



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОП

Леонтьев Л.Б.

« 16 » февраля 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор Департамента  
промышленной безопасности

Гридасов А.В.

« 16 » февраля 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Перспективные технологии резки металлов»

**Направление подготовки 15.04.01 «Машиностроение»**

магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства»

**Форма подготовки очная**

курс 1 семестр 2  
лекции 18 час.  
практические занятия 18 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 36 час.  
самостоятельная работа 108 час.  
контрольные работы (количество) 1  
курсовая работа не предусмотрена  
зачет 2 семестр  
экзамен - семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 1025 от 14.08.2020.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента промышленной безопасности протокол № 6 от «16» февраля 2021 г.

Директор департамента промышленной безопасности, к.т.н., доцент, Гридасов А.В.  
Составитель: ст. преп. Садыков Р.Х.

Владивосток  
2021

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании *кафедры*:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий *кафедрой* \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании *кафедры*:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий *кафедрой* \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании *кафедры*:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий *кафедрой* \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании *кафедры*:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий *кафедрой* \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **Аннотация дисциплины**

### **«Перспективные технологии резки металлов»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы / 108 академических часов. Является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений части ОП, изучается на 1 курсе во втором семестре и завершается зачетом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 18 часов, практических занятий в объеме 18 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 108 часов.

**Язык реализации:** Русский.

**Цель:** Изучение технологических процессов перспективных специальных методов резки материалов и умение их применять для заданных технических условий, а также подготовка профессиональных кадров для нужд машиностроительной промышленности в целом.

**Задачи:**

1. Ознакомить студентов с перспективными методами резки металлов;
2. Ознакомить студентов с оборудованием и инструментами для резки;
3. Изучить особенности и технологические процессы резки перспективными способами;
4. Освоить методы контроля качества резки металлов.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: УК-1, ОПК-1, ОПК-5, ОПК-6 и др., полученные в результате изучения дисциплин: «Теоретические основы современных способов сварки и резки», «Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов» и др.

В результате изучения данной дисциплины, обучающийся должен быть готов к написанию выпускной квалификационной работе, а также к практической профессиональной деятельности.

Компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине «Перспективные технологии резки металлов»:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Производственно-технологические	ПК-2. Способен организовать разработку и внедрение в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда, соблюдение требований охраны труда и окружающей среды, экономии материальных и энергетических ресурсов.	ПК-2.1. Производит расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов	Знает как производить расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов Умеет производить расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов Владет навыками выполнения расчетов необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов
		ПК-2.2. Организует разработку и внедрение в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, с учетом требований охраны труда и окружающей среды	Знает как организовать разработку и внедрение в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, с учетом требований охраны труда и окружающей среды. Умеет организовать разработку и внедрение в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, с учетом требований охраны труда и окружающей среды) Владет навыками организации разработки и внедрения в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, с учетом требований охраны труда и окружающей среды
	ПК-4. Способен определять потребности в оборудовании и материалах, необходимых для выполнения сварочных работ, составлять заявки на них.	ПК-4.1. Использует нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства	Знает как использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства Умеет использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства Владет навыками использования нормативных и методических документов по технической и технологической подготовке сварочного производства
		ПК-4.2. Составляет заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения сварочных работ	Знает – как составлять заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения сварочных работ Умеет – составлять заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения сварочных работ

			Владеет – навыками составления заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения сварочных работ
--	--	--	--

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Перспективные технологии резки металлов» применяются следующие образовательные технологии и методы активного обучения: работа в малых группах, дебаты, круглый стол, дискуссия, семинары.

## **2. Трудоёмкость дисциплины и виды учебных занятий по дисциплине «Перспективные технологии резки металлов»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы (144 академических часа). Из них: 18 часов – лекционные занятия; 18 часов – практическая работа, 72 часа – самостоятельная работа.

## **3. Структура дисциплины.**

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела, темы дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации, текущего контроля успеваемости	
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		Контроль
1	Раздел 1. Основные понятия, классификация, традиционные виды резки.	2	5,0	-	-				Зачет
1.1	Тема 1. Основные понятия, классификация методов резки.	2	0,5	-	-				
1.2	Тема 2. Традиционные методы резки металлов.	2	0,5	-	-				
1.3	Тема 3. Электродуговая резка металлов. Газо-кислородная резка	2	4,0	-	-				
2	Раздел 2. Перспективные методы резки.	2	13,0	-	-				
2.1	Тема 1. Плазменная резка.	2	3,0	-	-	-	72	-	
2.2	Тема 2. Электронно-лучевая резка.	2	2,5	-	-				
2.3	Тема 3. Лазерная резка.	2	2,5	-	-				
2.4	Тема 4. Гидроабразивная резка.	2	2,5	-	-				
2.5	Тема 5. Механическая резка металлов, и холодная обработка металла резанием.	2	2,5	-	-				
3	Практические задания	2	-	-	18,0				

3.1	Практическое задание 1	2	-	-	3,0			
3.2	Практическое задание 2	2	-	-	3,0			
3.3	Практическое задание 3	2	-	-	3,0			
3.4	Практическое задание 4	2	-	-	4,5			
3.5	Практическое задание 5	3	-	-	4,5			
	Итого:	2	18	-	18	72	-	Зачет

#### **4. Содержание теоретической части курса.**

**Раздел 1. Основные понятия, классификация, традиционные виды резки (5,0 час., в том числе по МАО 1,0 час.)**

**Тема 1. Основные понятия, классификация методов резки. (0,5 час., в том числе по МАО 0 час.)**

Классификация термомеханических методов резки металлов, перспективные методы обработки материалов, термины и понятия.

**Тема 2. Традиционные методы резки металлов (0,5 час., в том числе по МАО 0 час.)**

Особенности резки металлических материалов, условия резки, разновидности способов резки (ручная дуговая одинарным электродом и лентой, порошковым электродом и лентой, и др.), конструкции и характеристики установок.

**Тема 3. Электродуговая резка металлов. Газо-кислородная резка (4,0 час., в том числе по МАО 1,5 час.)**

Сущность процесса газокислородной резки. Процесс горения и строение пламени. Механизм окисления железа при кислородной резке стали. Нагрев металла до температуры воспламенения. Условия газокислородной резки. Влияние примесей в стали на процесс резки. Влияние чистоты кислорода на качество и производительность резки. Правило «обратного удара» и меры предосторожности. Техника и технология газокислородной резки и сварки. Особенности резки стали большой толщины. Кислородно-флюсовая резка. Резка листовых закаливаемых сталей. Деформации при термической резке. Влияние разделительной резки на структуру и механические свойства стали. Классификация машин и оборудования для газокислородной резки. Рукава для газокислородной резки. Баллоны для хранения газов: конструкция и особенности. Конструкции резаков для газовой

резки. Режущие кислородные струи и сопла. НТД на оборудование и газовую арматуру. Техника безопасности при проведении газокислородной резки.

Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол, дискуссия, дебаты» и демонстрации видеофильмов (2 видео).

## **Раздел 2. Перспективные методы резки. (13,0 час., в том числе по МАО 0,4 час.)**

### **Тема 1. Плазменная резка (3,0 час., в том числе по МАО 1,0 час.)**

Плазма – физические свойства и получение. Сущность плазменно-дуговой резки. Плазменная струя прямого и косвенного действия. Резка плазменной струей. Плазмообразующие газы. Катоды для плазменной резки. Оборудование для ручной и автоматической резки плазменной дугой. Стационарные и переносные машины их классификация. Осциллятор для плазменно-дуговой резки. Технология плазменно-дуговой резки. Технологические особенности резки низко-, средне-, высоко-углеродистых конструкционных сталей. Технологические особенности резки высоколегированных коррозионно-стойких сталей. Резка алюминия и его сплавов. Технологические особенности резки цветных металлов и сплавов. Резка меди и сплавов на ее основе. Резка алюминия и сплавов на его основе. Плазменная резка неметаллов.

Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол, дискуссия, дебаты» и демонстрации видеофильмов (3 видео).

### **Тема 2. Электронно-лучевая резка (2,5 час., в том числе по МАО 1,0 час.)**

Особенности электронно-лучевой резки различных металлических материалов, конструкции и характеристики установок. Технология электронно-лучевой резки металлов.

Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол, дискуссия, дебаты» и демонстрации видеофильмов (2 видео).

### **Тема 3. Лазерная резка (2,5 час., в том числе по МАО 1,0 час.)**

Представлены классификация лазеров, принципы их действия, особенности лазерной резки различных металлических и неметаллических материалов, условия резки, разновидности способов получения лазерного излучения, конструкции и

характеристики установок. Технология лазерной резки.

Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол, дискуссия, дебаты» и демонстрации видеофильмов (2 видео).

#### **Тема 4. Гидроабразивная резка (2,5 час., в том числе по МАО 1,0 час.)**

Особенности гидроабразивной резки металлических материалов. Устройство станка и оснастки для гидроабразивной резки. Условия гидроабразивной резки.

Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол, дискуссия, дебаты» и демонстрации видеофильмов (2 видео).

#### **Тема 5. Механическая резка металлов, и холодная обработка металла резанием (2,5 час., в том числе по МАО 1,0 час.)**

Особенности механической резки металлов. Резка металлов УШМ, особенности. Токарная обработка металлов, фрезерование. Особенности токарной обработки металлов и фрезеровки. Устройства и принцип действия станков.

Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол, дискуссия, дебаты» и демонстрации видеофильмов (2 видео).

## **5. Содержание практической части курса.**

### **Практические занятия**

#### **Практическое занятие №1**

#### **Семинарское занятие. Технология применения электронно-лучевой резки (3 час.).**

Содержание занятия: заранее (за 2-3 недели) студенты выбирают следующие темы для оформления реферата и подготовки доклада на 10-15 мин:

1. Физические основы электронно-лучевой резки;
2. Оборудование электронно-лучевой резки;
3. Многокамерные установки для электронно-лучевой резки;
4. Технологические схемы электронно-лучевой резки;
5. Факторы безопасности при электронно-лучевой резке.

К этому времени в лекции поставлена рассматриваемая проблема, создана проблемная ситуация, это значительно активизирует подготовку обучающихся к занятию. По заданным темам занятия представляется рекомендованная литература, выявляются материалы конспекта, необходимые для ознакомления с заданной темой. Для иллюстрации материала доклада студенты представляют презентацию с различными слайдами и видеофильмами. В ходе семинара педагог-руководитель использует вопросы уточняющие, встречающие, наводящие и проблемные. Вопросы, возникающие в ходе семинара, разрешаются самими студентами.

Заключительное слово преподавателя содержит:

1. Оценку выступления каждого студента и группы в целом;
2. Оценку уровня обсуждения вопросов в целом;
3. Ответы на вопросы, которые не получили должного освещения в ходе семинара;
4. Пожелания по подготовке к очередному семинару.

Демонстрация видеофильмов «Электронно-лучевая сварка».

## **Практическое занятие №2**

### **Семинарское занятие. Технология применения лазерной (ОКГ) резки (3 час.).**

Содержание занятия: заранее (за 2-3 недели) студенты выбирают следующие темы для оформления реферата и подготовки доклада на 10-15 мин:

1. Классификация и устройство лазеров;
2. Методы накачки лазеров;
3. Разрезаемые материалы; схемы и режимы резки;
4. Лазеры импульсного и непрерывного действия;
5. Резка с непрерывным излучением и разными длинами волн.

