

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Арженовский Алексей Григорьевич

Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 12.12.2025 15:40:34

Уникальный программный ключ:

3097683b38557fe8e27027e6e64c5f155a3ab904



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра технического сервиса машин и оборудования

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики и  
энергетики имени В.П. Горячкина

  
А.Г. Арженовский  
2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.05.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА**  
**АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ ТТМ**  
для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Направленность: «Сервис транспортно-технологических машин и оборудования»

Курс 4

Семестр 8

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчики:

Апатенко Алексей Сергеевич, д.т.н., зав. кафедрой «Технический сервис машин и оборудования»

  
«16» 06 2025 г.

Рецензент:

к.т.н., Голиницкий Павел Вячеславович, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством

  
«16» 06 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профессионального стандарта, ОПОП и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры технического сервиса машин и оборудования протокол № 11 от «16» 06 2025 г.

Зав. кафедрой технического сервиса машин и оборудования Апатенко А.С., д.т.н., профессор

  
«16» 06 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института Механики и Энергетики им. В.П. Горячкина,

  
«16» 06 2025 г.

Заведующий выпускающей кафедрой технического сервиса машин и оборудования Апатенко А.С., д.т.н., профессор

  
«16» 06 2025 г.

Зав.отделом комплектования ЦНБ/



## **СОДЕРЖАНИЕ**

|                                                                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>                                                                                                                              | <b>5</b>  |
| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>                                                                                                                  | <b>5</b>  |
| <b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ),<br/>СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ<br/>ПРОГРАММЫ.....</b> | <b>6</b>  |
| <b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>                                                                                                                    | <b>7</b>  |
| 4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....                                                                                                       | 11        |
| ПО СЕМЕСТРАМ .....                                                                                                                                                   | 11        |
| 4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....                                                                                                                                       | 11        |
| 4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ.....                                                                                                                   | 13        |
| <b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>                                                                                                                           | <b>17</b> |
| <b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ<br/>ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>                                                           | <b>18</b> |
| 6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И<br>НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....                             | 18        |
| 6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....                                                                          | 22        |
| <b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>                                                                                           | <b>23</b> |
| 7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....                                                                                                                                        | 23        |
| 7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....                                                                                                                                   | 23        |
| 7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....                                                                                           | 24        |
| <b>8. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ<br/>.....</b>                                                                             | <b>24</b> |
| <b>9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ<br/>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....</b>                             | <b>25</b> |
| <b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .</b>                                                                                            | <b>25</b> |
| Виды и формы отработки пропущенных занятий .....                                                                                                                     | 26        |
| <b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО<br/>ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>                                                                   | <b>26</b> |

## **АННОТАЦИЯ**

### **рабочей программы учебной дисциплины**

**Б1.В.ДВ.05.02 «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» для подготовки бакалавров по направлению 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов направленности Сервис транспортно-технологических машин и оборудования**

**Цель освоения дисциплины:** является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков по восстановлению процессов работоспособности транспортно-технологических машин методами аддитивных технологий.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос-7.2; ПКос-11.2; ПКос-11.3; ПКос-13.1; ПКос-13.4; ПКос-14.1; ПКос-14.2.

#### **Краткое содержание дисциплины:**

Раздел 1. Вводная лекция.

Раздел 2. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий.

Раздел 3. Аддитивные технологии.

Раздел 4. Компьютерная томография для измерений и неразрушающего контроля литых и металлопорошковых изделий.

**Общая трудоемкость дисциплины /в т.ч. практическая подготовка: 72 часов / 2 зач. ед. / 8**

**Промежуточный контроль: зачет**

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность разрабатывать методы восстановления изношенных деталей, применять технологии текущего ремонта и технического обслуживания транспортных и технологических машин и оборудования; организовывать профессиональную деятельность с учетом норм взаимодействия, инноваций и цифровых технологий решений задач эксплуатации транспортных и технологических машин и оборудования; способность к разработке комплексных решений в области процессов изготовления методами инновационных технологий сложных элементов транспортных и технологических машин и оборудования.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» относится к части Б1.В.ДВ.05.02 «Часть, формируемая участниками образовательных отношений» учебного плана. Дисциплина «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» являются: Производственно-техническая инфраструктура и основы проектирования предприятий сервиса транспортно-технологических машин и комплексов; Современные технологии восстановления и модернизации деталей и сборочных единиц транспортно-технологических машин; Эксплуатация наземных транспортных средств; Эксплуатационные материалы; Конструкция и эксплуатационные свойства транспортно-технологических машин и комплексов; Основы работоспособности технических систем.

Дисциплина «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Современное состояние средств контроля и технологий неразрушающего контроля ТТМ.

Особенностью дисциплины является изучение и получение навыков работы в области аддитивных технологий для технологической подготовки производства деталей ТТМ.

Рабочая программа дисциплины «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» у обучающихся формируются следующие обще-профессиональные и профессиональные компетенции. Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

