей и изделий с использованием современных аддитивных технологий и автоматизации подготовки производства с использованием современного технологического оборудования аддитивного производства.          | Тестирование, устный опрос на занятии, отчет по лабораторным работам, зачет |
|                 |                                                                                                                                                                            | ПК-1.3.<br>Имеет навыки применения основных методов изготовления деталей и изделий с использованием современных аддитивных технологий и автоматизации подготовки производства с использованием современного технологического оборудования аддитивного производства. | Зачет                                                                       |

## РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Структура дисциплины (модуля)

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий, приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Наименование разделов дисциплины                                            | Всего         | Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (без промежуточной аттестации) (в час) |               |                | Самостоятельная работа (проработка учебного материала (самоподготовка)) |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                                                                             |               | Лекции                                                                                                         | Лабор. работы | Практ. занятия |                                                                         |
| <b>7 семестр</b>                                                            |               |                                                                                                                |               |                |                                                                         |
| <i>Раздел 1. Основы аддитивных технологий</i>                               |               |                                                                                                                |               |                |                                                                         |
| Тема 1.1. Общие термины, преимущества и проблемы аддитивных технологий      | 17            | 2                                                                                                              | –             | –              | 15                                                                      |
| Тема 1.2. Классификация методов, систем и установок аддитивных технологий   | 17            | 2                                                                                                              | –             | –              | 15                                                                      |
| Тема 1.3. Физические основы селективного лазерного спекания (СЛС)           | 5             | 1                                                                                                              | 4             | –              | –                                                                       |
| <i>Раздел 2. Технологические процессы аддитивного производства</i>          |               |                                                                                                                |               |                |                                                                         |
| Тема 2.1. Классификация порошков                                            | 17            | 2                                                                                                              | –             | –              | 15                                                                      |
| Тема 2.2. Технологические параметры процессов аддитивного производства      | 8             | 2                                                                                                              | 6             | –              | –                                                                       |
| Тема 2.3. Физические основы и технологические процессы трехмерной печати    | 17            | 2                                                                                                              | –             | –              | 15                                                                      |
| <i>Раздел 3. Методы аддитивного производства</i>                            |               |                                                                                                                |               |                |                                                                         |
| Тема 3.1. Аддитивное производство методами селективного лазерного плавления | 8             | 2                                                                                                              | 6             | –              | –                                                                       |
| Тема 3.2. Аддитивное производство методами лазерной наплавки                | 27,75         | 2                                                                                                              | –             | –              | 25,75                                                                   |
| Тема 3.3. Методы исследования и оптимизации аддитивных процессов            | 11            | 1                                                                                                              | –             | –              | 10                                                                      |
| <b>ИТОГО:</b>                                                               | <b>127,75</b> | <b>16</b>                                                                                                      | <b>16</b>     | –              | <b>95,75</b>                                                            |

## **2.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Основы аддитивных технологий**

#### **Тема 1.1. Общие термины, преимущества и проблемы аддитивных технологий**

Общие термины аддитивных технологий.

Преимущества аддитивных технологий.

Проблемы аддитивных технологий.

#### **Тема 1.2. Классификация методов, систем и установок аддитивных технологий**

Классификация методов аддитивных технологий.

Классификация систем аддитивных технологий.

Классификация установок аддитивных технологий.

#### **Тема 1.3. Физические основы селективного лазерного спекания (СЛС)**

Селективное лазерное спекание

Селективное лазерное сплавление

Физические процессы селективного лазерного спекания

### **Раздел 2. Технологические процессы аддитивного производства**

#### **Тема 2.1. Классификация порошков**

Полимерные порошки

Металлические порошки

Керамические порошки

#### **Тема 2.2. Технологические параметры процессов аддитивного производства**

Основные термины технологических процессов аддитивного производства по ГОСТ Р 57558-2017

Программные компоненты технологической подготовки производства аддитивных технологий

Аддитивное производство на основе послойного синтеза

#### **Тема 2.3. Физические основы и технологические процессы трехмерной печати**

Модели процесса селективного лазерного плавления

Метод послойного синтеза для формообразования деталей и узлов

Струйная печать с использованием твердеющего материала

## **Раздел 3. Методы аддитивного производства**

### **Тема 3.1. Аддитивное производство методами селективного лазерного плавления**

Основы технологии селективного лазерного плавления  
Анализ данных и построение изделия при селективном лазерном плавлении  
Преимущества технологии селективного лазерного плавления

### **Тема 3.2. Аддитивное производство методами лазерной наплавки**

Физические основы процесса лазерной наплавки  
Основы технологии процесса лазерной наплавки  
Использование технологии лазерной наплавки для разных производств