К этому времени в лекции поставлена рассматриваемая проблема, создана проблемная ситуация, это значительно активизирует подготовку обучающихся к занятию. По заданным темам занятия представляется рекомендованная литература, выявляются материалы конспекта, необходимые для ознакомления с заданной темой. Для иллюстрации материала доклада студенты представляют презентацию с различными слайдами и видеофильмами. В ходе семинара педагог-руководитель использует вопросы уточняющие, встречающие, наводящие и проблемные. Вопросы, возникающие в ходе семинара, разрешаются самими студентами.

Заключительное слово преподавателя содержит:

1. Оценку выступления каждого студента и группы в целом;
2. Оценку уровня обсуждения вопросов в целом;
3. Ответы на вопросы, которые не получили должного освещения в ходе семинара;
4. Пожелания по подготовке к очередному семинару.

Демонстрация 2 видеофильмов «Лазерная резка материалов».

## **Практическое занятие №3**

### **Семинарское занятие. Технология применения лазерной (ОКГ) резки (3 час.).**

Содержание занятия: заранее (за 2-3 недели) студенты выбирают следующие темы для оформления реферата и подготовки доклада на 10-15 мин:

1. Газовые лазеры – вид активной среды, форма и размеры трубки, состав газовой среды;

2. Группы газовых лазеров: атомные (на водороде, неоне, гелий+неон), ионные (аргоновый, ксеноновый криптоновый,), молекулярные (углекислый газ+азот+гелий);

3. Лазерная резка – виды материалов; схемы и режимы резки. Процессы нагрева, плавления, испарения и удаления расплава при воздействии на материал.;

4. Влияние степени черноты поверхности, прозрачности материала. Образование микротрещин, выброс частиц. Влияние кислорода на качество реза.

К этому времени в лекции поставлена рассматриваемая проблема, создана проблемная ситуация, это значительно активизирует подготовку обучающихся к занятию. По заданным темам занятия представляется рекомендованная литература, выявляются материалы конспекта, необходимые для ознакомления с заданной темой. Для иллюстрации материала доклада студенты представляют презентацию с различными слайдами и видеофильмами. В ходе семинара педагог-руководитель использует вопросы уточняющие, встречающие, наводящие и проблемные. Вопросы, возникающие в ходе семинара, разрешаются самими студентами.

Заключительное слово преподавателя содержит:

1. Оценку выступления каждого студента и группы в целом;
2. Оценку уровня обсуждения вопросов в целом;
3. Ответы на вопросы, которые не получили должного освещения в ходе семинара;
4. Пожелания по подготовке к очередному семинару.

#### **Практическое занятие №4**

**На основе полученных знаний рассчитать режимы плазменной резки (4,5 часа).**

При плазменной резке необходимо выбрать плазмообразующий газ с обоснованием целесообразности выбора (привести теплофизические константы этого газа; - справочная величина для самостоятельной работы), расход

плазмообразующего газа, материал катода, род тока, вид охлаждения, расход охлаждающей жидкости или газа.

Начать плазменно-дуговую резку с середины листа металла следует с предварительно засверленного отверстия, либо с прожигания отверстия плазменной дугой. При резке листов толщиной до 50-60 мм предварительного отверстия не требуется.

Выдержка времени перехода на рабочую скорость  $t_c$  зависит от природы материала и толщины разрезаемых листов. Эта выдержка повышается при увеличении теплопроводности металла и толщины листов. Величину ее можно определить по формуле:

$$t_c = K \cdot \frac{\lambda_i}{\lambda_{Fe}} \cdot \sqrt{h} ; (1)$$

где:

$K$ — поправочный коэффициент (для стали  $K=0,35-0,40$ , для цветных металлов  $0,8-0,9$ );

$\lambda_i$ —теплопроводность разрезаемого металла;

$\lambda_{Fe}$  -теплопроводность стали;

$h$  — толщина разрезаемого металла.

Необходимость расчета режимов резки определяется влиянием теплофизических и физико-химических характеристик металлов на основные параметры резки: скорость и качество. Электрические и газовые параметры режимов резки не зависят от природы разрезаемых металлов. Напряжение на дуге определяется только толщиной разрезаемых листов, а ток - возможностями источника питания и плазмотрона. А скорость резки зависит только от теплофизических констант металлов (теплоемкость, теплопроводность, температура плавления, скрытая теплота плавления и удельный вес).

Поэтому количество металла, которое необходимо выплавить за единицу времени, определяется по формуле:

$$m = h \cdot b \cdot \omega \cdot \gamma ; (2)$$

где

$m$  – вес выплавленного металла (гр);

$h$  – толщина листа (см);

$\omega$  – скорость резки (см/сек);

$\gamma$  – удельный вес разрезаемого металла (гр/см<sup>3</sup>);

$b$  – ширина реза (см), в зависимости от условий – 1,5-3,5 мм.

Чтобы выплавить это количество металла, необходимо нагреть его до температуры плавления, для чего затрачивается количество теплоты

$$Q_p = h \cdot b \cdot \gamma \cdot v \cdot [c \cdot (T_{пл} - T_n) + q] ; (3)$$

где:

$Q_p$  – тепловая мощность резки;

$c$  – средняя теплоемкость в интервале температур материала от  $T_n$  до  $T_{пл}$ ;

$T_{пл}$  – температура плавления металла;

$T_n$  – начальная температура разрезаемого листа (зависит от начальных условий реза в задании);

$q$  – скрытая теплота плавления или удельная теплота плавления (лм) – величина справочная для самостоятельного расчета.

В формулах (3), (4)  $v = \omega$ .

Таким образом

$$\omega = \frac{Q_p}{h \cdot b \cdot \gamma \cdot c \cdot (T_{пл} - T_n) \cdot q} ; (4)$$

Следовательно, для того чтобы рассчитать скорость резки, необходимо знать, какое количество тепловой мощности дуги вводится в металл и какое количество введенной в металл теплоты используется на процесс выплавления.

Тепловая мощность дуги определяется по формуле:

$$Q_d = 0.24 \cdot I_d \cdot U_d ; (5)$$

где

$Q_d$  – количество тепла, выделяющегося на участке электрической цепи

между электродом и разрезаемым листом;

$U_d$  — номинальное выходное рабочее напряжение. В зависимости от источника от 80 до 125 Вольт (Выбирается согласно приведенному студентом оборудования — на выбор. Характеристику оборудования необходимо самостоятельно привести студентом в практическом задании). Ток выбирается в зависимости от толщины разрезаемого металла (Выбирается согласно приведенному студентом оборудования).

В тепловом балансе часть тепловой мощности, вводимой в разрезаемый металл, определяется как:

$$Q_p = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot Q_d ; (6)$$

причем  $\eta_1 \cdot \eta_2 = \eta = 0,49$

где  $\eta$  — коэффициент полезного использования тепловой мощности дуги, который является критерием оценки работы дугового столба. Чем больше величина этого коэффициента, тем меньше количество теплоты отводится в разрезаемое изделие и, следовательно, тем меньше термических изменений претерпевает металл.

В случае резки высоколегированных сталей алюминия, меди, латуни скорость резки можно определить по эмпирическим формулам:

для стали

$$\omega = \frac{5.03 \cdot k'' \cdot a}{\delta \cdot (0.5 + 0.05 \cdot \delta)} ; (7)$$

для алюминия

$$\omega = \frac{0.95 \cdot k'' \cdot a}{\delta \cdot (0.5 + 0.05 \cdot \delta)} ; (8)$$

для меди и латуни

$$\omega = \frac{2.49 \cdot k'' \cdot a}{\delta \cdot (0.5 + 0.05 \cdot \delta)} ; (9)$$

где

$k''$  — условный коэффициент, учитывающий возможность перегрева металла и уточняющий энергопотери дуги, а  $\delta$  — толщина разрезаемой детали (табл. 1).

Таблица 1

*Усредненные значения условных коэффициентов  $k''$  и  $a$*

Разрезаемый металл	Плазмообразующие газы						$a$
	Азот	Азот водород	Азот кислород	Азот аргон	Аргон водород	Аргон водород воздух	
Алюминий и его сплавы	0,85	0,6	—	—	0,75	—	0,055
Медь и сплавы с никелем	0,12	—	—	—	0,20	0,55	1,1
Латунь	0,56	—	—	—	—	—	1,1
Высокотемпературная сталь, конструкционная сталь	1,4	1,5	3,5	1,5	1,45	1,63	0,34

Основным параметром, определяющим эксплуатационную надежность работы дугового плазматрона и степень сжатия столба дуги, является значение плотности тока в канале сопла ( $A/mm^2$ );

$$i = \frac{I_{\delta}}{F_c}; \quad (10)$$

где

$F_c$  — площадь поперечного сечения (берется исходя из диаметра катода студентом самостоятельно),  $mm^2$ .

С другой стороны, плотность тока находится в определенной зависимости от температуры плазмы (Т);

$$i = \sigma \cdot E_a; \quad (11)$$

где

$\sigma$  — удельная проводимость или удельное электрическое сопротивление, (

$\frac{1}{\text{ом} \cdot \text{см}}$ ) (зависит от выбранного катода – величина табличная, необходимо выбрать самостоятельно);

$E_a$  — напряженность столба дуги, в независимости колеблется в диапазоне 10-50 ( $\frac{B}{\text{см}}$ ) (обычно зависит от промежутка от сопла до разрезаемой детали, чем больше этот промежуток, тем больше напряженность столба дуги).

Связь между при электродным падением напряжения и градиентом напряжения в дуге описывается уравнением

$$U_{\partial} = a + E_a \cdot L; (12)$$

где

$U_{\partial}$  — падение напряжений на дуге, В;

$a$  — сумма при электродных падениях напряжений;

$L$  — длина дуги (чаще всего 3-5 мм).

Обычно сумма катодного и анодного падений напряжений составляет небольшую долю от общего падения напряжений плазменной дуги. Для плазмотронов с вольфрамовым катодом  $U_{\kappa} = 5-8$  Вольт, с циркониевым  $U_{\kappa} = 10-12$  Вольт, значение  $U_a$  независимо от материала анода и газовой среды составляет 5-6 Вольт.

Газовая среда в плазмотроне должна выполнять следующие функции: защитить от окисления и охладить вольфрамовый электрод и сопло; обеспечить получение стабилизированной плазменной струи с необходимой температурой и скоростью; обеспечить наилучшую теплопередачу к изделию; обеспечить транспортировку материала при напылении.

Газ может поступать в плазматрон как в доль оси катода (аксиально), так и по касательной (вихревая стабилизация) и разделяется на плазмообразующие и защитные или транспортирующие. Наилучшим защитным газом является аргон, так как он химически инертен и имеет малую теплопроводность. Однако аргон

мало эффективен для преобразования электрической энергии в тепловую. При одинаковом токе в аргоновой дуге выделяется на 10 мм ее длины меньше энергии  $\Pi$ , чем в водороде, азоте гелии. Энтальпия (объемное теплосодержание), которая определяется формулой

$$H = \frac{q}{G}; \quad (13)$$

где

$q$  — эффективная мощность плазменной струи на среде сопла, ( $q=Q_p$ )  $\frac{Дж}{с}$  ( $\frac{кал}{с}$ );

$G$  — массовый расход плазмообразующего газа, *грамм/сек (литр/мин перевести в грамм/сек)* зависит от плазменного аппарата по резке (выбирается студентом самостоятельно) – позволяет оценить среднемассовую температуру на срезе сопла плазмотрона.

## ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Вариант	Сталь, сплав	Толщина, мм	Плазмообразующий газ
1	12Х18Н10Т	14	Азот+аргон
2	АМг6	13	Аргон+водород
3	Л63	12	Азот
4	ЛС59	13	Азот
5	Ст3сп5	10	Азот+кислород
6	ХН73МВТЮ	14	Азот+кислород
7	10ХСНД	15	Аргон+водород+воздух
8	15Х5М	15	Аргон+водород+воздух
9	МНЖ5-1	9	Аргон+водород
10	08Х17Н15М3Т	14	Аргон+водород
11	МЗР	8	Аргон+водород

Примечание: оборудование предоставляется выбрать обучаемому.

### Практическое задание №5

**Расчет параметров режима газокислородной резки (4,5 часа.).**

Расчет режимов и выбор технологии следует производить, руководствуясь

основными выходными показателями процесса – производительностью и качеством резки, а также рациональным расходом материалов. Расчеты режимов при ацетиленоxygenной резке включают: расчет предварительного подогрева, полного теплового баланса, удельного расхода кислорода и горючего газа, расхода режущего кислорода, общего расхода кислорода, расхода подогревающего газа, расхода горючего газа, скорости резки, расстояния от подогревающего сопла до материала. Если резка осуществляется на газе-заменителе ацетилена, необходим расчет коэффициента замены ацетилена.

Газовую и прямолинейную и фасонную резку листовой низкоуглеродистой стали, осуществляют с применением в качестве горючих – ацетилена, пропанобутановой смеси, природного газа и др. удельный расход кислорода  $G_{y.k.}$  и горючего газа  $G_{y.g.}$  на 1 пог. м реза определяется как

$$G_{y.k.} = \frac{G_{k.ob.}}{60 \cdot \omega} \cdot 1000 ; (1)$$

$$G_{y.g.} = \frac{G_{g.ob.}}{60 \cdot \omega} \cdot 1000 ; (2)$$

где

$G_{k.ob.}$  – общий расход кислорода, м<sup>3</sup>/ч;

$\omega$  – скорость резки, мм/мин;

$G_g$  – расход горючего газа, м<sup>3</sup>/ч;

Общий расход кислорода  $G_{k.ob.}$  зависит от толщины разрезаемого металла  $\delta$  (рис. 1) и определяется как сумма расходов режущего кислорода  $G_{k.p.}$  и кислорода подогревающего пламени  $G_{k.n.}$ .

$$G_{k.} = G_{k.p.} + G_{k.n.} ; (3)$$

$G_{k.}, л/мин$

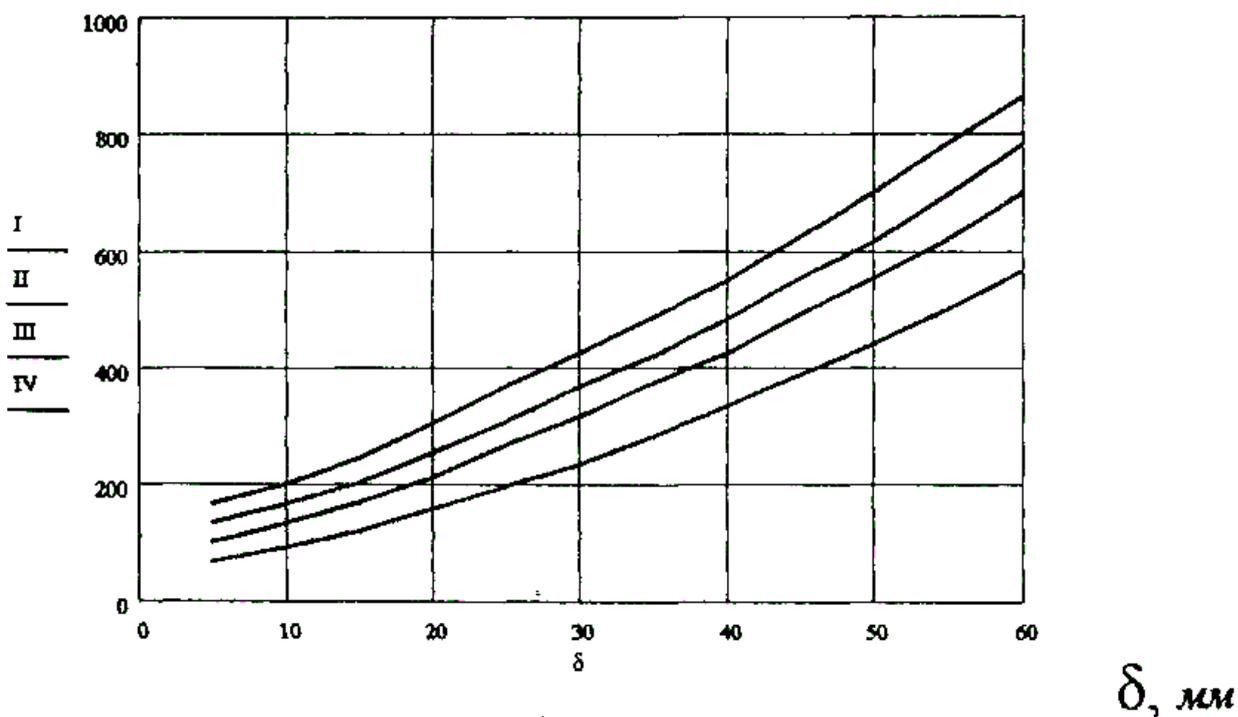


Рис. 1. Зависимость расхода кислорода  $G_k$  от толщины разрезаемого материала  $\delta$  при ацетиленокислородной резке.

1. Машинная резка углеродистой стали. Чистота кислорода 99,2 %. Резак типа РМ;
  2. Ручная резка углеродистой стали. Чистота кислорода 99,2 %. Резак типа «Пламя»;
  3. Машинная без гратовая резка углеродистой стали. Чистота кислорода 99,5%. Резак типа РМ;
  4. Машинная резка легированной стали. Чистота кислорода 99,2 %. Резак типа РМ.
- (Нумерация линий осуществляется снизу вверх)

Расход режущего кислорода (м³/ч) определяется по формуле

$$G_{k.p.} = k'_2 \cdot k'_{II} \cdot k_M^{-1} \cdot k_p \cdot \delta^{0.8}; \quad (4)$$

Где

$k'_2$  – коэффициент для резки холодного проката толщиной до 160 мм при высоких требованиях к качеству реза, равный 0,3; при резке листовой стали с максимально возможной скоростью коэффициент  $k'_2$  увеличивают в 2 раза;

$k'_n$  – коэффициент, учитывающий положение реза в пространстве: для вертикального направления струи  $k'_n=1$ ; для горизонтального направления  $k'_n=1,2$ .

$k_m$  – коэффициент металла (таблица 2).

$k_p$  - коэффициент расстояния (таблица 3).

$\delta$  - толщина разрезаемой стали, мм.

Таблица 2

Степень легирования стали	Суммарное содержание в стали легирующих элементов, %	Характер выплавки	$K_m$ , литье	$K_m$ , прокат
Низколегированная	До 2,5	Сп и Кп	1,0	1,0
То же	До 2,5	Сп	0,85	0,95
То же	До 2,5	Кп	0,75	0,90
Среднелегированная	2,5-10	Сп	0,75	0,90
Высоколегированная	10-20	Сп	0,70	0,85
То же	Более 20	Сп	0,65	0,75

Расход подогревающего кислорода  $G_{к.п.}$  определяется по формуле:

$$G_{к.п.} = \beta_0 \cdot G_G ; (5)$$

где

$G_G$  – расход горючего газа, м/ч;

$\beta_0$  – соотношение между кислородом и горючим газом ( $G_{O_2}/G_G$ ) в горючей смеси.

Таблица 3

Расстояние от сопла до металла, мм	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$K_p$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9

Абсолютное значение расстояния от подогревающего сопла до металла определяется по формуле:

$$L = l + 3 ; (6)$$

где

$l$  – длина ядра пламени, мм.

При резке стали большой толщины, во избежание перегрева и засорения мундштука брызгами металла, это расстояние  $l$  значительно больше и определяется как (от 5 до 10 мм):

$$L = l + (5 - 10); (7)$$

Расход горючего газа ( $G_{Г}$ ) определяется по формуле:

$$G_{Г} = \varepsilon \cdot 10^{-3} \cdot \psi \cdot k_T^{-1} \cdot k_{II} \cdot k_M^{-1} \cdot k_p' \cdot (\delta + 1000); (8)$$

где

$\varepsilon$  – коэффициент, равный при машинной чистовой резке 2,0; при ручной резке проката 2 – 3,5 и при резке литья и горячего металла 8,5;

$k_m$  – коэффициент температуры металла, характеризующий влияние температуры разрезаемого металла на скорость резки и расход газов ( таблица 4);

$\psi$  – коэффициент замены ацетилена (величина находится в справочниках металлорезчиков).

Таблица 4

Толщина стали, мм	Температура стали, °С										
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
До 100	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,80	3,00
100-200	1,0	1,15	1,35	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,65	2,85
200-300	1,0	1,10	1,25	1,45	1,6	1,8	2,0	2,15	2,35	2,5	2,7
300-400	1,0	1,0	1,15	1,3	1,5	1,6	1,8	2,00	2,10	2,30	2,5

Коэффициент замены ацетилена  $\psi$  определяется как:

$$\Psi = \frac{G_z}{G_a}; (8)$$

что соответствует отношению расхода газа-заменителя  $G_z$  к расходу ацетилена  $G_a$  при равном тепловом воздействии на нагреваемый металл. Расход ацетилена зависит от толщины разрезаемого металла  $\delta$  (рис. 2). Разрезаемость металлов

является одним из важных факторов резки и зависит от эквивалента углерода  $C_{экр}$ . Поэтому в случае использования сталей, где  $C_{экр} > 0,45$ , требуется предварительный подогрев.

Температура предварительного подогрева определяется по формуле:

$$T_T = 500 \cdot \sqrt{C_{экр} \cdot (1 + k \cdot \delta) - 0,45} ; (9)$$

где

$k$  – коэффициент, учитывающий толщину разрезаемого металла, равный 0,002;

$\delta$  – толщина стали, мм; величина 0,45 соответствует верхнему пределу  $C_{экр}$ , при котором возможна резка без подогрева.