| №<br>п/п | Код<br>компетенции | Содержание<br>компетенции (или её<br>части)                                                                                                                                                    | Код и содержание<br>индикатора достиже-<br>ния<br>компетенции<br>(или ее части)                                                                                                                                                                              | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                          |
|----------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                    |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                              | знать                                                                                                                                                                                                                                                                                             | уметь                                                                                                                                                                                                                                                                                              | владеть                                                                                                                                                                                                                  |
| 1        | ПКос-7             | Способен выполнять технологическое проектирование производственно-технической базы в целом и отдельных участков организаций, эксплуатирующих транспортные и транспортно-технологические машины | ПКос-7.2 Способен собирать данные, необходимые для выработки мероприятий по проектированию новой, реконструкции или модернизации действующей производственно-технической базы организаций, эксплуатирующих транспортные и транспортно-технологические машины | базовые методики по проектированию новой, реконструкции или модернизации действующей производственно-технической базы организаций, эксплуатирующих транспортные и транспортно-технологические машины, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jam board, Miro, Khoot) | собирать данные, необходимые для выработки мероприятий по проектированию новой, реконструкции или модернизации действующей производственно-технической базы организаций, эксплуатирующих транспортные и транспортно-технологические машины, посредством информационных ресурсов официальных сайтов | навыками выработки плана мероприятий по проектированию новой, реконструкции или модернизации действующей производственно-технической базы организаций, эксплуатирующих транспортные и транспортно-технологические машины |
| 2        | ПКос-11            | Способен определять соответствия требованиям безопасности технического состояния ТТМ при периодическом техническом осмотре                                                                     | ПКос-11.2 Способен осуществлять анализ и проводить мероприятия по внедрению и контролю соблюдения технологии технического осмотра ТТМ                                                                                                                        | методы контроля соблюдения технологии технического осмотра ТТМ, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jam board, Miro, Khoot)                                                                                                                                       | осуществлять анализ мероприятий по внедрению и контролю соблюдения технологии технического осмотра ТТМ, посредством электронных ресурсов официальных сайтов                                                                                                                                        | навыками проведения мероприятий по внедрению и контролю соблюдения технологии технического осмотра ТТМ, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel,                             |

|   |         |                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |         |                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                             | Word, Power Point, Pict chart и др. осуществления коммуникаций посредством Outlook, Miro, Zoom                                                                                                                                                                                                         |
| 3 |         |                                                                                                                                                                            | ПКос-11.3 Способность составлять заявки на оборудование и запасные части, готовить техническую документацию и инструкции по эксплуатации и ремонту оборудования | методы составления заявки на оборудование и запасные части, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jam board, Miro, Khoot)                                          | готовить техническую документацию и инструкции по эксплуатации и ремонту оборудования                                                                       | навыками составлять заявки на оборудование и запасные части, готовить техническую документацию и инструкции по эксплуатации и ремонту оборудования                                                                                                                                                     |
| 4 | ПКос-13 | способностью использовать методы принятия решений о рациональных формах поддержания и восстановления работоспособности транспортных и технологических машин и оборудования | ПКос-13.1 Способен осуществлять сбор исходных материалов, необходимых для разработки планов и технологий ТО и ремонта ТТМ                                       | механизм сбора исходных материалов, необходимых для разработки планов и технологий ТО и ремонта ТТМ, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jam board, Miro, Khoot) | осуществлять сбор исходных материалов, необходимых для разработки планов и технологий ТО и ремонта ТТМ, посредством электронных ресурсов официальных сайтов | навыками осуществления сбора исходных материалов, необходимых для разработки планов и технологий ТО и ремонта ТТМ, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pict chart и др. осуществления коммуникаций посредством Outlook, Miro, Zoom |
| 5 |         |                                                                                                                                                                            | ПКос-13.4 Способен выполнять учет затрат и потребление материальных ресурсов на ТО и ремонт ТТМ, анализиро-                                                     | Способен выполнять учет затрат и потребление материальных ресурсов на ТО и ремонт ТТМ, анализировать и вносить пред-                                                                             | Способен выполнять учет затрат и потребление материальных ресурсов на ТО и ремонт ТТМ, анализиро-                                                           | Способен выполнять учет затрат и потребление материальных ресурсов на ТО и ремонт ТТМ, анализи-                                                                                                                                                                                                        |

|   |         |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |         |                                                                                                                                                                         | вать и вносить предложения повышения эффективности                                                                                                                                                                                      | ложения повышения эффективности                                                                                                                                                                                                                                                                    | вать и вносить предложения повышения эффективности                                                                                                                                                                                                                 | ровать и вносить предложения повышения эффективности                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 6 | ПКос-14 | Способен руководить выполнением работ по техническому обслуживанию и ремонту транспортно-технологических машин и их компонентов с обеспечением гарантийных обязательств | ПКос-14.1 Способен организовывать работы материального обеспечения процессов ТО и ремонта транспортно-технологических машин и их компонентов                                                                                            | формы материального обеспечения процессов ТО и ремонта транспортно-технологических машин и их компонентов, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jam board, Miro, Khoot)                                                                                             | организовывать работы материального обеспечения процессов ТО и ремонта транспортно-технологических машин и их компонентов, посредством электронных ресурсов официальных сайтов                                                                                     | навыками планирования организации работы материального обеспечения процессов ТО и ремонта транспортно-технологических машин и их компонентов, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pict chart и др. осуществления коммуникаций посредством Outlook, Miro, Zoom |
| 7 |         |                                                                                                                                                                         | ПКос-14.2 Способен организовать работы по техническому обслуживанию и ремонту наземных транспортно-технологических машин и их компонентов в соответствии с требованиями организации-изготовителя транспортных и технологических средств | основы организации работ по техническому обслуживанию и ремонту наземных транспортно-технологических машин и их компонентов в соответствии с требованиями организации-изготовителя транспортных и технологических средств, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jam | организовать работы по техническому обслуживанию и ремонту наземных транспортно-технологических машин и их компонентов в соответствии с требованиями организации-изготовителя транспортных и технологических средств, посредством электронных ресурсов официальных | навыками организации работы по техническому обслуживанию и ремонту наземных транспортно-технологических машин и их компонентов в соответствии с требованиями организации-изготовителя транспортных и технологических средств, навыками обработки и                                                                                |

|  |  |  |  |                     |        |                                                                                                                                                                |
|--|--|--|--|---------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  | board, Miro, Khoot) | сайтов | интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pict chart и др. осуществления коммуникаций посредством Outlook, Miro, Zoom |
|--|--|--|--|---------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а<sup>1</sup>

