

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»  
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОПОП



Р.А. Рзаев

«05» сентября 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
технологии материалов и промышленной  
инженерии



Е.Ю. Степанович

«05» сентября 2024 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Материалы и их поведение при сварке

*наименование*

Составитель:	<b>Меркулов Д.И., к.ф.-м.н., доцент кафедры ТМ и ПИ</b>
Согласовано с работодателями:	<b>Сафронов Н.В., начальник лаборатории ООО ОСФ «Стройспецмонтаж»;</b>
Направление подготовки	<b>Шатов А.А., главный сварщик ООО «Южный центр судостроения и судоремонта»</b>
Направленность (профиль) ОПОП	<b>15.03.02 Технологические машины и оборудование</b>
Квалификация (степень)	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Курс	<b>3</b>
Семестр	<b>5</b>
Год приема	<b>2025</b>

Астрахань, 2024 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целями освоения дисциплины (модуля) «Материалы и их поведение при сварке»** Целью дисциплины является углубленное изучение закономерностей и специфических особенностей поведения различных материалов под действием термических и деформационных процессов сварки и напыления. Изучение дисциплины позволит обучающемуся усвоить механизмы процессов кристаллизации и фазовых превращений, определяющие формирование надежных сварных соединений из черных и цветных металлов. На этой основе бакалавр по сварке сможет оценить или прогнозировать физико-механические свойства соединений и формировать собственные взгляды и позицию при проектировании технологии изготовления сварных конструкций.

**Задачи освоения дисциплины (модуля):** основной задачей изучения дисциплины является формирование у обучающихся понимания связи состава, структуры и свойств материала с особенностями технологии их сварки или напыления. Это позволит обучающемуся обоснованно осуществлять разработку технологий сварных конструкций.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

**2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Материалы и их поведение при сварке» Б1.В.02** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и осваивается в 5-м семестре.

**2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:**

- физика
- материаловедение
- технологии конструкционных материалов

**иметь представление:**

- о специфических видах повреждаемости сварных соединений, выполненных из заданных материалов различными способами сварки и эксплуатирующихся в условиях, характерных для отрасли;
- о взаимосвязи конструктивных и технологических факторов всего процесса создания сварной конструкции на ее работоспособность и долговечность.

**Знать:**

- основы технологии производства и испытаний машиностроительных материалов и критерии их использования в сварных соединениях заданного назначения;
- причины появления и движения дефектов кристаллического строения реальных сплавов и роль сварочных процессов в повышении уровня дефектности структуры металла, а также в изменении физических и механических характеристик различных участков сварного соединения;
- механизмы воздействия условий эксплуатации (нагрузка – среда – температура – время) на изменение исходных свойств основного металла и снижение свойств сварного соединения;
- особенности поведения сталей, сплавов и цветных металлов при различных термомеханических циклах сварки;
- фазовые и структурные превращения, происходящие при сварке сплавов и цветных металлов, и их роль в появлении неоднородностей сварочных соединений;
- методы и средства улучшения свойств швов и сварных соединений, используемые как на стадии проектирования, так и реализации технологии сварки.

**Уметь:**

- пользоваться европейскими и российскими стандартами по сварке и смежными с ней процессами, отраслевыми нормативами и руководящими документами;

- выбирать оптимальные способы и виды сварки, исходя из эксплуатационных требований к сварным соединениям, с учетом наибольшей экономичности производства (программа выпуска, себестоимости, объемы реализации, товарный вид и т.д.);
- осуществлять выбор сварочных материалов, режимов сварки, видов до- и после сварочной обработки;
- прогнозировать возможные изменения структуры и механических свойств металла в различных зонах сварного соединения и оценить технологическую свариваемость;
- проектировать и практически разрабатывать технологию сварки;
- производить критериальную оценку различных вариантов технологий (включая ремонтные) с целью достижения минимального уровня дефектности сварных соединений и конструкции в целом.