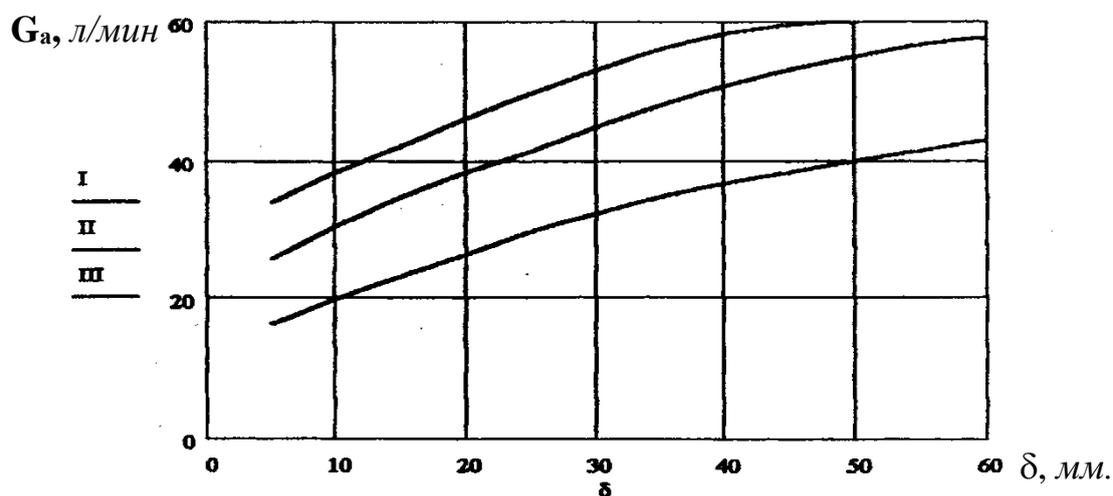


Рис. 2 Зависимость расхода ацетилена  $G_a$  от толщины разрезаемого металла  $\delta$  при ацетиленоxygenной резке.

1. Машинная резка углеродистой стали. Чистота кислорода 99,2 %. Резак типа РМ;
2. Ручная резка углеродистой стали. Чистота кислорода 99,2 %. Резак типа «Пламя»;
3. Машинная резка легированной стали. Чистота кислорода 99,2 %. Резак типа РМ.

Полный тепловой баланс oxygenной резки в общей форме представляется следующим выражением (в %):

$$\theta_{n.n} = \theta_{z.ж} + \theta_{z.n} = \theta_{n.n}^{n.n} + \theta_{n.n}^{z.ж.м.п} + \theta_{n.ш} + \theta_n; \quad (10)$$

где

$\theta_{n.n}$  – теплота, выделяемая подогревающим пламенем, рассчитывают исходя из расхода горючего и его теплотворной низшей способности;

$\theta_{z.ж}$  – теплота, выделяемая при сгорании примесей в железе;

$\theta_{n.n}^{n.n}$  – теплота подогревающего пламени, расходуемая на нагрев металла;

$\theta_{n.n}^{z.ж.м.п}$  – теплота, затрачиваемая на нагрев металла сжиганием железа и примесей;

$\theta_{n.ш}$  – теплота, затрачиваемая на нагрев шлака;

$\theta_n$  – потери теплоты.

Скорость резки (мм/мин) может быть определена по следующим формулам:

при резке стали толщиной до 300 мм;

$$\omega = k_k \cdot k_R \cdot k_\Gamma \cdot k_m \cdot k_c \cdot (1000 - 350 \cdot \lg(\delta)); \quad (11)$$

при резке стали толщиной свыше 300 мм;

$$\omega = k'_I \cdot k_k \cdot k_R \cdot k_\Gamma \cdot k_m \cdot k_c \cdot \delta^{-0,4}; \quad (12)$$

где:

$k'_I$  – коэффициент, имеющий постоянное значение для всех толщин стали, при прочих постоянных параметрах и одинаковых требованиях к качеству реза; при резке холодного проката из низкоуглеродистой стали в нижнем положении кислородом чистотой 99,5%, при качестве реза по IV классу чистоты он может быть принят равным 1500;

$k_R$  – коэффициент чистоты кислорода, характеризующий влияние чистоты кислорода на скорость резки (таблица 5);

$k_c$  – коэффициент сечения заготовки; при ширине заготовки 100-300 мм  $k_c = 0.3$ , а при ширине свыше 300 мм  $k_c = 1$ ;

$k_k$  – коэффициент качества поверхности реза (табл. 5).

Таблица 5

Значение коэффициента  $k_R$

Чистота кислорода, об. %	99.8	99.5	99.2	99.0	98.5	98.0
$k_R$	1.09	1.00	0.94	0.90	0.84	0.8

$k_o$  – коэффициент допустимого отставания линии реза определяется как:

$$k_o = \frac{\Delta}{1.6 \cdot \delta^{0.5}} ; (13)$$

где:

$\Delta$  – наибольшее допустимое отставание линии реза для данного класса и данной толщины стали (таблица 6).

Таблица 6

Значение коэффициента  $k_K$

Операции	Значение коэффициента $k_K$	$\delta$ , мм	$\Delta$ , мм
		5 - 25	25 - 100
Чистовая вырезка фигурных деталей	0.65	1.5	3
	0.70	2.0	4
Чистовая вырезка деталей с прямоугольными кромками	0.70	3.0	6.0
	0.80		
Резка деталей, не требующих высокого качества поверхности реза	0.80	5.0	10
	0.9		
Вырезка деталей с припусками на механическую обработку	0.9	7.5	15
	1.00		
Заготовительная резка	1.00	15.0	30
	1.20		

Скорость машинной тепловой резки также зависит от толщины разрезаемого металла  $\delta$  (рис. 3)

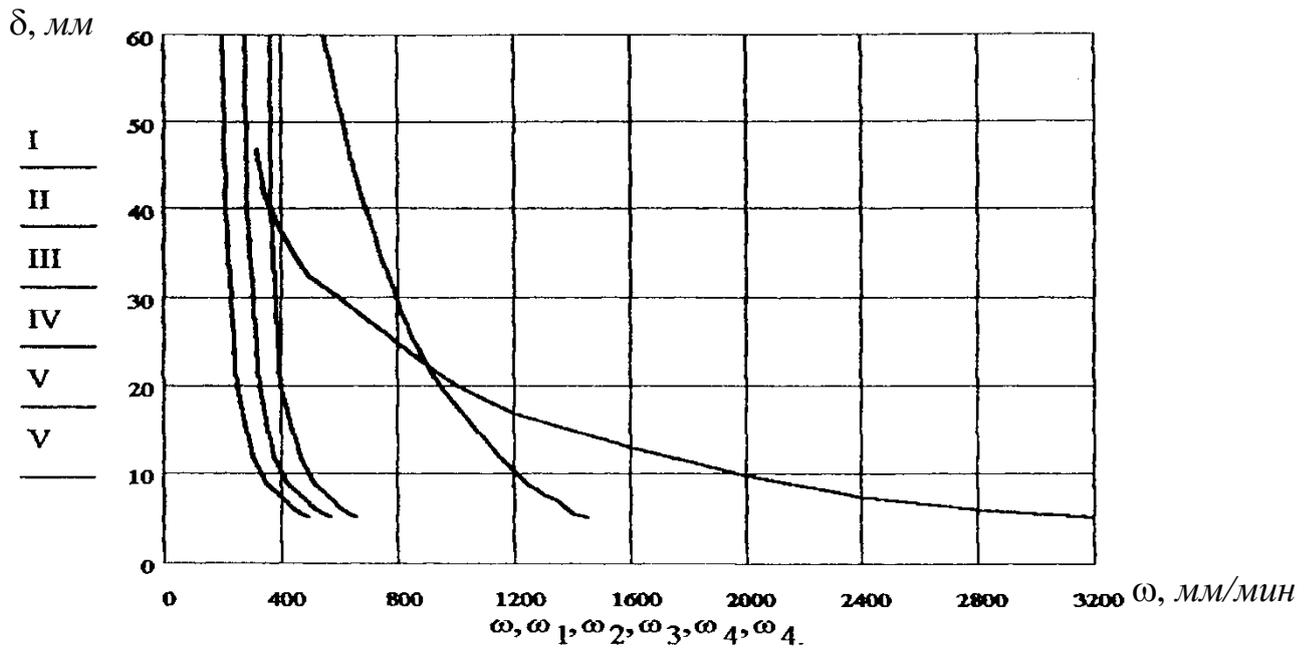


Рис. 3 Зависимость скорости машинной тепловой реки  $\omega$  от толщины разрезаемого металла  $\delta$ .

1. Ацетиленокислородная безградовая резка углеродистой стали. Чистота кислорода 99.5%. Резак типа РМ;
2. Ацетиленокислородная резка легированной стали. Чистота кислорода 99.2%. Резак типа РМ;
3. Ацетиленокислородная резка углеродистой стали. Чистота кислорода 99.2%. Резак типа РМ;
4. Ацетиленокислородная резка титана;
5. Воздушно-плазменная резка углеродистой стали.

### ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Вариант	Сталь	Толщина, мм	Горючий газ	Резка
1	Ст3сп5	70	Ацетилен	Чистовая
2	10ХСНД	50	Пропан	Под мехобработку
3	20	100	Пиролизный газ	Заготовительная
4	30Л	120	Ацетилен	Чистовая
5	30ХГСА	99	Пропан	Под мехобработку
6	25Г2С	100	Ацетилен	Заготовительная
7	17ГС	180	Городской газ	Чистовая
8	15Х5М	130	Пропан	Под мехобработку

9	12ХМ	110	Пропан	Заготовительная
10	12Х1МФ	100	Ацетилен	Чистовая
11	75Г	140	Ацетилен	Под мехобработку

## 6. Контроль достижения целей курса.

№ п/п	Контролируемые разделы/темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	
				Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Раздел 1.Тема 1. Основные понятия, классификация методов резки.	ПК-4.1. Использует нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства	<p>Знает как использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства</p> <p>Умеет использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства</p> <p>Владеет навыками использования нормативных и методических документов по технической и технологической подготовке сварочного производства</p>	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-1
2	Раздел 1.Тема 2. Традиционные методы резки металлов.	<p>ПК-4.1. Использует нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства</p> <p>ПК-4.2. Составляет заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения сварочных работ</p>	<p>Знает как использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке традиционных методов резки</p> <p>Умеет использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке традиционных методов резки</p> <p>Владеет навыками использования нормативных и методических документов по технической и технологической подготовке традиционных методов резки</p> <p>Знает как составлять заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения работ по резке традиционными методами</p> <p>Умеет составлять заявки на необходимое оборудование и материалы для для выполнения работ по резке традиционными методами</p> <p>Владеет навыками составления заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения работ по резке традиционными методами</p>	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-1
3	Раздел 1.Тема 3. Электродуговая резка металлов. Газо-кислородная резка.	ПК-2.1. Производит расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов	<p>Знает как производить расчет необходимой мощности производства с применением газо-кислородной резки, нормативов расхода газа и электроэнергии.</p> <p>Умеет производить расчет необходимой мощности производства с применением газо-кислородной резки, нормативов расхода газа и электроэнергии.</p> <p>Владеет навыками произведения расчета, пользованием автоматизированных средств для достижения данного расчета.</p>		