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

| Вид учебной работы                                                                                                                                                                          | час. всего/*    | Трудоёмкость    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|
|                                                                                                                                                                                             |                 | семестр №8/*    |
| <b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану                                                                                                                                      | <b>72/8*</b>    | <b>72/8*</b>    |
| <b>1. Контактная работа:</b>                                                                                                                                                                | <b>42,25/8*</b> | <b>42,25/8*</b> |
| <b>Аудиторная работа</b>                                                                                                                                                                    | <b>42,25/8*</b> | <b>42,25/8*</b> |
| <i>в том числе:</i>                                                                                                                                                                         |                 |                 |
| <i>Лекционные занятия (ЛК)</i>                                                                                                                                                              | 20              | 20              |
| <i>Практические занятия (ПЗ)</i>                                                                                                                                                            | 10/4*           | 10/4*           |
| <i>Лабораторные занятия (ЛЗ)</i>                                                                                                                                                            | 12/4*           | 12/4*           |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>                                                                                                                                    | 0,25            | 0,25            |
| <b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>                                                                                                                                                      | <b>29,75</b>    | <b>29,75</b>    |
| <i>Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)</i> | 20,75           | 20,75           |
| <i>Подготовка к зачету (контроль)</i>                                                                                                                                                       | 9               | 9               |
| Вид промежуточного контроля:                                                                                                                                                                |                 | <b>зачет</b>    |

\* в том числе практическая подготовка.(см учебный план)

### 4.2 Содержание дисциплины

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а<sup>2</sup>

#### Тематический план учебной дисциплины

| Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо) | Всего | Аудиторная работа |                 |               |                  | Внеаудиторная работа СР |
|----------------------------------------------------|-------|-------------------|-----------------|---------------|------------------|-------------------------|
|                                                    |       | Л                 | ПЗ/С<br>всего/* | ЛР<br>всего/* | ПКР <sup>3</sup> |                         |
| Раздел 1. Вводная лекция.                          | 10,75 | 4                 | 2               | 2             | -                | 4,75                    |

<sup>1</sup> Таблица 2а заполняется для очной формы обучения

<sup>2</sup> Таблица 3а заполняется для очной формы обучения

<sup>3</sup> ПКР – прочая контактная работа (курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита); консультации перед экзаменом; контактная работа на промежуточном контроле (КРА)). *оставить нужное в соответствии с учебным планом.*

| Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)                                                           | Всего       | Аудиторная работа |                 |               |                  | Внеаудиторная работа СР |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|-----------------|---------------|------------------|-------------------------|
|                                                                                                              |             | Л                 | ПЗ/С<br>всего/* | ЛР<br>всего/* | ПКР <sup>3</sup> |                         |
| Раздел 2. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий.                                       | 25/2        | 6                 | 2               | 4/2           | -                | 6                       |
| Раздел 3. Аддитивные технологии.                                                                             | 32/2        | 6                 | 4/4             | 4/2           | -                | 6                       |
| Раздел 4. Компьютерная томография для измерений и неразрушающего контроля литых и металлопорошковых изделий. | 26          | 4                 | 2               | 2             | -                | 4                       |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>                                                     | 0,25        | -                 | -               | -             | 0,25             | -                       |
| <i>Подготовка к зачету (контроль)</i>                                                                        |             |                   |                 |               |                  | 9                       |
| <b>Итого по дисциплине</b>                                                                                   | <b>72/8</b> | <b>20</b>         | <b>10/4</b>     | <b>12/4</b>   | <b>0,25</b>      | <b>29,75</b>            |

\* в том числе практическая подготовка

## **Раздел 1. Вводная лекция**

### **Тема 1. Терминология и классификация.**

Общие сведения об аддитивных технологиях.

Основные термины.

Классификация аддитивных технологий.

### **Тема 2. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.**

Вклад учёных в развитие аддитивных технологий.

### **Тема 3. Характеристика рынка АФ-технологий.**

Использование АФ-технологий в России.

АМ-технологии и их применение.

Внедрение аддитивных технологий в разных отраслях промышленности.

Преимущества аддитивных технологий.

## **Раздел 2. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий.**

### **Тема 1. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий.**

Группа Bed Deposition.

Особенности технологии.

Разновидности технологий.

Используемые материалы.

Группа Direct Deposition.

Особенности технологии.

Разновидности технологий.

Используемые материалы.

## **Раздел 3. Аддитивные технологии.**

### **Тема 1. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование.**

Основная задача прототипирования.

Основные технологии изготовления.

Сущность технологии.

### **Тема 2. Аддитивные технологии и литейное производство.**

Отрасли использования.

Технологии литья металлов и пластмасс с использованием синтез-моделей и синтез-форм.

Синтез-модели из порошковых полимеров.  
 Синтез-модели из светоотверждаемых смол.  
 Лазерная стереолитография.  
 Машины для синтеза песчаных форм.  
 Литъё полиуретановых смол в силиконовые формы.

**Тема 3.** Аддитивные технологии и порошковая металлургия.

Основные направления исследований.  
 Материалы для металлических АМ-машин.  
 Методы получения металлических порошков.  
 Методы механохимического синтеза.  
 Исследование механосинтеза твердых растворов карбидов.  
 Исследования механохимического синтеза карбонитридов.  
 Исследование внешнего вида порошков металлоподобных тугоплав-  
 ких соединений.

Производители атомайзеров и поставщики металлопорошковых ком-  
 позиций для использования в АМ-машинах.

**Раздел 4.** Компьютерная томография для измерений и неразрушающего кон-  
 троля литых и металлопорошковых изделий.

**Тема 1.** Компьютерная томография для измерений и неразрушающего  
 контроля литых и металлопорошковых изделий.

Томографы.