### **Тема 3.3. Методы исследования и оптимизации аддитивных процессов**

Возможности аддитивных технологий для оптимизации производственных процессов машиностроительных предприятий  
Изготовление сменной и специализированной оснастки на 3D-принтере  
3D-печать мелкосерийных изделий



## РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Содержание оценочных средств и их соответствие запланированным результатам обучения

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля). Содержание оценочных материалов текущего контроля представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Оценочные материалы текущего контроля

| Виды учебных занятий   | Наименование оценочного средства текущего контроля                                  | Код и индикатор достижения компетенции |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Лекции                 | Тестовые задания текущего контроля по трем разделам дисциплины, вопросы на занятиях | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК1.3                  |
| Лабораторные работы    | Отчет по лабораторным работам, контрольные вопросы                                  | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК1.3                  |
| Самостоятельная работа | Контрольные вопросы                                                                 | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3                 |

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

#### Примеры тестовых заданий текущего контроля:

1. Какой из перечисленных материалов чаще всего используется в аддитивном производстве?

- Керамика
- Полимерные материалы
- Пластик

2. Найти неправильный ответ

Выбор аддитивных технологий осуществляют исходя из оценки следующих критериев:

- стоимость приобретения;
- производительность;
- стабильность модельного материала;
- влажности и температуры окружающей среды

3. Найти правильный ответ

Основными технологиями получения порошков для аддитивных машин являются:

- газовая адсорбция;

- вакуумная атомизация;
- центробежное вакуумирование;
- компрессионное формование.

### **Примеры тем устных опросов на занятиях:**

Какие вам известны типы расходного материала для аддитивных технологий?

Для каких деталей целесообразно использование ABS-пластиков?

Приведите примеры полимерных порошков.

Приведите примеры металлических порошков.

Приведите примеры керамических порошков.

Вопросы к лабораторным работам приведены в методических указаниях по выполнению соответствующих лабораторных работ.

### **Типовая лабораторная работа**

Тема работы: Получение деталей из пластмассы методами аддитивного производства

Цель работы: Изучение технологии аддитивного производства.

Оборудование:

1. Компьютеры, оснащенные необходимыми программами и подключенные к сети Интернет (14 шт.).

2. 3D-принтер.

Порядок проведения занятия:

1. Изучить теоретический материал по теме занятия.

2. Получить от преподавателя индивидуальное задание по теме занятия.

3. Произвести деталь при помощи 3D-принтера

4. Оформить отчет по теме занятия в объеме (2-3 стр.).

5. Сформировать заключение по итогам выполненной лабораторной работы.

Контрольные вопросы к лабораторным работам приведены в методических указаниях по выполнению соответствующих лабораторных работ.

### **Примеры вопросов для самоподготовки:**

1. Какие методы исследований применяются при проектировании аддитивных технологий?

2. Назовите основные направления проектирования аддитивных технологий

3. В каких сферах промышленности происходит оптимизация использования аддитивных технологий?

4. Как рекомендуется использовать возможности аддитивных технологий для оптимизации производственных процессов машиностроительных предприятий?

5. Как осуществляется изготовление сменной и специализированной оснастки на 3D-принтере?

6. Охарактеризуйте возможности 3D-печати мелкосерийных изделий.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде.

### **3.2 Содержание оценочных материалов промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание окончательных результатов обучения данной дисциплины.

Для оценки степени формирования компетенций используются оценочные материалы, включающие контрольные вопросы и тестирование.

#### **Примеры вопросов для зачета:**

1. Дайте определение понятия «быстрое прототипирование».
2. Дайте определение понятия «аддитивное производство».
3. Сформулируйте основной принцип технологии «аддитивное производство».
4. Перечислите основные области применения изделий, полученных с использованием технологий аддитивного производства.
5. Перечислите общие этапы процессов аддитивного производства.
6. Укажите особенности подготовки трехмерных моделей для аддитивного производства.
7. Перечислите основные параметры, влияющие на представление трехмерной модели в stl - формате.
8. Укажите общие для всех технологий аддитивного производства характеристики этапов при последующей обработке изделий.
9. Укажите основные отличия технологий аддитивного производства от обработки на станках с ЧПУ.
10. Приведите примеры конструкций, которые могут быть изготовлены с применением различных аддитивных технологий.