		<p>ПК-4.1. Использует нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства</p>	<p>Знает как использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке электродуговой и газокислородной резки.</p> <p>Умеет использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке электродуговой и газокислородной резки.</p> <p>Владеет навыками использования нормативных и методических документов по технической и технологической подготовке электродуговой и газокислородной резки.</p>		
		<p>ПК-4.2. Составляет заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения сварочных работ</p>	<p>Знает как составлять заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения работ по электродуговой и газокислородной резке.</p> <p>Умеет составлять заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения работ по электродуговой и газокислородной резке.</p> <p>Владеет навыками составления заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения работ по электродуговой и газокислородной резке.</p>		
<p>4</p>	<p>Раздел 2. Тема 1. Плазменная резка.</p>	<p>ПК-2.1. Производит расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов</p>	<p>Знает как производить расчет необходимой мощности производства с применением плазменной резки, нормативов расхода газа и электроэнергии. Знает как провести оптимальный расчет параметров режима плазменной резки</p> <p>Умеет производить расчет необходимой мощности производства с применением плазменной резки, нормативов расхода газа и электроэнергии. Умеет проводить оптимальный расчет параметров режима плазменной резки</p> <p>Владеет навыками произведения расчета, использованием автоматизированных средств для достижения данного расчета.</p>	<p>УО-1, ПР-7</p>	<p>УО-1, ПР-1</p>
<p>ПК-2.2. Организует разработку и внедрение в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, с учетом требований охраны труда и окружающей среды</p>	<p>Знает как организовать разработку и внедрение в производство прогрессивных методов плазменной резки, новых сварочных материалов и оборудования по плазменной резке, с учетом требований охраны труда и окружающей среды.</p> <p>Умеет организовать разработку, ведение работ и внедрение в производство прогрессивных методов плазменной резки, новых сварочных материалов и оборудования для плазменной резки, с учетом требований охраны труда и окружающей среды.</p> <p>Владеет навыками организации разработки и внедрения в производство, а также ведения работ, прогрессивных методов плазменной резки, новых сварочных материалов и оборудования по плазменной резке, с учетом требований охраны труда и окружающей среды</p>				
<p>ПК-4.1. Использует нормативные и</p>	<p>Знает как использовать нормативные и методические</p>				

		методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства	документы по технической и технологической подготовке плазменной резки. Умеет использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке плазменной резке. Владеет навыками использования нормативных и методических документов по технической и технологической подготовке плазменной резки.		
5	Раздел 2. Тема 2.Электронно-лучевая резка.	ПК-2.1. Производит расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов	Знает как производить расчет необходимой мощности производства с применением электронно-лучевой резки, нормативов расхода газа и электроэнергии. Знает как провести оптимальный расчет параметров режима электронно-лучевой резки. Умеет производить расчет необходимой мощности производства с применением электронно-лучевой резки, нормативов расхода газа и электроэнергии. Умеет проводить оптимальный расчет параметров режима электронно-лучевой резки. Владеет навыками произведения расчета, использованием автоматизированных средств для достижения данного расчета.	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-1
	ПК-2.2. Организует разработку и внедрение в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, с учетом требований охраны труда и окружающей среды	Знает как организовать разработку и внедрение в производство прогрессивных методов плазменной резки, новых сварочных материалов и оборудования по плазменной резке, с учетом требований охраны труда и окружающей среды. Умеет организовать разработку, ведение работ и внедрение в производство прогрессивных методов электронно-лучевой резки, новых сварочных материалов и оборудования для электронно-лучевой резки, с учетом требований охраны труда и окружающей среды. Владеет навыками организации разработки и внедрения в производство, а также ведения работ, прогрессивных методов электронно-лучевой резки, новых сварочных материалов и оборудования по электронно-лучевой резке, с учетом требований охраны труда и окружающей среды			
	ПК-4.1. Использует нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства	Знает как использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке электронно-лучевой резки. Умеет использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке электронно-лучевой резке. Владеет навыками использования нормативных и методических документов по технической и технологической подготовке			

			электронно-лучевой резки.		
6	Раздел 2. Тема 3. Лазерная резка.	ПК-2.1. Производит расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов	Знает как производить расчет необходимой мощности производства с применением лазерной резки, нормативов расхода газа и электроэнергии. Знает как провести оптимальный расчет параметров режима лазерной резки	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-1
			Умеет производить расчет необходимой мощности производства с применением лазерной резки, нормативов расхода газа и электроэнергии. Умеет проводить оптимальный расчет параметров режима лазерной резки		
		Владеет навыками произведения расчета, использованием автоматизированных средств для достижения данного расчета.			
		ПК-2.2. Организует разработку и внедрение в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, с учетом требований охраны труда и окружающей среды	Знает как организовать разработку и внедрение в производство прогрессивных методов лазерной резки, новых сварочных материалов и оборудования по плазменной лазерной резке, с учетом требований охраны труда и окружающей среды.		
			Умеет организовать разработку, ведение работ и внедрение в производство прогрессивных методов лазерной резки, новых сварочных материалов и оборудования для лазерной резки, с учетом требований охраны труда и окружающей среды.		
			Владеет навыками организации разработки и внедрения в производство, а также ведения работ, прогрессивных методов лазерной резки, новых сварочных материалов и оборудования по лазерной резке, с учетом требований охраны труда и окружающей среды		
		ПК-4.1. Использует нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства	Знает как использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке лазерной резки.		
	Умеет использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке лазерной резки.				
	Владеет навыками использования нормативных и методических документов по технической и технологической подготовке лазерной резки.				
7	Раздел 2. Тема 4. Гидроабразивная резка.	ПК-2.1. Производит расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов	Знает как производить расчет необходимой мощности производства с применением гидроабразивной резки, нормативов расхода газа, воды, эмульсии и электроэнергии. Знает как провести оптимальный расчет параметров режима гидроабразивной резки	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-1
			Умеет производить расчет необходимой мощности производства с применением гидроабразивной резки, нормативов расхода газа, воды, эмульсии и электроэнергии. Умеет проводить оптимальный расчет параметров режима гидроабразивной резки		

		<p>ПК-2.2. Организует разработку и внедрение в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, с учетом требований охраны труда и окружающей среды</p>	<p>Владет навыками производства расчета, использованием автоматизированных средств для достижения данного расчета.</p> <p>Знает как организовать разработку и внедрение в производство прогрессивных методов гидроабразивной резки, нового оборудования по гидроабразивной резке, с учетом требований охраны труда и окружающей среды.</p> <p>Умеет организовать разработку, ведение работ и внедрение в производство прогрессивных методов гидроабразивной резки, нового оборудования для гидроабразивной резки, с учетом требований охраны труда и окружающей среды.</p> <p>Владет навыками организации разработки и внедрения в производство, а также ведения работ, прогрессивных методов гидроабразивной резки, нового оборудования по гидроабразивной резке, с учетом требований охраны труда и окружающей среды</p>		
	<p>ПК-4.1. Использует нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства</p>		<p>Знает как использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке гидроабразивной резки.</p> <p>Умеет использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке гидроабразивной резке.</p> <p>Владет навыками использования нормативных и методических документов по технической и технологической подготовке гидроабразивной резки.</p>		
8	<p>Раздел 2. Тема 5. Механическая резка металлов, и холодная обработка металла резанием.</p>	<p>ПК-2.1. Производит расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов</p>	<p>Знает как производить расчет необходимой мощности производства с применением механической резки и холодной обработки металлов, нормативов расхода газа, воды, эмульсии и электроэнергии. Знает как провести оптимальный расчет параметров режима механической резки и холодной обработки металлов.</p> <p>Умеет производить расчет необходимой мощности производства с применением механической резки и холодной обработки металлов, нормативов расхода газа, воды, эмульсии и электроэнергии. Умеет проводить оптимальный расчет параметров режима механической резки и холодной обработки металлов.</p> <p>Владет навыками производства расчета, использованием автоматизированных средств для достижения данного расчета.</p>	<p>УО-1, ПР-7</p>	<p>УО-1, ПР-1</p>
		<p>ПК-2.2. Организует разработку и внедрение в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, с учетом требований охраны труда и</p>	<p>Знает как организовать разработку и внедрение в производство прогрессивных методов механической резки и холодной обработки металлов, нового оборудования по механической резке и холодной обработки металлов, с учетом требований</p>		

		<p>окружающей среды</p>	<p>охраны труда и окружающей среды.</p> <p>Умеет организовать разработку, ведение работ и внедрение в производство прогрессивных методов механической резки и холодной обработки металлов, нового оборудования для механической резки и холодной обработки металлов, с учетом требований охраны труда и окружающей среды.</p> <p>Владеет навыками организации разработки и внедрения в производство, а также ведения работ, прогрессивных методов механической резки и холодной обработки металлов, нового оборудования по механической резке и холодной обработки металлов, с учетом требований охраны труда и окружающей среды</p>		
		<p>ПК-4.1. Использует нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства</p>	<p>Знает как использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке механической резки и холодной обработки металлов.</p> <p>Умеет использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке механической резки и холодной обработки металлов.</p> <p>Владеет навыками использования нормативных и методических документов по технической и технологической подготовке механической резки и холодной обработки металлов.</p>		

## **7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.**

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

1. работа с основной и дополнительной литературой, интернет- ресурсами;
2. самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
3. подготовка реферативных обзоров источников периодической печати, опорных конспектов, заранее определенных преподавателем;
4. поиск информации по теме с последующим ее представлением в аудитории в форме доклада, презентаций;
5. подготовка к выполнению аудиторных контрольных работ;
6. выполнение домашних контрольных работ;
7. выполнение тестовых заданий, решение задач;
8. составление кроссвордов, схем;
9. подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции;
10. заполнение рабочей тетради;

11. написание эссе, курсовой работы;
12. подготовка к деловым и ролевым играм;
13. составление резюме;
14. подготовка к зачетам и экзаменам;

Другие виды деятельности, организуемые и осуществляемые образовательным учреждением и органами студенческого самоуправления.

## **8. Список литературы и информационно-методическое обеспечение дисциплины.**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Высокоинтенсивные методы обработки материалов: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / сост. В.Н. Стаценко, В.В. Романова; Инженерная школа ДВФУ. - Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2018. – [91 с.]. – 1 CD. – Систем. требования: процессор с частотой 1,3 ГГц (Intel, AMD); оперативная память от 1 ГБ, Windows (XP; Vista; 7 и т.п.); AcrobatReader, FoxitReader либо любой другой их аналог. – ISBN 978-5-7444-3800-5 (см. приложение 3).

2. Специальные методы сварки и пайки: Учебник / В.А. Фролов, В.В. Пешков, И.Н. Пашков и др.; Под ред. проф. В.А. Фролова. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2013. - 224 с.: ил.; 60x90 1/16. - (ПРОФИЛЬ). (переплет) ISBN 978-5-98281-332-9, 1000 экз.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Znanium:Znanium-391307&theme=FEFU>

3. Конюшков Г.В. Специальные методы сварки плавлением в электронике [Электронный ресурс]: учебное пособие / Конюшков Г.В., Конюшков В.Г., Авагян В.Ш.— Электрон.текстовые данные.— М.: Дашков и К, Ай Пи Эр Медиа, 2014.— 144 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19250>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-19250&theme=FEFU>

4. В.Л. Лихачев. Электросварка. Справочник. - М.: СОЛОН-Пресс, 2010. - 672 с: ил. - (Серия "Ремонт", выпуск 73).