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а<sup>4</sup>

**Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий и  
 контрольные мероприятия**

| №<br>п/п | Название раздела, темы                   | № и название лекций/<br>лабораторных/<br>практических/<br>семинарских занятий | Формиру-<br>емые<br>компетен-<br>ции                | Вид<br>контрольного<br>мероприятия <sup>5</sup> | Кол-во<br>Часов/<br>из них<br>практи-<br>ческая<br>подго-<br>товка <sup>6</sup> |
|----------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1.       | <b>Раздел 1. Вводная лекция.</b>         |                                                                               |                                                     |                                                 |                                                                                 |
|          | Тема 1. Терминология и<br>классификация. | Лекция № 1. Термино-<br>логия дисциплины.                                     | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;               | Устный опрос                                    | 2                                                                               |
|          |                                          | Практическое занятие<br>№1. Классификация ад-<br>дитивных технологий.         | ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 | Устный опрос                                    | 2                                                                               |

<sup>4</sup> Таблица 4а заполняется для очной формы обучения

<sup>5</sup> Вид контрольного мероприятия (текущий контроль) для практических и лабораторных занятий: устный опрос, контрольная работа, защита лабораторных работ, тестирование, коллоквиум и т.д.

<sup>6</sup> Участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

| №<br>п/п | Название раздела, темы                                                        | № и название лекций/<br>лабораторных/<br>практических/<br>семинарских занятий         | Формиру-<br>емые<br>компетен-<br>ции                                                         | Вид<br>контрольного<br>мероприятия <sup>5</sup> | Кол-во<br>Часов/<br>из них<br>практи-<br>ческая<br>подго-<br>товка <sup>6</sup> |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|          | Тема 2. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.             | Лекция № 2. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.                 | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;<br>ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 | Устный опрос                                    | 1                                                                               |
|          |                                                                               | Лабораторная работа № 1. Применение аддитивных технологий для восстановления деталей. | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;<br>ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 |                                                 | 2                                                                               |
|          | Тема 3. Характеристика рынка.                                                 | Лекция № 3. Характеристика рынка.                                                     | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;<br>ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 | Устный опрос                                    | 1                                                                               |
|          | <b>Раздел 2. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий.</b> |                                                                                       |                                                                                              |                                                 |                                                                                 |
|          | Тема 1. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий.          | Лекция № 4. Группа Bed Deposition. Группа Direct Deposition.                          | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;<br>ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 | Устный опрос                                    | 6                                                                               |
|          |                                                                               | Лабораторная работа № 3. Применение машин группы Bed Deposition.                      | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;<br>ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 | Устный опрос                                    | 2                                                                               |
|          |                                                                               | Практическое занятие № 2. Применение машин группы Direct Deposition.                  | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;<br>ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 | Устный опрос                                    | 4                                                                               |
| 2.       | <b>Раздел 3. Аддитивные технологии.</b>                                       |                                                                                       |                                                                                              |                                                 |                                                                                 |
|          | Тема 1. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование.                     | Лекция № 5. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование.                         | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;                                                        | Устный опрос                                    | 2                                                                               |

| №<br>п/п | Название раздела, темы                                          | № и название лекций/<br>лабораторных/<br>практических/<br>семинарских занятий          | Формиру-<br>емые<br>компетен-<br>ции                                                         | Вид<br>контрольного<br>мероприятия <sup>5</sup> | Кол-во<br>Часов/<br>из них<br>практи-<br>ческая<br>подго-<br>товка <sup>6</sup> |
|----------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                 |                                                                                        | ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2                                          |                                                 |                                                                                 |
|          |                                                                 | Лабораторная работа № 4. Аддитивные техно-<br>логии и быстрое прото-<br>типирование.   | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;<br>ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 | Устный опрос                                    | 1                                                                               |
|          |                                                                 | Практическое занятие<br>№ 3. Аддитивные тех-<br>нологии и быстрое про-<br>топирование. | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;<br>ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 | Устный опрос                                    | 1/1                                                                             |
|          | Тема 2 Аддитивные тех-<br>нологии и литейное про-<br>изводство. | Лекция 6. Аддитивные<br>технологии и литейное<br>производство.                         | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;<br>ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 | Устный опрос                                    | 2                                                                               |
|          |                                                                 | Лабораторная работа № 5. Аддитивные техно-<br>логии и литейное про-<br>изводство.      | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;<br>ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 | Устный опрос                                    | 2/2                                                                             |
|          |                                                                 | Практическое занятие<br>№ 4. Аддитивные тех-<br>нологии и литейное<br>производство.    | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;<br>ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 | Устный опрос                                    | 2/2                                                                             |
|          | Тема 3. Аддитивные<br>технологии и порошко-<br>вая металлургия. | Лекция № 7. Аддитив-<br>ные технологии и по-<br>рошковая металлургия.                  | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;<br>ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 | Устный опрос                                    | 2                                                                               |
|          |                                                                 |                                                                                        |                                                                                              |                                                 |                                                                                 |