#### **Примеры тестовых заданий для зачета:**

1. Какой материал из перечисленных недоступен для 3D-печати?
  - Титан
  - АБС-пластик
  - Шоколад
  - Древесина
2. Как расшифровывается аббревиатура SLS?
  - Выборочное/селективное лазерное плавление
  - Выборочное/селективное лазерное спекание
  - Выборочное тепловое спекание

- Такого метода не существует
3. Чем технология FDM отличается от FFF?
- FDM – это аббревиатура для персональных принтеров, а FFF – промышленных машин
  - FFF – это печать фотополимером, а FDM – пластиком в нитях
  - Ничем, это одно и то же, дело в патентах
  - В зависимости от диаметра нити (1,75 – FDM, 2,85 мм - FFF)
4. Почему печать по технологии FDM на персональных 3D принтерах не используется в особо нагруженных деталях? (Несколько вариантов ответов)
- Прочность изделий на разрыв вдоль слоя ниже, чем при изготовлении по другим технологиям (применимо к обычным пластикам ABS, PLA и т.д.)
  - Персональные FDM принтеры не могут стабильно печатать инженерными высокотемпературными прочными пластиками (типа ULTEM, PEEK и т.д.)
  - На самом деле используются, я всюю дома печатаю PEEKом на Prusa i3
  - Технология FDM в любом виде не может обеспечить прочность по сравнению с другими технологиями
5. Какая из технологий 3D печати позволяет печатать фотополимерами?
- SLA
  - DLP
  - MJM
  - Все перечисленные

Таблица 3.4. Шкала оценки на промежуточной аттестации

| Выражение в баллах | Словесное выражение при форме промежуточной аттестации - зачет |
|--------------------|----------------------------------------------------------------|
| от 86 до 100       | Зачтено                                                        |
| от 71 до 85        | Зачтено                                                        |
| от 51 до 70        | Зачтено                                                        |
| до 51              | Не зачтено                                                     |

### 3.3. Оценка успеваемости обучающихся

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой по 100-балльной шкале. Балльные оценки для контрольных мероприятий представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2. Бальные оценки для контрольных мероприятий

| Наименование контрольного мероприятия      | Максимальный балл на первую аттестацию | Максимальный балл за вторую аттестацию | Максимальный балл за третью аттестацию | Всего за семестр |
|--------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|------------------|
| 8 семестр                                  |                                        |                                        |                                        |                  |
| Тестирование                               | 5                                      | 5                                      | 5                                      | 15               |
| Устный опрос на занятии                    | 1                                      | 2                                      | 2                                      | 5                |
| Отчет по лабораторной работе               | 5                                      | 5                                      | 5                                      | 15               |
| Контрольные вопросы к лабораторным работам | 5                                      | 5                                      | 5                                      | 15               |
| <b>Итого (максимум за период)</b>          | <b>16</b>                              | <b>17</b>                              | <b>17</b>                              | <b>50</b>        |
| Зачет                                      |                                        |                                        |                                        | <b>50</b>        |
| <b>Итого</b>                               |                                        |                                        |                                        | <b>100</b>       |

## **РАЗДЕЛ 4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **4.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **4.1.1 Основная литература**

1. Шапарев А.В., Савин И.А. Технологическое оборудование лазерной обработки: учебное пособие /Под общ. ред. к.т.н. А.В. Шапарева. – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2020. – 312 с. ISBN 978-5-7579-2483-0

2. Лосев, В.Ф. Физические основы лазерной обработки материалов: учебное пособие. [Электронный ресурс] / В.Ф. Лосев, Е.Ю. Морозова, В.П. Ципилев. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2011. — 199 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/10277>

3. Федоров Б.М. Технология обработки материалов концентрированными потоками энергии. Часть 2. «Технология и оборудование микроплазменной обработки». [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.М. Федоров, А.И. Мисюров, Н.А. Смирнова. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 22 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/52236>

#### **4.1.2 Дополнительная литература**

4. Вейко, В.П. Введение в лазерные технологии. [Электронный ресурс] / В.П. Вейко, А.А. Петров. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2009. — 143 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/40840>

5. Менушенков, А.П. Физические основы лазерной технологии: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / А.П. Менушенков, В.Н. Неволин, В.Н. Петровский. — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ, 2010. — 212 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/75742>

6. Туманов, Ю.Н. Плазменные, высокочастотные, микроволновые и лазерные технологии в химико-металлургических процессах. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 968 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2711>

7. Лазеры: применения и приложения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.С. Борейшо [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 520 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/87570>

8. Богданов А.В. Волоконные технологические лазеры и их применение [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Богданов, Ю.В. Голубенко. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 208 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72971>

### 4.1.3 Методическая литература к выполнению лабораторных работ

1.