[http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Geotar:/usr/vtfs/ChamoHome/visualizer/data\\_geotar/geotar.xml.part622..xml&theme=FEFU](http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Geotar:/usr/vtfs/ChamoHome/visualizer/data_geotar/geotar.xml.part622..xml&theme=FEFU)

5. Лихачев В.Л. Электросварка [Электронный ресурс]: справочник/ Лихачев В.Л.— Электрон.текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2010.— 672 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8650>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-8650&theme=FEFU>

6. Специальные методы сварки плавлением в электронике: учебное пособие для вузов / Г. В. Конюшков, В. Г. Конюшков, В. Ш. Авагян. Москва: Дашков и К°, 2015. 144 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:785993&theme=FEFU>

7. Специальные методы сварки: лабораторные работы для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение» очной и заочной форм обучения, профиль «Оборудование и технология сварочного производства»: учебно-методическое пособие [Электронный ре-сурс] / сост. В.Н. Стаценко; Инженерная школа ДВФУ. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2017. – [53 с.]. – 1 CD.

### Дополнительная литература

*(печатные и электронные издания)*

1. В.Н. Стаценко. Специальные методы сварки: учеб. пособие. Дальневосточный государственный технический университет. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 166 с. (12 экз).

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:387049&theme=FEFU>

2. Специальные методы сварки: лабораторные работы для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение» очной и заочной форм обучения, профиль «Оборудование и технология сварочного производства»: учебно-методическое пособие [Электронный ре-сурс] / сост. В.Н. Стаценко; Инженерная школа ДВФУ. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2017. – [53 с.]. – 1 CD.

3. Конюшков Г.В., Мусин Р.А. Специальные методы сварки давлением.// Учебник, гриф УМО Саратов, 2009.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-743&theme=FEFU>

4. Банов М.Д., Масаков В.В. Специальные способы сварки и резки// Академия, 2009 г. - 208 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:731740&theme=FEFU>

5. Сварка, пайка, клейка и резка металлов и пластмасс: справочник / [Г. Калиске, В. Климанд, К.-Й. Маттес и др.] ; под ред. А. Ноймана, Е. Рихтера; пер. с нем. А. А. Шарапова, Е. И. Чудина. Москва: Металлургия, 1985 - 480 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:661854&theme=FEFU>

6. Сварка пластмасс / К. И. Зайцев, Л. Н. Мацюк. Москва: Машиностроение, 1978 - 224 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:788063&theme=FEFU>

7. Николаев Г.А., Ольшанский Н.А. Специальные методы сварки. -М.: Машиностроение, 1975. С. 72, с. 120.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:702855&theme=FEFU>

8. Специальные методы сварки: учебное пособие / Г. А. Николаев, Н. А. Ольшанский. Москва: Машиностроение, 1975. 232 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:702855&theme=FEFU>

9. Сварка в машиностроении: справочник; в 4 т. / [В.А. Винокуров, А.Д. Гитлевич, К.А. Грачева [и др.]; под ред. В.А. Винокурова : Т.3/ М. : Машиностроение, 1979. (1 экз).

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:765174&theme=FEFU>

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:382651&theme=FEFU>

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:382649&theme=FEFU>

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:765192&theme=FEFU>

10. Специальные методы сварки и пайки: Учебник / В.А. Фролов, В.В. Пешков, И.Н. Пашков и др.; Под ред. проф. В.А. Фролова. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2013. - 224 с.: ил.; 60x90 1/16. - (ПРОФИЛЬ). (переплет) ISBN 978-5-98281-332-9, 1000 экз.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Znanium:Znanium-391307&theme=FEFU>

### **Нормативно-правовые материалы**

1. ГОСТ 20549-75 Диффузионная сварка в вакууме рабочих элементов разделительных и формообразующих штампов. Типовой технологический процесс.

2. ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий. [http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST\\_260184\\_Svarka\\_metallov\\_Te.html](http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST_260184_Svarka_metallov_Te.html)

3. [ГОСТ 60974-1-2004 Источники питания для дуговой сварки и резки. Требования безопасности.](#)

4. [РД 153-34.1-17.467-2001 Экспрессный метод оценки остаточного ресурса сварных соединений коллекторов котлов и паропроводов по структурному фактору.](#)

5. [РДИ 38.18.016-94 Инструкция по ультразвуковому контролю сварных соединений технологического оборудования.](#)

6. ОСТ 26-02-1015-85 Отраслевой стандарт «Крепление труб в трубных решетках».

<http://www.gosthelp.ru/text/ost2602101585kreplenetru.html>

7. ОСТ 5.9311-78 Отраслевой стандарт «Сварка металлов взрывом. Биметаллические заготовки для трубных решеток теплообменных аппаратов. Общие технические требования».

8. [РТМ 26-17-012-83 Сварка в защитных газах нефтехимической аппаратуры из нержавеющей сталей.](#)

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом доступно следующее программное обеспечение:

- Офисный пакет приложений MicrosoftOffice 365;
- Сервис антивирусной защиты EsetNOD32;
- Сервис распознавания текста ABBYYFineReader;
- Система ТЕХЭКСПЕРТ;
- Справочно-правовая система КОНСУЛЬТАНТ ПЛЮС;
- Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования MatlabSimulink 2015;
- Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования MathCAD;
- Система автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD 2015;
- Система автоматизированного проектирования КОМПАС 3D (САПР).

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом доступен электронный ресурс сайта ДВФУ

(<https://www.dvfu.ru>):

- Научная библиотека ДВФУ (<https://www.dvfu.ru/library>);
- Портал ДВФУ (<https://ip.dvfu.ru>);
- Система электронных курсов ДВФУ BlackboardLearn (<https://bb.dvfu.ru>);
- Электронная почта ДВФУ (<http://mail.dvfu.ru>);
- Техническая поддержка ИТ-сервисов ДВФУ (<https://www.dvfu.ru/support>).

## **9. Методические указания по освоению дисциплины «Перспективные технологии резки металлов»**

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и практиках, выполнение аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала, подготовку к практическим занятиям, выполнение контрольных и творческих работ.

Освоение дисциплины «Перспективные технологии резки металлов» предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических заданий, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине «Перспективные технологии резки металлов» является зачет.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

## **10. Материально-техническое обеспечения дисциплины.**

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.

## Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L348 - учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практик, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 16) Оборудование: доска аудиторная – 1 шт., Прибор измерения параметров шероховатости обработанной поверхности ContourGT-1; Трибометр УМТ-3; Кондиционер; Мойка с сушкой, МДС-Се1200Нг; монитор LCD 19".клав..компьютер HP; Системный блок (Intel Core i5-660); Стол антивибрационный СА-Г1200; Стол лабораторный угловой СЛу-Сh1200; Стол мобильный, СМН-Сh900 с поворотными резиновыми – 2 шт.; Стол пристенный физический СПФ-Се1500 – 4 шт.; Табурет лабораторный ТЛ001 – 3 шт.; Тумба подкатная, ТП-500-2 – 3 шт.; Шкаф вытяжной химический ШВ-Се1500; Шкаф для одежды ШО-900-2</p>	<p>Договор № ЕИ-365-19 от 22.05.19 ЭБС «Консультант студента» «Медицина. Здравоохранение», «Архитектура и строительство», «Машиностроение», «Энергетика», Издательство «Восточная книга», Издательство «Флинта» «Языкознание и литературоведение»</p>
<p>690922, Приморский край, г.Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы</p>	<p>Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)</p>	<p>Договор № 101/НЭБ/6530 от 16.01.2020 оператор федеральной государственной информационной системы "Национальная электронная библиотека" - ФГБУ "РГБ" Договор SCIENCE INDEX № SIO-262/2020/P-55-20 от 11.02.2020 ООО "Научная электронная библиотека". РИНЦ</p>

Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, интерактивной трибуны преподавателя (монитор 22”, персональный компьютер с широкополосным доступом в сеть интернет). Компьютерное оборудование должно иметь соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Для практической части курса предполагается использовать лаборатории и помещения кафедры, последнее - аудиторный резерв кафедры.

К лабораториям относятся:

- «лаборатория механических испытаний и структурного анализа»;

- «лаборатория сварочных технологий и оборудования»;
- «лаборатория трибологии и покрытий»;
- «лаборатория композиционных материалов»;
- «лаборатория специальных методов сварки».

Аудиторные помещения располагаются по адресу:

- г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, корпуса С, Е, L.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Перспективные технологии резки металлов»

Владивосток  
2021 г.

Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины

«Перспективные технологии резки металлов»

№ п/п	Контролируемые разделы/темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	
				Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Раздел 1.Тема 1. Основные понятия, классификация методов резки.	ПК-4.1. Использует нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства	Знает как использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-2
			Умеет использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства		
			Владеет навыками использования нормативных и методических документов по технической и технологической подготовке сварочного производства		
2	Раздел 1.Тема 2. Традиционные методы резки металлов.	ПК-4.1. Использует нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства	Знает как использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке традиционных методов резки	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-2
			Умеет использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке традиционных методов резки		
			Владеет навыками использования нормативных и методических документов по технической и технологической подготовке традиционных методов резки		
		ПК-4.2. Составляет заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения сварочных работ	Знает как составлять заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения работ по резке традиционными методами		
Умеет составлять заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения работ по резке традиционными методами					
Владеет навыками составления заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения работ по резке традиционными методами					
3	Раздел 1.Тема 3. Электродуговая резка металлов. Газо-кислородная резка.	ПК-2.1. Производит расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов	Знает как производить расчет необходимой мощности производства с применением газо-кислородной резки, нормативов расхода газа и электроэнергии.	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-2
			Умеет производить расчет необходимой мощности производства с применением газо-кислородной резки, нормативов расхода газа и электроэнергии.		
			Владеет навыками произведения расчета, пользование автоматизированных средств для достижения данного расчета.		
		ПК-4.1. Использует нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства	Знает как использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке электродуговой и газокислородной резки.		