| № п/п | Название раздела, темы                                                                                              | № и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий                                                         | Формируемые компетенции                                                                      | Вид контрольного мероприятия <sup>5</sup> | Кол-во Часов/ из них практическая подготовка <sup>6</sup> |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                     | Лабораторная работа № 6. Аддитивные технологии и порошковая металлургия.                                                     | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;<br>ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 | Устный опрос                              | 1                                                         |
|       |                                                                                                                     | Практическое занятие № 5. Аддитивные технологии и порошковая металлургия.                                                    | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;<br>ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 | Устный опрос                              | 1/1                                                       |
| 3.    | <b>Раздел 4. Компьютерная томография для измерений и неразрушающего контроля литых и металлопорошковых изделий.</b> |                                                                                                                              |                                                                                              |                                           |                                                           |
|       | Тема 1. Компьютерная томография для измерений и неразрушающего контроля литых и металлопорошковых изделий.          | Лекция № 8. Компьютерная томография для измерений и неразрушающего контроля литых и металлопорошковых изделий.               | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;<br>ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 | Устный опрос                              | 4                                                         |
|       |                                                                                                                     | Лабораторная работа № 8. Компьютерная томография для измерений и неразрушающего контроля литых и металлопорошковых изделий.  | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;<br>ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 |                                           | 2                                                         |
|       |                                                                                                                     | Практическое занятие № 6. Компьютерная томография для измерений и неразрушающего контроля литых и металлопорошковых изделий. | ПКос-7.2;<br>ПКос-11.2;<br>ПКос-11.3;<br>ПКос-13.1;<br>ПКос-13.4;<br>ПКос-14.1;<br>ПКос-14.2 |                                           | 2                                                         |

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5а<sup>7</sup>

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

| № п/п                           | Название раздела, темы        | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения |
|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Вводная лекция</b> |                               |                                                                 |
| 1.                              | Терминология и классификация. | Виды и категории. Критерии оценки.                              |

<sup>7</sup> Таблица 5а заполняется для очной формы обучения

| № п/п                                                                                                               | Название раздела, темы                                                                             | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.                                                                                                                  | Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.                                          | Предшественники АФ-технологий.                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3.                                                                                                                  | Характеристика рынка АФ-технологий.                                                                | Основные страны потребители. Технология LENS. Особенности современного рынка АФ-технологий. Компании-производители.                                                                                                                                                   |
| <b>Раздел 2. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий.</b>                                       |                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1                                                                                                                   | Тема 1. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий.                               | Основные компании-производители Bed Deposition и Direct Deposition.                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Раздел 3. Аддитивные технологии.</b>                                                                             |                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1                                                                                                                   | Тема 1. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование.                                          | Фирмы-производители.                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2                                                                                                                   | Тема 2. Аддитивные технологии и литейное производство.                                             | Основные преимущества. Восковые синтез-модели. Особенность технологии. Технологии синтеза песчаных литейных форм. Разновидности технологий. Литьё полиуретановых смол в силиконовые формы. Технологии литья. Современные предприятия-изготовители. Российские учёные. |
| 3                                                                                                                   | Тема 3. Аддитивные технологии и порошковая металлургия.                                            | История появления. Газовая атомизация. Вакуумная атомизация. Технология Spray forming. Особенности. Методы получения нанокристаллических материалов. Методы получения.                                                                                                |
| <b>Раздел 4. Компьютерная томография для измерений и неразрушающего контроля литых и металлопорошковых изделий.</b> |                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1.                                                                                                                  | Компьютерная томография для измерений и неразрушающего контроля литых и металлопорошковых изделий. | Компании-производители томографов.                                                                                                                                                                                                                                    |

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

| № п/п | Тема и форма занятия                                                               |         | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения) |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Тема 1.1. Терминология и классификация.                                            | Л/ЛР/ПР | Проекционное оборудование, разбор конкретных ситуаций                                         |
| 2.    | Тема 1.2. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.                | Л/ЛР/ПР | Проекционное оборудование, разбор конкретных ситуаций                                         |
| 3.    | Тема 1.3. Характеристика рынка АФ-технологий.                                      | Л/ЛР/ПР | Проекционное оборудование, разбор конкретных ситуаций                                         |
| 4.    | Тема 2.1. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий.             | Л/ЛР/ПР | Проекционное оборудование, разбор конкретных ситуаций                                         |
| 5.    | Тема 3.1. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование.                        | Л/ЛР/ПР | Проекционное оборудование, разбор конкретных ситуаций                                         |
| 6.    | Тема 3.2. Аддитивные технологии и литейное производство.<br>Отрасли использования. | Л/ЛР/ПР | Проекционное оборудование, разбор конкретных ситуаций                                         |

| №<br>п/п | Тема и форма занятия                                                                                         |         | Наименование используемых<br>активных и интерактивных<br>образовательных технологий<br>(форм обучения) |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7.       | Тема 3.3. Аддитивные технологии и порошковая металлургия.                                                    | Л/ЛР/ПР | Проекционное оборудование, разбор конкретных ситуаций                                                  |
| 8.       | Тема 4.1. Компьютерная томография для измерений и неразрушающего контроля литых и металлопорошковых изделий. | Л/ЛР/ПР | Проекционное оборудование, разбор конкретных ситуаций                                                  |

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

#### 1) Перечень вопросов к устному опросу по лабораторным работам

*Лабораторное занятие №1 Применение аддитивных технологий для восстановления деталей.*

1. Что такое аддитивные технологии?
2. Классификация аддитивных технологий?
3. Назовите виды аддитивных технологий.
4. Назовите категории аддитивных технологий.

*Лабораторное занятие №2 Применение машин группы Bed Deposition.*

1. Назовите особенности и разновидности технологии Bed Deposition.
2. Какие материалы используются при технологии Bed Deposition?

*Лабораторное занятие №3 Аддитивные технологии и быстрое прототипирование.*

1. Основная задача прототипирования.
2. Назовите основные технологии изготовления методом быстрого прототипирования.
3. Сущность технологии быстрого прототипирования.
4. Какие преимущества технологии быстрого прототипирования?

*Лабораторное занятие №4 Аддитивные технологии и литейное производство*

1. Отрасли использования аддитивных технологий в литейном производстве.
2. Назовите основные преимущества технологии.
3. Технология литья полиуретановых смол в силиконовые формы.
4. Назовите технологии литья металлов и пластмасс с использованием синтез-моделей и синтез-форм.

