

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Материаловедения, сварочных и аддитивных технологий»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №5 от 21 января 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ»**

---

Направление: 15.03.01 Машиностроение

---

Оборудование и технология сварочного производства

---

Квалификация: Бакалавр

---

Форма обучения: очная

---

Документ подписан простой электронной подписью  
Составитель программы: Балановский Андрей Евгеньевич  
Дата подписания: 14.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью  
Утвердил и согласовал: Балановский Андрей Евгеньевич  
Дата подписания: 18.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

# 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

## 1.1 Дисциплина «Аддитивные технологии в сварочном производстве» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ДК-1 Способность осуществлять деятельность, находящуюся за пределами основной профессиональной сферы	ДК-1.2

## 1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ДК-1.2	Знает и использует преимущества аддитивных технологий при изготовлении заготовок, восстановлении и упрочнении деталей машин	<p><b>Знать</b> Знать : - возможности аддитивных технологий по изготовлению деталей с комплексом требуемых свойств</p> <p><b>Уметь</b> использовать аддитивные технологии для изготовления новых деталей, а также восстановления и упрочнения</p> <p><b>Владеть</b> навыками применения аддитивных технологий для изготовления новых деталей, а также восстановления и упрочнения изношенных при эксплуатации</p>

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Аддитивные технологии в сварочном производстве» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Механическое оборудование для сварки», «Основы сварочного производства», «Практикум по сварке», «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков», «Физика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Автоматизация сварочных процессов», «Источники питания для сварки», «Источники энергии для сварочных процессов», «Материаловедение», «Материалы для инновационных технологий», «Сварка специальных материалов», «Специальные методы сварки и пайки», «Технология сварки плавлением и давлением», «Упрочняющие и восстановительные технологии»

## 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	108	108

Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	32	32
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

##### Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение. Понятие об аддитивных технологиях. Применение аддитивных технологий в промышленности и при ремонте .	1	4			1	6			Устный опрос
2	Оборудование и аппаратура, применение которых возможно при использовании аддитивных технологий в сварочном и металлургическом производстве.	2	4							Устный опрос
3	Моделирование и доработка изделий в компьютерных программах для 3D печати.	3	4			2	6	3	4	Устный опрос
4	Материалы, применение которых возможно для аддитивных технологий, в т.ч. для метода послойного синтеза.	4	10			3	4			Устный опрос

5	Технология изготовления и восстановления изделий с использованием аддитивных технологий. Контроль качества.	5	10					1, 2	56	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		32				16		60	

## 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

### Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Понятие об аддитивных технологиях. Применение аддитивных технологий в промышленности и при ремонте .	Введение. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Понятие аддитивные технологии. Применение аддитивных технологий в промышленности и при ремонте. Характеристика рынка аддитивных технологий. Эффективность использования аддитивных технологий
2	Оборудование и аппаратура, применение которых возможно при использовании аддитивных технологий в сварочном и металлургическом производстве.	Оборудование и аппаратура, применение которых возможно при использовании аддитивных технологий в сварочном и металлургическом производстве. Особенности эксплуатации оборудования для изготовления изделий методом послойного синтеза
3	Моделирование и доработка изделий в компьютерных программах для 3D печати.	Моделирование и доработка изделий в компьютерных программах для 3D печати. Реинжиниринг и контроль точности оцифрованных моделей. Классификация систем и оборудования для бесконтактной оцифровки деталей. Правила бесконтактной оцифровки.
4	Материалы, применение которых возможно для аддитивных технологий, в т.ч. для метода послойного синтеза.	Материалы, применение которых возможно для аддитивных технологий. Порошки, сварочные и наплавочные проволоки. Новые методы получения материалов для аддитивных технологий для послойного синтеза структуры и свойств.
5	Технология изготовления и восстановления изделий с использованием аддитивных технологий. Контроль качества.	Технология изготовления и восстановления изделий с использованием аддитивных технологий. Выбор материалов и оборудования для формообразования. Способы задания исходной информации на изготовление заготовки при изготовлении и восстановление изделия. Контроль точности и качества при получение заготовок методами аддитивных технологий

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Оборудование и аппаратура для аддитивных технологий	6
2	Подготовка данных для разработки управляющих программ изготовления заготовок методами аддитивных технологий	6
3	материалы	4

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение переводов	50
2	Написание отчета	6
3	Цифровые технологии	4

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия

#### 5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

##### 5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

###### 5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

А.Е. Балановский. Методические указания по практическим занятиям по курсу «Аддитивные технологии в сварочном производстве» по программе бакалавриата «Оборудование и технология сварочного производства». Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение». – Иркутск, ИРНИТУ, 2019 (электронный ресурс)

###### 5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

А.Е. Балановский. Методические указания по практическим занятиям по курсу «Аддитивные технологии в сварочном производстве» по программе бакалавриата «Оборудование и технология сварочного производства». Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение». – Иркутск, ИРНИТУ, 2019 (электронный ресурс)

#### 6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

##### 6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

### 6.1.1 семестр 6 | Устный опрос

#### Описание процедуры.

Темой собеседования является анализ полноты освоения студентами материалов предыдущей лекции. Описание процедуры: Одному или нескольким студентам задаются вопросы по нескольким вопросам, рассмотренным на предыдущей лекции. Остальные студенты должны дать развернутые комментарии и дополнения по ним, а преподаватель – соответствующие поправки и оценки. Пример задания: Предложить материалы для изготовления корпуса редуктора с использованием аддитивных технологий. Возможно ли повышение износостойкости в рабочей зоне детали? Критерии оценки: правильность и полнота понимания темы, необходимость представления дополнительных материалов для правильного понимания рассмотренных вопросов. Описание процедуры: Подгруппе студентов (3-4 человека) дается чертеж детали средней сложности с целью подготовки предложений по разработке технологии изготовления заготовки для последующей механической обработки методами аддитивных технологий

Пример задания: Разработать технологический процесс изготовления заготовки звездочки. Наружный диаметр 1500 мм, высота 150 мм, ширина зуба 40 мм. Выбрать заготовку, материалы и оборудование для послойного нанесения рабочего слоя на поверхности, подвергающиеся в процессе эксплуатации износу.