			<p>Умеет использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке электродуговой и газокислородной резки.</p> <p>Владеет навыками использования нормативных и методических документов по технической и технологической подготовке электродуговой и газокислородной резки.</p>		
		ПК-4.2. Составляет заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения сварочных работ	<p>Знает как составлять заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения работ по электродуговой и газокислородной резке.</p> <p>Умеет составлять заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения работ по электродуговой и газокислородной резке.</p> <p>Владеет навыками составления заявки на необходимое оборудование и материалы для выполнения работ по электродуговой и газокислородной резке.</p>		
4	Раздел 2. Тема 1. Плазменная резка.	<p>ПК-2.1. Производит расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов</p> <p>ПК-2.2. Организует разработку и внедрение в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, с учетом требований охраны труда и окружающей среды</p> <p>ПК-4.1. Использует нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства</p>	<p>Знает как производить расчет необходимой мощности производства с применением плазменной резки, нормативов расхода газа и электроэнергии. Знает как провести оптимальный расчет параметров режима плазменной резки</p> <p>Умеет производить расчет необходимой мощности производства с применением плазменной резки, нормативов расхода газа и электроэнергии. Умеет проводить оптимальный расчет параметров режима плазменной резки</p> <p>Владеет навыками произведения расчета, использованием автоматизированных средств для достижения данного расчета.</p> <p>Знает как организовать разработку и внедрение в производство прогрессивных методов плазменной резки, новых сварочных материалов и оборудования по плазменной резке, с учетом требований охраны труда и окружающей среды.</p> <p>Умеет организовать разработку, ведение работ и внедрение в производство прогрессивных методов плазменной резки, новых сварочных материалов и оборудования для плазменной резки, с учетом требований охраны труда и окружающей среды.</p> <p>Владеет навыками организации разработки и внедрения в производство, а также ведения работ, прогрессивных методов плазменной резки, новых сварочных материалов и оборудования по плазменной резке, с учетом требований охраны труда и окружающей среды</p> <p>Знает как использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке плазменной резки.</p> <p>Умеет использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке плазменной резки.</p> <p>Владеет навыками использования нормативных и методических документов по технической и технологической подготовке плазменной резки.</p>	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-2
5	Раздел 2. Тема 2. Электронно-	ПК-2.1. Производит расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода	Знает как производить расчет необходимой мощности производства с применением электронно-лучевой резки, нормативов расхода газа и	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-2

	лучевая резка.	материалов и энергоресурсов	<p>электроэнергии. Знает как провести оптимальный расчет параметров режима электронно-лучевой резки.</p> <p>Умеет производить расчет необходимой мощности производства с применением электронно-лучевой резки, нормативов расхода газа и электроэнергии. Умеет проводить оптимальный расчет параметров режима электронно-лучевой резки.</p> <p>Владеет навыками производства расчета, использованием автоматизированных средств для достижения данного расчета.</p>		
	Раздел 2. Тема 3. Лазерная резка.	<p>ПК-2.2. Организует разработку и внедрение в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, с учетом требований охраны труда и окружающей среды</p> <p>ПК-4.1. Использует нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства</p>	<p>Знает как организовать разработку и внедрение в производство прогрессивных методов плазменной резки, новых сварочных материалов и оборудования по плазменной резке, с учетом требований охраны труда и окружающей среды.</p> <p>Умеет организовать разработку, ведение работ и внедрение в производство прогрессивных методов электронно-лучевой резки, новых сварочных материалов и оборудования для электронно-лучевой резки, с учетом требований охраны труда и окружающей среды.</p> <p>Владеет навыками организации разработки и внедрения в производство, а также ведения работ, прогрессивных методов электронно-лучевой резки, новых сварочных материалов и оборудования по электронно-лучевой резке, с учетом требований охраны труда и окружающей среды</p> <p>Знает как использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке электронно-лучевой резки.</p> <p>Умеет использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке электронно-лучевой резки.</p> <p>Владеет навыками использования нормативных и методических документов по технической и технологической подготовке электронно-лучевой резки.</p>	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-2
6	Раздел 2. Тема 3. Лазерная резка.	<p>ПК-2.1. Производит расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов</p> <p>ПК-2.2. Организует разработку и внедрение в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, с учетом требований охраны труда и окружающей среды</p>	<p>Знает как производить расчет необходимой мощности производства с применением лазерной резки, нормативов расхода газа и электроэнергии. Знает как провести оптимальный расчет параметров режима лазерной резки</p> <p>Умеет производить расчет необходимой мощности производства с применением лазерной резки, нормативов расхода газа и электроэнергии. Умеет проводить оптимальный расчет параметров режима лазерной резки</p> <p>Владеет навыками производства расчета, использованием автоматизированных средств для достижения данного расчета.</p> <p>Знает как организовать разработку и внедрение в производство прогрессивных методов лазерной резки, новых сварочных материалов и оборудования по плазменной лазерной резке, с учетом требований охраны труда и окружающей среды.</p> <p>Умеет организовать разработку, ведение работ и внедрение в производство прогрессивных методов лазерной резки, новых сварочных материалов и оборудования для лазерной резки, с учетом требований охраны труда и окружающей среды.</p>	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-2

			<p>Владеет навыками организации разработки и внедрения в производство, а также ведения работ, прогрессивных методов лазерной резки, новых сварочных материалов и оборудования по лазерной резке, с учетом требований охраны труда и окружающей среды</p>		
		ПК-4.1. Использует нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства	<p>Знает как использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке лазерной резки.</p> <p>Умеет использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке лазерной резке.</p> <p>Владеет навыками использования нормативных и методических документов по технической и технологической подготовке лазерной резки.</p>		
7	Раздел 2. Тема 4. Гидроабразивная резка.	ПК-2.1. Производит расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов	<p>Знает как производить расчет необходимой мощности производства с применением гидроабразивной резки, нормативов расхода газа, воды, эмульсии и электроэнергии. Знает как провести оптимальный расчет параметров режима гидроабразивной резки</p> <p>Умеет производить расчет необходимой мощности производства с применением гидроабразивной резки, нормативов расхода газа, воды, эмульсии и электроэнергии. Умеет проводить оптимальный расчет параметров режима гидроабразивной резки</p> <p>Владеет навыками произведения расчета, использованием автоматизированных средств для достижения данного расчета.</p>	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-2
	ПК-2.2. Организует разработку и внедрение в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, с учетом требований охраны труда и окружающей среды	<p>Знает как организовать разработку и внедрение в производство прогрессивных методов гидроабразивной резки, нового оборудования по гидроабразивной резке, с учетом требований охраны труда и окружающей среды.</p> <p>Умеет организовать разработку, ведение работ и внедрение в производство прогрессивных методов гидроабразивной резки, нового оборудования для гидроабразивной резки, с учетом требований охраны труда и окружающей среды.</p> <p>Владеет навыками организации разработки и внедрения в производство, а также ведения работ, прогрессивных методов гидроабразивной резки, нового оборудования по гидроабразивной резке, с учетом требований охраны труда и окружающей среды</p>			
	ПК-4.1. Использует нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства	<p>Знает как использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке гидроабразивной резки.</p> <p>Умеет использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке гидроабразивной резке.</p> <p>Владеет навыками использования нормативных и методических документов по технической и технологической подготовке гидроабразивной резки.</p>			
8	Раздел 2. Тема 5. Механическая резка металлов, и холодная обработка металла резанием.	ПК-2.1. Производит расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов	<p>Знает как производить расчет необходимой мощности производства с применением механической резки и холодной обработки металлов, нормативов расхода газа, воды, эмульсии и электроэнергии. Знает как провести оптимальный расчет параметров режима механической резки и холодной обработки металлов.</p> <p>Умеет производить расчет необходимой мощности производства с</p>	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-2

		<p>применением механической резки и холодной обработки металлов, нормативов расхода газа, воды, эмульсии и электроэнергии. Умеет проводить оптимальный расчет параметров режима механической резки и холодной обработки металлов.</p>	<p>Владет навыками произведения расчета, использованием автоматизированных средств для достижения данного расчета.</p>		
	<p>ПК-2.2. Организует разработку и внедрение в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, с учетом требований охраны труда и окружающей среды</p>	<p>Знает как организовать разработку и внедрение в производство прогрессивных методов механической резки и холодной обработки металлов, нового оборудования по механической резке и холодной обработки металлов, с учетом требований охраны труда и окружающей среды.</p>	<p>Умеет организовать разработку, ведение работ и внедрение в производство прогрессивных методов механической резки и холодной обработки металлов, нового оборудования для механической резки и холодной обработки металлов, с учетом требований охраны труда и окружающей среды.</p>		
	<p>ПК-4.1. Использует нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства</p>	<p>Знает как использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке механической резки и холодной обработки металлов.</p>	<p>Умеет использовать нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке механической резки и холодной обработки металлов.</p>		
			<p>Владет навыками использования нормативных и методических документов по технической и технологической подготовке механической резки и холодной обработки металлов.</p>		

Шкала оценки уровня достижения результатов обучения для текущей и промежуточной аттестации по дисциплине  
«Перспективные технологии резки металлов»

Баллы (рейтинговая оценка)	Уровни достижения результатов обучения		Требования к сформированным компетенциям
	Текущая и промежуточная аттестация	Промежуточная аттестация	
100 – 86	Повышенный	«зачтено» / «отлично»	Свободно и уверенно находит достоверные источники информации, оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы
85 – 76	Базовый	«зачтено» / «хорошо»	В большинстве случаев способен выявить достоверные источники информации, обработать, анализировать и синтезировать предложенную информацию, выбрать метод решения проблемы и решить ее. Допускает единичные серьезные ошибки в решении проблем, испытывает сложности в редко встречающихся или сложных случаях решения проблем, не знает типичных ошибок и возможных сложностей при решении той или иной проблемы
75 – 61	Пороговый	«зачтено» / «удовлетворительно»	Допускает ошибки в определении достоверности источников информации, способен правильно решать только типичные, наиболее часто встречающиеся проблемы в конкретной области (обрабатывать информацию, выбирать метод решения проблемы и решать ее)
60 – 0	Уровень не достигнут	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

## **Текущая аттестация по дисциплине «Перспективные технологии резки металлов»**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Перспективные технологии резки металлов» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий (работа в малых группах, дебаты, круглый стол, дискуссия, семинары) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

По каждому объекту дается характеристика процедур оценивания в привязке к используемым оценочным средствам.

### **Оценочные средства для текущего контроля**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Перспективные технологии резки металлов» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

В зависимости от вида промежуточного контроля по дисциплине и формы его организации могут быть использованы различные критерии оценки знаний, умений и навыков.

Вид промежуточной аттестации, предусмотренный по данной дисциплине – экзамен, в устной и письменной формах, с использованием следующих оценочных средств:

- контрольные работы;
- устный опрос в форме собеседования;
- самостоятельная работа.

### **Вопросы для собеседования (УО-1)**

#### **по дисциплине «Перспективные технологии резки металлов»**

1. Основы электронно-лучевой резки, физические особенности процесса резки.

2. Схема электронно-лучевой пушки, факторы, влияющие на эффективность электронно-лучевой резки.

3. Технологические параметры и разновидности электронно-лучевой резки.
4. Типы соединений при электронно-лучевой резке.
5. Механизм электронно-лучевой резки, схема установки, параметры, достоинства этого метода.
6. Принцип многокамерных установок электронно-лучевой резки.
7. Опасные и вредные факторы при электронно-лучевой резке, методы их устранения.
8. Плотность мощности в пятне нагрева сварочных источников теплоты.
9. Основы работы лазера. Механизм получения излучения, виды излучателей, виды накачки.
10. Основы сварки лазером. Схема твердотельного лазера.
11. Основы работы газового лазера. Характеристика активной лазерной среды, рабочие длины волн.
12. Характеристика мощных технологических лазеров серии ТЛ-3.
13. Волноводные трубчатые CO<sub>2</sub> лазеры.
14. Микросварка, мини-сварка, макросварка в мощных технологических лазерах.
15. Импульсная и непрерывная лазерная резки.
16. Два механизма лазерной резки.
17. Факторы, влияющие на лазерную резку алюминия и его сплавов, меди и латуни.
18. Особенности резки таких материалов как текстолит, стеклотекстолит, гетинакс, сотовый полипропилен, а также керамики или стекла.
19. Прототипирование трехмерных деталей.
20. Характеристика плазмы, классификация и устройство плазматронов.
21. Принцип действия плазматрона, дуга прямого действия, дуга косвенного действия
22. Плазмообразующие газы при резке.
23. Характеристика микроплазменной резки.
24. Характеристика плазменной резки на средних токах.