*Лабораторное занятие №5 Аддитивные технологии и порошковая металлургия.*

1. Достоинства и недостатки технологии синтеза-модели из порошковых полимеров.
2. Назовите области применения порошковых материалов.
3. Машины для применения аддитивных технологий в порошковой металлургии.
4. Какие требования предъявляют к порошкам?

*Лабораторное занятие №6 Компьютерная томография для измерений и неразрушающего контроля литых и металлопорошковых изделий.*

1. Назовите томографы.
2. Назовите способы получения мелких и средних порошков и металлов.
3. Назовите технологии литья.
4. Технология Spray forming и её особенности.

### **Критерии оценки защиты лабораторной работы:**

Критерии оценки выполнения и защиты лабораторной работы представлены в таблице 7.

Таблица 7

| <b>Критерии оценки выполнения и защиты лабораторной работы</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Оценка</b>                                                  | <b>Характеристика ответа</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>лабораторная работа<br/>«зачтена»</b>                       | Лабораторная работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; лабораторная работа оформлена, содержит подробное описание всех этапов лабораторной работы; выполнены все задания лабораторной работы. Представлен отчет по лаборатораторной работе, содержащий: данные эксплуатационной документации на ТТМиК, результаты расчетов в соответствующих таблицах, графические зависимости и рисунки. Студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы преподавателя. |
| <b>лабораторная работа<br/>«не зачтена»</b>                    | Лабораторная работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; лабораторная работа оформлена, но в оформлении содержатся грубые ошибки. Студент ответил на контрольные вопросы преподавателя неверно или вообще не ответил на контрольные вопросы.                                                                                                                                                                                                                             |

### **3) Перечень вопросов к устному опросу по практическим работам**

*Практическое занятие №1 Классификация аддитивных технологий.*

1. Что такое аддитивные технологии?
2. Классификация аддитивных технологий?
3. Назовите основные критерии оценки аддитивных технологий.

*Практическое занятие №2 Применение машин группы Direct Deposition.*

1. Назовите особенности и разновидности технологии Direct Deposition.
2. Какие материалы используются при технологии Direct Deposition?

*Практическое занятие №3 Аддитивные технологии и быстрое прототипирование.*

1. Что такое быстрое прототипирование?
2. Технология изготовления деталей методом быстрого прототипирования.

3. В чем преимущества и недостатки по отношению к другим технологиям?
4. Какие машины используются при технологии?

*Практическое занятие №4 Аддитивные технологии и литейное производство.*

1. Сущность технологии.
2. Особенность технологии восковых синтез-моделей.
3. Технологии синтеза песчаных литейных форм.
4. Технология литья полиуретановых смол в силиконовые формы.

*Практическое занятие №5 Аддитивные технологии и порошковая металлургия.*

1. Назовите материалы для металлических АМ-машин.
2. Методы получения металлических порошков.
3. Назовите способы получения мелких и средних порошков и металлов.
4. Основные направления исследований аддитивных технологий в порошковой металлургии.

### **Критерии оценки защиты практической работы:**

Критерии оценки выполнения и защиты практической работы представлены в таблице 8.

Таблица 8

#### **Критерии оценки выполнения и защиты практической работы**

| <b>Оценка</b>                               | <b>Характеристика ответа</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>практическая работа<br/>«зачтена»</b>    | Практическая работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; практическая работа оформлена, содержит подробное описание всех этапов практической работы; выполнены все задания практической работы. Представлен отчет по практической работе, содержащий: данные эксплуатационной документации на ТТМиК, результаты расчетов в соответствующих таблицах, графические зависимости и рисунки. Студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы преподавателя. |
| <b>практическая работа<br/>«не зачтена»</b> | Практическая работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; практическая работа оформлена, но в оформлении содержатся грубые ошибки. Студент ответил на контрольные вопросы преподавателя неверно или вообще не ответил на контрольные вопросы.                                                                                                                                                                                                                         |

### **4) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет)**

1. Что такое аддитивные технологии?
2. Классификация аддитивных технологий?
3. Назовите виды аддитивных технологий.
4. Назовите категории аддитивных технологий.
5. Критерии оценки.
6. Предшественники АФ-технологий.
7. Вклад учёных в развитие аддитивных технологий.
8. Использование АФ-технологий в России.

9. АМ-технологии и их применение.
10. Внедрение аддитивных технологий в разных отраслях промышленности.
11. Назовите преимущества аддитивных технологий.
12. Особенности современного рынка АФ-технологий.
13. Назовите основные страны потребители АФ-технологий.
14. Назовите особенности и разновидности технологии Bed Deposition.
15. Материалы для использования технологии Bed Deposition.
16. Назовите особенности и разновидности технологии Direct Deposition.
17. Материалы для использования технологии Direct Deposition.
18. Основная задача прототипирования.
19. Назовите основные технологии изготовления методом быстрого прототипирования.
20. Сущность технологии быстрого прототипирования.
21. Отрасли использования аддитивных технологий в литейном производстве.
22. Назовите технологии литья металлов и пластмасс с использованием синтез-моделей и синтез-форм.
23. Достоинства и недостатки технологии синтеза-модели из порошковых полимеров.
24. Суть технологии синтеза-модели из светотверждаемых смол.
25. Способы формирования слоёв при технологии синтеза-модели из светотверждаемых смол.
26. Где применяется лазерная стереолитография.
27. Преимущества и недостатки лазерной стереолитографии.
28. Области применения в России лазерной стереолитографии.
29. Назовите стереолитографические машины.
30. Назовите машины для синтеза песчаных форм.
31. Основные преимущества лазерной стереолитографии.
32. Особенность технологии восковых синтез-моделей.
33. Технологии синтеза песчаных литейных форм.
34. Разновидности технологий литейных форм.
35. Литьё полиуретановых смол в силиконовые формы.
36. Назовите технологии литья.
37. Вклад Российских учёных в развитие технологии синтеза песчаных литейных форм
38. История появления аддитивных технологий в порошковой металлургии.
39. Газовая атомизация.
40. Вакуумная атомизация.
41. Технология Spray forming и её особенности.
42. Методы получения нанокристаллических материалов.
43. Основные направления исследований аддитивных технологий в порошковой металлургии.
44. Назовите материалы для металлических АМ-машин.
45. Какие требования предъявляют к порошкам?
46. Машины для применения аддитивных технологий в порошковой металлургии.