#### Критерии оценивания.

Критерии оценки: Оценивается полнота и правильность анализа технологичности конструкции, предложений по технологии с учетом обеспечения требуемого качества деталей и снижения себестоимости их изготовления, анализа образования возможных дефектов, методов их предупреждения, выбора методов контроля.

### 6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### 6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ДК-1.2	Разработка и использование аддитивных технологий проводится с предварительным техникоэкономическим обоснованием	Фонд оценочных средств по дисциплине «Аддитивные технологии в сварочном производстве». Вид промежуточной аттестации – зачет.

#### 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

### 6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

#### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

Описание процедуры: Подгруппе студентов (3-4 человека) дается чертеж детали средней сложности с целью подготовки предложений по разработке технологии изготовления заготовки для последующей механической обработки методами аддитивных технологий. Пример задания: Разработать технологический процесс изготовления заготовки звездочки. Наружный диаметр 1500 мм, высота 150 мм, ширина зуба 40 мм. Выбрать заготовку, материалы и оборудование для послойного нанесения рабочего слоя на поверхности, подвергающиеся в процессе эксплуатации износу.

#### Пример задания:

Практическое занятие № 1 Оборудование и аппаратура для аддитивных технологий. Каждый студент должен выполнить предусмотренные программой практические занятия, состоящие в анализе тем, предусмотренным рабочей программой дисциплины. При подготовке к практическому занятию студент должен изучить материал по теме работы, ознакомиться с методическими указаниями и сформулировать ответы на контрольные вопросы. Отчёт оформляется в соответствии с требованиями, указанными в методических указаниях. Защита отчётов по практическим занятиям проходит в форме собеседования. Вопросы для контроля: 1. Состав оборудования и аппаратуры, необходимого для формообразования методами аддитивных технологий. 2. Особенности оборудования при использовании различных материалов для формообразования. 3. Особенности оборудования при использовании различных методов для формообразования деталей. 4. Каким образом готовится исходная информация для получения необходимой геометрической формы изделия? 5. Особенности получения исходной информации для формообразования детали при изготовлении и восстановлении изношенной детали. 6. Оборудование для бесконтактной оцифровки геометрии деталей.

Практическое занятие № 2 Подготовка данных для разработки управляющих программ изготовления заготовок методами аддитивных технологий. Вопросы для контроля: 1. Как может быть выполнено моделирование изделия в компьютерных программах для 3D печати? 2. Какие программы можно использовать для управления 3D печатью и особенности управляющих программ для нанесения разнородных слоев? 3. Использование систем бесконтактной оцифровки и особенности управляющих программ для восстановления и упрочнения деталей. 4. Контроль точности оцифрованных моделей. 5. Возможности аддитивных технологий для изготовления оснастки и приспособлений для сборки под сварку конструкций сложной формы. 6. Особенности подготовки исходных данных при использовании лазерного спекания. Практическое задание № 3 Материалы для аддитивных технологий. Вопросы для контроля: 1. Возможно ли использование для аддитивных технологий сварочных и наплавочных материалов для механизированной сварки и наплавки? 2. Особенности использования сварочных и наплавочных материалов. 3. Применение порошковых материалов для наплавки и напыления. 4. Использование материалов для порошковой металлургии. 5. Особенности использования материалов для получения разнородных слоев. 6. Полимерные материалы для 3D печати.

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Материал курса усвоен. Студент	Не знает основных положений курса, не

<p>правильно отвечает на вопросы и может самостоятельно анализировать материалы и принимать самостоятельные решения, обосновать их. Знает рекомендованную литературу.</p>	<p>знает или не понимает значительную часть материала, делает существенные ошибки при выполнении практических заданий по положениям курса</p>
---	---

## **7 Основная учебная литература**

1. Преображенская, Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств : учебное пособие / Е. В. Преображенская, Т. Н. Боровик, Н. С. Баранова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021 — Часть 1 — 2021. — 173 с. — ISBN 978-5-7339-1397-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182474> (дата обращения: 23.06.2022)

2. Преображенская, Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств : учебное пособие / Е. В. Преображенская, В. В. Зуев, А. А. Мышечкин. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021 — Часть 2 — 2021. — 164 с. — ISBN 978-5-7339-1398-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182471>

## **8 Дополнительная учебная литература и справочная**

1. Валетов В.А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы). Учебное пособие. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015. - 63 с.

## **9 Ресурсы сети Интернет**

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## **10 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

## **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Свободно распространяемое программное обеспечение Microsoft Windows

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5 2400/4Gb/HDD2TB/DVDRW/ATX550W/LCD22/ИБП1
2. роботизированный сварочный комплекс