[https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content\\_id=402700\\_1&course\\_id=15673\\_1](https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=402700_1&course_id=15673_1)

2. Федоров Б.М. Технология обработки материалов концентрированными потоками энергии: Метод. указания к лабораторным работам по курсу «Технология машиностроительного производства»: В 2 ч. – Ч. 1: Технология и оборудование электронно-лучевой обработки. [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Б.М. Федоров, А.И. Мисюров, Н.А. Смирнова. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 36 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/58499>

### 4.1.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационно-образовательной среды КНИТУ-КАИ.

1. Шапарев А.В. «Аддитивные технологии» [Электронный ресурс]: курс по направлению подготовки бакалавров 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / КНИТУ-КАИ, Н.Челны, 2021 – Доступ по логину и паролю. URL: [https://bb.kai.ru:8443/bbcswebdav/pid-408696-dt-content-rid-3830489\\_1/courses/20\\_NChelny\\_KiTMP\\_avshaparev\\_AT/Учебно-методическое%20обеспечение%20дисциплины.pdf](https://bb.kai.ru:8443/bbcswebdav/pid-408696-dt-content-rid-3830489_1/courses/20_NChelny_KiTMP_avshaparev_AT/Учебно-методическое%20обеспечение%20дисциплины.pdf)

### 4.1.5. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

1. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы. URL: <https://e.lanbook.com/>.

2. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы. URL: <http://ibooks.ru/>.

3. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ. URL: <http://library.kai.ru/>.

4. База данных для поиска инженерной информации и поддержки принятия инженерных решений «Knovel» издательства «Elsevier». URL: [www.knovel.com](http://www.knovel.com).

5. справочная правовая система «КонсультантПлюс».

### 4.2 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и требуемое программное обеспечение

Описание материально-технической базы и программного обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) приведено соответственно в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1 – Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

| Наименование вида учебных занятий | Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории | Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекционные занятия                | Учебная аудитория (№106)                                       | Специализированный комплекс технических средств обучения для учебной аудитории (персональный компьютер, акустическая система, камера для документов, микшерный пульт, интерактивная доска, ip – камера) с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронно-образовательную среду |
| Лабораторные работы               | Компьютерный класс (№227, 228)                                 | Мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КНИТУ-КАИ,                                                                                                   |
| Самостоятельная работа            | Помещение для самостоятельной работы (№233, №235)              | Компьютерная техника с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КНИТУ-КАИ                                                                                                            |



Таблица 4.2 – Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование программного обеспечения                                                                                          | Производитель | Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое) |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1     | Microsoft Windows 7 Professional или Microsoft Windows 10 Pro (в зависимости от конфигурации компьютера),                      |               | Лицензионное                                                        |
| 2     | Microsoft Office профессиональный 2010 или Microsoft Office Professional Plus 2013 (в зависимости от конфигурации компьютера), |               | Лицензионное                                                        |
| 3     | Kaspersky Endpoint Security 10 for Windows                                                                                     |               | Лицензионное                                                        |
| 4     | АСКОН Компас-3D V17                                                                                                            |               | Лицензионное                                                        |

## **РАЗДЕЛ 5. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

Обучение по дисциплине (модулю) обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов организуется как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 5.1.

Таблица 5.1. Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся                       | Виды дополнительных оценочных материалов                                                                         | Формы контроля и оценки результатов обучения    |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| С нарушениями слуха                         | Тесты, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету (экзамену)                        | Преимущественно письменная проверка             |
| С нарушениями зрения                        | Устный опрос по терминам, собеседование по вопросам к зачету (экзамену)                                          | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету (экзамену) | Преимущественно дистанционными методами         |

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, например:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Освоение дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

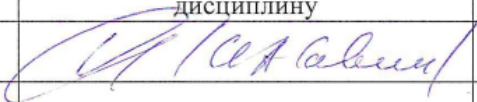
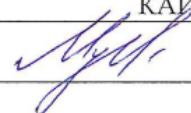
При занятиях с обучающимися с нарушениями зрениями предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.



**6.2 Лист утверждения рабочей программы дисциплины на учебный год**

Рабочая программа дисциплины утверждена на ведение учебного процесса в учебном году:

| Учебный год | «Согласовано»<br>Зав. каф. реализующей дисциплину                                  | «Согласовано»<br>председатель УМК НЧФ КНИТУ-КАИ                                     |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 2021/2022   |  |  |
| 2022/2023   |                                                                                    |                                                                                     |
| 2023/2024   |                                                                                    |                                                                                     |
| 2025/2025   |                                                                                    |                                                                                     |
| 2025/2026   |                                                                                    |                                                                                     |