47. Назовите области применения порошковых материалов.
48. Методы получения металлических порошков.
49. Назовите способы получения мелких и средних порошков и металлов.
50. Современные представления о механохимическом синтезе металлических соединений.
51. Вклад Российских и зарубежных ученых в развитие механохимического синтеза металлических соединений.
52. Механохимический синтез равновесных металлических соединений.
53. Исследование механосинтеза твердых растворов карбидов.
54. Исследования механохимического синтеза карбонитридов.
55. Исследование внешнего вида порошков металлоподобных тугоплавких соединений.
56. Производители атомайзеров и поставщики металлопорошковых композиций для использования в АМ-машинах.
57. Назовите томографы.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для допуска к промежуточному контролю (зачет) по дисциплине «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» студенту в семестре необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекционных, лабораторных и практических занятий.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» применяется **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии выставления «зачета» проводится по системе: «зачет», «незачет» представлены в таблице 9.

### Критерии оценивания результатов обучения (зачет)

| Оценка  | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зачет   | <p>Зачет заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.</p> <p>Также зачет заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Зачет также может получить студент, если он частично с пробелами освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания выполнил, некоторые практические навыки не сформированы.</p> <p><b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной</b></p> |
| Незачет | <p>Незачет заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.</p> <p><b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Технология ремонта машин: учебник для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 "Агроинженерия" / В.М. Корнеев [и др.], под общ. ред. В.М. Корнеева. - Москва: РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, 2019. - 266 стр. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo154.pdf/picture?size=0>
2. Технология и организация восстановления деталей и сборочных единиц при сервисном сопровождении : [Книжные издания] : Учебное пособие. Часть 2 / Алексей Сергеевич Апатенко. - М.: Росинформагротех, 2018. – 196 стр. – 33 экз. - <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/t0271.pdf/picture?size=0>
3. Дилерская система технического сервиса: учебное пособие / И.Н. Кравченко [и др.]; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. — 172 с.: Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/s10122020-3.pdf>

### 7.2 Дополнительная литература

1. Анализ износа деталей транспортных и технологических машин : методические рекомендации / С.К. Тойгамбаев, А.С. Апатенко. - Москва: Мегapolis, 2020. – 37 стр. – 500 экз. - ISBN 978-5-6043722-5-8 (в пер.)
2. Леонов, Олег Альбертович. Технология контроля качества продукции: учебное пособие / О. А. Леонов, Г. И. Бондарева; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. — 142 с.: рис., схемы, табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/160.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/160.pdf>>.
3. Технология хранения сельскохозяйственной техники : учебное пособие при подготовке бакалавров по направлению "Агроинженерия". Рекомендовано НМС / С. Г. Гайдар. - Москва : [б. и.], 2017. - 216 стр. – ISBN 978-5-7367-0830-7 - 2 экз.

### 7.3 Нормативные правовые акты

1. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 г. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. - 80 с.
2. Федеральный закон «О техническом регулировании»
3. Общий технический регламент «О безопасной эксплуатации и утилизации машин и оборудования»
4. Технический регламент «О безопасной эксплуатации колесных транспортных средств»
5. Технический регламент «О безопасности автотранспортных средств»
6. Технический регламент «О безопасности колесных транспортных средств и их компонентов»

7. Технический регламент «О безопасности тракторов, сельскохозяйственных машин и машин для лесного хозяйства»

8. ГОСТ Р 51751-2001 Контроль неразрушающий. Контроль неразрушающий состояния материала ответственных высоконагружаемых элементов технических систем, подвергаемых интенсивным термосиловым воздействиям. Общие требования к порядку выбора методов.

#### **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине "Техническая эксплуатация транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования": учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта / С. К. Тойгамбаев, А. С. Апатенко. - М. : Спутник+, 2021. – 105стр.

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Для освоения дисциплины необходимы следующие ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Электронная библиотечная система. <http://www.library.timacad.ru/> (открытый доступ)

2. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». <https://cyberleninka.ru/> (открытый доступ)

3. Российская государственная библиотека. <https://www.rsl.ru/> (открытый доступ)

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (открытый доступ)

#### **9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Таблица 9

**Перечень программного обеспечения**

| № п/п | Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)                                                                                | Наименование программы <sup>8</sup>                | Тип программы <sup>9</sup> | Автор            | Год разработки |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------|------------------|----------------|
| 1     | Раздел 1. Вводная лекция<br>Раздел 2. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий.<br>Раздел 3. Аддитивные тех- | Пакет программ Microsoft Office: MS Word, MS Excel | расчетная                  | Microsoft Office | 2016           |

<sup>8</sup> Например: Adobe Photoshop, MathCAD, Автокад, Компас, VBasic 6, Visual FoxPro7.0; Delphi 6 и др.