25. Характеристика плазменной резки на больших токах.
26. Область применения плазменной резки.
27. Сущность электроэрозионной обработки.
28. Материал электрод-инструмента.
29. Требования к рабочим жидкостям.
30. Механическая резка.
31. Сущность высокоинтенсивной токарной обработки металлов.
32. Сущность высокоинтенсивной фрезерной обработки металлов.
33. Параметры режимов для обработки металлов резанием.
34. Устройство и принципы работы токарного оборудования.
35. Устройство и принципы работы фрезерного оборудования

#### **Критерии оценки:**

**100 баллов** выставляется студенту, если выполнено следующее:

**30 баллов**, если ответ/решение студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса/задачи.

**30 баллов**, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

**20 баллов**, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа/решение задачи.

**20 баллов**, если студент проявляет научно-интеллектуальную активность по заданной теме на занятии

#### **Вопросы для контрольной работы (ПР-2)**

##### **по дисциплине «Перспективные технологии резки металлов»**

1. Схема электронно-лучевой пушки, факторы, влияющие на эффективность электронно-лучевой резки.
2. Технологические параметры и разновидности электронно-лучевой резки.

3. Типы соединений при электронно-лучевой резке.
4. Механизм электронно-лучевой резки, схема установки, параметры, достоинства этого метода.
5. Принцип многокамерных установок электронно-лучевой резки.
6. Основы работы лазера. Механизм получения излучения, виды излучателей, виды накачки.
7. Основы сварки лазером. Схема твердотельного лазера.
8. Основы работы газового лазера. Характеристика активной лазерной среды, рабочие длины волн.
9. Характеристика мощных технологических лазеров серии ТЛ-3.
10. Волноводные трубчатые СО<sub>2</sub> лазеры.
11. Импульсная и непрерывная лазерная резка.
12. Два механизма лазерной резки.
13. Факторы, влияющие на лазерную резку алюминия и его сплавов, меди и латуни.
14. Особенности резки таких материалов как текстолит, стеклотекстолит, гетинакс, сотовый полипропилен, а также керамики или стекла.
15. Характеристика плазмы, классификация и устройство плазмотронов.
16. Принцип действия плазмотрона, дуга прямого действия, дуга косвенного действия
17. Плазмообразующие газы резке.
18. Характеристика микроплазменной резки.
19. Характеристика плазменной резки на средних токах.
20. Характеристика плазменной резки на больших токах.
21. Область применения плазменной резки.
22. Материал электрод-инструмента.
23. Требования к рабочим жидкостям.
24. Факторы, влияющие на качество реза при подводной резке.
25. Виды сварочных материалов и оборудования при подводной резке.
26. Расходы материалов при подводной резке.

## Критерии оценки:

**100 баллов** выставляется студенту, если выполнено следующее:

**30 баллов**, если ответ/решение студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса/задачи.

**30 баллов**, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

**20 баллов**, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа/решение задачи.

**20 баллов**, если студент проявляет научно-интеллектуальную активность по заданной теме на занятии.

## Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии по дисциплине «Перспективные технологии резки металлов»

№	Тема	Рассматриваемые вопросы
1	Электронно-лучевая резка.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Мощность луча, испарение металла, глубина проплавления, образование кратера (два вида процессов).</li><li>2. Технология ЭЛР:- основные параметры режимов пушки; - технологические параметры ЭЛР;- технологические приемы повышения производительности и качества реза (развертка, наклон луча, модуляция тока);</li><li>3. Оборудование ЭЛС: - способы получения луча (пучка); - описание и технические характеристики установок а) СА-330, СА-340, СА-413; б) СА-424, СА-445, СА-451; в) СА-252, СА-508, СА-613, СА-472. Электронно-лучевая сварочная установка ЭЛТУ-60.15/1.1.</li><li>4. Опасные и вредные факторы при ЭЛС, методы их устранения. Правила безопасности при использовании ЭЛР.</li><li>5. Применение ЭЛР.</li><li>6. Общая характеристика ЭЛР, условия получения луча, физические эффекты получения пучка электронов, виды воздействия на поверхность.</li></ol>
2	Лазерная резка.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Когерентный луч, его особенности (монохроматичность, взаимная когерентность двух волн).</li><li>2. Основы работы лазера (индуцированное или вынужденное излучение), ОКГ, лазер – мазер, наличие резонатора, получение активных атомов, воздействие луча с разной длиной волны (от 1 до 15 мкм) на обрабатываемую поверхность, возможность фокусировки. Состав лазера: - активная среда; - система накачки; - резонатор (интерферометр Фабри-Перо); - устройство вывода энергии из резонатора; - система управления концентрацией энергии и пространственной ориентацией.</li><li>3. Твердотельные лазеры – состав активной среды, ее размеры, вид накачки, питание генератора накачки, непрерывный и импульсный режимы, мощность, длина волны, КПД.</li><li>4. Газовые лазеры – вид активной среды, форма и размеры трубки, состав газовой среды, длина волны различных газов, вид накачки (элек. разряд). 3 группы газовых лазеров: атомные (на водороде, неоне, гелий+неон), ионные (аргоновый, ксеноновый криптоновый.), молекулярные (углекислый</li></ol>

		<p>газ+азот+гелий), длины волн, мощности и КПД этих групп. Схема газового лазера большой мощности. Эксимерный лазер является самым мощным источником ультрафиолетового излучения.</p> <p>5. Полупроводниковые лазеры – излучательные квантовые переходы, перестройка длин волн (0,32-32 мкм), мощность и КПД (до 50%). Методы накачки (инжекция носителей тока, пучком быстрых электронов, оптическая, пробой в электрическом поле). Применение.</p> <p>6. Мощные технологические лазеры – а) CO<sub>2</sub> с поперечной прокачкой газовой среды: ТЛ-1,5, ТЛ-3, ТЛ-5М и др.; б) волноводные трубчатые CO<sub>2</sub>: серии ТЛВ-700, МТЛ-2,5 и др.; в) твердотельные: ЛТН-101, ЛТН-501, «Квант-15», «Фотон-500», МЛТИ-1200 и др. современные установки. Привести схемы, виды излучения (импульсное, непрерывное), характеристики (мощность, длина волны, КПД, габариты и др.).</p> <p>7. . Метод повышения эффективности резки.</p>
3	Плазменная резка.	<p>1. Плазма-понятие, сущность плазменной резки, способы получения плазменных струй, сварка плазменной и плазменно-дугового воздействия. Сжатая дуга косвенного воздействия, ее КПД, дуга прямого воздействия, ее КПД.</p> <p>2. В инженерной практике используются две основные принципиальные схемы дуговых плазменных горелок – прямого и косвенного действия. Основное достоинство сжатой дуги, двойное дугообразование, получение более узких швов. Разновидности плазменной резки – на постоянном токе прямой полярности, сжатой дугой в аргоне обратной полярности, дугой переменного тока, резка алюминия применением асимметричного переменного тока прямоугольной формы, сварка сжатой трехфазной дугой, сварка с аксиальной подачей плавящегося электрода через неплавящийся полый медный цилиндрический электрод, микроплазменная сварка (ток 0,1-15 А).</p> <p>3. Технология резки, технологические параметры плазменной резки (плазмообразующий газ, мощность, расход газа, КПД, температура плазмы). Основными параметрами регулирования тепловых характеристик плазменной струи являются: сила тока, длина дуги, расход плазмообразующего газа.</p> <p>4. Оборудование для плазменной резки – универсальные и специализированные установки для РДР и механизированной резки, горелки или плазмотроны, плавящиеся и неплавящиеся электроды, сопла. Типы и конструкции неплавящихся электродов, составы плазмообразующих газов. Источники электропитания, их характеристики, система управления. Установки для РДС низкоуглеродистых и низколегированных сталей УПРС-300-2, УПРС-300-3 и др. современные установки. Характеристика этих установок (марка, ток, толщина материала, расход газа и др.). Характеристика плазмотронов (марка плазмотрона, ток, напряжение, расход газа и др.). Аппараты для резки черных и цветных металлов (алюминий, магний, их сплавы) толщиной 0,1-3 мм.</p> <p>6. Опасные и вредные факторы при плазменной резке, методы их устранения.</p> <p>7. Преимущества плазменной резки.</p> <p>8. Области применения плазменной резки - авиа-, ракето-, приборостроение и др.</p>

### Критерии оценки:

**100 баллов** выставляется студенту, если выполнено следующее:

**30 баллов**, если ответ/решение студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса/задачи.

**30 баллов**, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

**20 баллов**, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа/решение задачи.

**20 баллов**, если студент проявляет научно-интеллектуальную активность по заданной теме на занятии.

### **Промежуточная аттестация по дисциплине «Перспективные технологии резки металлов»**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Перспективные технологии резки металлов» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

#### **Оценочные средства для промежуточного контроля (зачет)**

1. Схема электронно-лучевой пушки, факторы, влияющие на эффективность электронно-лучевой резки.
2. Технологические параметры и разновидности электронно-лучевой резки.
3. Типы соединений при электронно-лучевой резке.
4. Механизм электронно-лучевой резки, схема установки, параметры, достоинства этого метода.
5. Принцип многокамерных установок электронно-лучевой резки.
6. Основы работы лазера. Механизм получения излучения, виды излучателей, виды накачки.
7. Основы сварки лазером. Схема твердотельного лазера.
8. Основы работы газового лазера. Характеристика активной лазерной среды, рабочие длины волн.
9. Характеристика мощных технологических лазеров серии ТЛ-3.
10. Волноводные трубчатые CO<sub>2</sub> лазеры.
11. Импульсная и непрерывная лазерная резка.
12. Два механизма лазерной резки.
13. Факторы, влияющие на лазерную резку алюминия и его сплавов, меди и латуни.

14. Особенности резки таких материалов как текстолит, стеклотекстолит, гетинакс, сотовый полипропилен, а также керамики или стекла.
15. Характеристика плазмы, классификация и устройство плазмотронов.
16. Принцип действия плазмотрона, дуга прямого действия, дуга косвенного действия
17. Плазмообразующие газы резке.
18. Характеристика микроплазменной резки.
19. Характеристика плазменной резки на средних токах.
20. Характеристика плазменной резки на больших токах.
21. Область применения плазменной резки.
22. Материал электрод-инструмента.
23. Требования к рабочим жидкостям.
24. Факторы, влияющие на качество реза при подводной резке.
25. Виды сварочных материалов и оборудования при подводной резке.
26. Расходы материалов при подводной резке.

Баллы	Оценка зачёта/экзамена	Требования к сформированным компетенциям
100-86	«зачтено» / «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85-76	«зачтено» / «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61	«зачтено» / «удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

		Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	--

## Примерный перечень оценочных средств (ОС)

№	Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<b>Устный опрос</b>				
1	УО-1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
<b>Письменные работы</b>				
2	ПР-2	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
3	ПР-7	Конспект	Продукт самостоятельной работы обучающегося, отражающий основные идеи заслушанной лекции, сообщения и т.д.	Разделы дисциплины