<sup>9</sup> Указывается тип программы: расчётная, или обучающая, или контролирующая.

|                                                                                                                          |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| нологии.<br>Раздел 4. Компьютерная томография для измерений и неразрушающего контроля литых и металлопорошковых изделий. |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Таблица 10

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

| Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории) | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                            | 2                                                                                          |
| <i>Лаборатория 22/106</i>                                                                                    | Станки, измерительное оборудование, детали и сборочные единицы машин                       |
| <i>Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, Читальные залы библиотеки</i>                        | Возможность групповых и индивидуальных консультаций с использованием компьютерной техники. |
| <i>Общезнание № Комната для самоподготовки</i>                                                               | Возможность групповых и индивидуальных консультаций.                                       |

## 10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости: лекции (занятия лекционного типа); семинары, практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа); групповые консультации; индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся; самостоятельная работа обучающихся; занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Аудиторные занятия по дисциплине проводятся в форме лекций. На аудиторном занятии, согласно учебному плану дисциплины, студенту предлагается рассмотреть основные темы курса, связанные с принципиальными вопросами. Занятие должно быть записано студентом, форма записи может быть любой (конспект, схематичное фиксирование материала, запись узловых

моментов лекции, основных терминов и определений). Возможно выделение (подчеркивание, выделение разными цветами) важных понятий, положений. Это поможет студенту развить не только слуховую, но и зрительную память.

В конце лекционного занятия у студента в тетради должны быть отражены следующие моменты: тема занятия и дата его проведения, основные термины, определения, важные смысловые доминанты, необходимые для понимания материала, факты, примеры, детали, излагаемого преподавателем, которые, желательно, записывать своими словами. Это поможет лучше понять тему занятий, осмыслить ее, переработать в соответствии со своими особенностями мышления и, следовательно, запомнить ее.

Помимо внимательного прослушивания материала, без переключения на посторонние детали, студенту предлагается участвовать в диалоге с преподавателем, в ходе которого могут обсуждаться моменты, актуальные для его будущей практической деятельности; он может высказать свое мнение после сопоставления разных фактов и разнообразных точек зрения на них.

К материалам занятия студенту необходимо возвращаться не только в период подготовки к зачету, а перед каждым занятием. Это поможет выявить в целом логику выстраивания материала, предлагаемого для изучения, и логику построения курса, а также лучше запомнить его. К числу важнейших умений, являющихся неотъемлемой частью успешного учебного процесса, относится умение работать с различными литературными источниками, содержание которых так или иначе связано с изучаемой дисциплиной.

Для качественного освоения дисциплины рекомендуется регулярное посещение лекционных и практических занятий. Целесообразно закрепление материала после каждого вида занятий, просматривая конспект, литературные источники.

Дисциплина «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» подразумевает значительный объем самостоятельной работы студентов. Для изучения дисциплины необходимо использовать информационно-справочные и поисковые ресурсы Интернет.

Сдача зачета осуществляется по утверждённому графику в период зачетной сессии. К зачета с оценкой допускаются студенты, выполнившие учебную нагрузку по дисциплине.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, не посещавший или пропустивший большое число лекций, для допуска к зачету должен предоставить рукописный конспект лекций по пропущенным темам. Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия, обязан их отработать. Отработка лабораторных работ осуществляется путем самостоятельного выполнения задания по варианту после консультации у преподавателя.

Студент, не посещавший или пропустивший большое количество лекций, для допуска к зачету должен сделать контрольную работу или устно ответить на вопросы преподавателя.

Студент получает допуск к зачету, если посещал лекции и на лабораторных работах выполнял задания.

## **11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Формами организации учебного процесса по дисциплине, являются лекции, лабораторные работы, консультации и самостоятельная работа студентов.

Чтение лекций осуществляется в аудитории, оборудованной аппаратурой для компьютерной презентации. На лекциях излагается теоретический материал: даётся оценка роли дисциплины в учебном процессе, рассматриваются основные тематики дисциплины. Основой построения лекционного материала должны служить реальные примеры, позволяющие проникнуть в суть проблемы.

При чтении лекций используются объяснительно-иллюстративный метод с элементами проблемного изложения учебной информации (монологической,

диалогической). При проведении применяются активные и интерактивные методы: решение ситуационных задач, дискуссии.

Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного материала, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции.

Для повышения уровня знаний у студентов, необходимо искать пути совершенствования методики преподавания:

- использование разнообразных форм, методов и приёмов активизации познавательной деятельности учащихся (в т.ч. активных и интерактивных);
- использование наглядного материала: таблиц, рисунков, схем, демонстрация опытов;
- компьютеризация обучения;
- систематический контроль знаний студентов в процессе обучения.

Программу разработали:

Апатенко Алексей Сергеевич,  
д.т.н., профессор



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ ТТМ» ОПОП ВО по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленность Сервис транспортно-технологических машин и оборудования (квалификация выпускника – бакалавр)

Голиницкий Павел Вячеславович, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» ОПОП ВО по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» направленности «Сервис транспортно-технологических машин и оборудования» (уровень обучения - бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре технического сервиса машин и оборудования (разработчики – Апатенко Алексей Сергеевич, д.т.н. зав. кафедрой ТСМиО).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» закреплено 4 **компетенции**. Дисциплина «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях, в соответствии с требованиями трудовых функций профессионального стандарта. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» составляет 2 зачётные единицы (72 часа, в том числе подготовка- 8 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях (в профессиональной области) и аудиторных заданиях - работа с профессиональной литературой), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета в 8 сем., что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины по выбору вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 3 наименований, периодическими изданиями – 3 источников со ссылкой на электронные ресурсы. Интернет-ресурсы – 4 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ».

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Технологическая подготовка аддитивного производства деталей ТТМ» ОПОП ВО по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» направленности «Сервис транспортно-технологических машин и оборудования» (квалификация выпускника - бакалавр), разработанная Апатенко А.С., д.т.н., зав. кафедрой ТСМиО соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: к.т.н., Голиницкий Павел Вячеславович, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством

  
« 18 » 06 2025г.