**2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):** Производство сварных конструкций (7, 8 семестр), ремонт технологических машин и оборудования (5, 6 семестр), надежность машин и оборудования (6 семестр).

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

профессиональные (ПК)

- способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции (**ПК-4**);

- способен участвовать в мероприятиях по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств автоматизации для реализации технологий изготовления изделий (**ПК-6**).

**Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения**

Код компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины					
	Знать		Уметь		Владеть	
<b>ПК-4</b> <i>Способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой</i>	-	ПК-4.1. Знать нормативную документацию по наладке технологических машин и оборудования	по	ПК-4.2. Уметь применять методы наладки и доведения оборудования до заданных характеристик	до	ОПК-4.3. Владеть навыками выполнения монтажных работ и диагностики, а также программного обеспечения

<i>продукции</i>			
<b>ПК-6 - Способен участвовать в мероприятиях по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств автоматизации для реализации технологий изготовления изделий машиностроения</b>	ПК-6.1. Знает назначение, основные технологические возможности станочного оборудования, современного режущего инструмента, приспособлений, контрольно-измерительной оснастки, средств автоматизации для реализации производственных и технологических процессов изготовления изделий машиностроения	ПК-6.2. Умеет оценивать, анализировать, определять все необходимые этапы, связанные с выбором и эффективным использованием материалов, оборудования, инструментов, технологической и контрольно-измерительной оснастки, средств автоматизации для реализации производственных и технологических процессов изготовления изделий машиностроения	ПК-6.3. Имеет практический опыт по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической и контрольно-измерительной оснастки, средств автоматизации для реализации производственных и технологических процессов изготовления изделий машиностроения

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объем дисциплины составляет 2 з.е., 72 часа, из них на контактную работу 48 часов (16 ч. лекций, 32 ч. практических занятий), на самостоятельную работу 24 часа.

**Таблица 2. Структура и содержание дисциплины (модуля)**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоятельная работа		Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	ПЗ	ЛР	КП	СР	
1	Раздел № 1. Металловедение сварки	5	4	8			6	Учебная дискуссия, письменные ответы на вопросы
2	Раздел № 2. Легированные стали и сплавы на железоникелевой и никелевой основе и их поведение при сварке	5	4	8			6	Учебная дискуссия, письменные ответы на вопросы
3	Раздел № 3. Цветные сплавы и их поведение при сварке	5	4	8			6	Учебная дискуссия, письменные ответы на вопросы
4	Раздел № 4. Защитные покрытия. Полимеры и их поведение при сварке	5	4	8			6	Учебная дискуссия, письменные ответы на вопросы, зачет
	<b>Итоговая форма аттестации</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>32</b>			<b>24</b>	<b>Зачет</b>

Условные обозначения:

Л– занятия лекционного типа; ПЗ–практические занятия, ЛР–лабораторные работы; КП – курсовой проект; СР – самостоятельная работа по отдельным темам.

**Таблица 3. Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины/модуля и формируемых в них компетенций**

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции		
		ПК-4	ПК-6	общее количество компетенций
Раздел № 1. Металловедение сварки	18	+	+	2
Раздел № 2. Легированные стали и сплавы на железоникелевой и никелевой основе и их поведение при сварке	18	+	+	2
Раздел № 3. Цветные сплавы и их поведение при сварке	18	+	+	2
Раздел № 4. Защитные покрытия. Полимеры и их поведение при сварке	18	+	+	2
Итого	72			

**Краткое содержание каждой темы дисциплины  
«Материалы и их поведение при сварке».**

**Раздел № 1. Металловедение сварки**

Тема 1.1. Классификация и маркировки свариваемых сталей Классификация углеродистых и легированных сталей по различным признакам: по химическому составу, степени легирования, качеству, степени раскисления, структуре в равновесном состоянии и получаемой при охлаждении на спокойном воздухе. Маркировки углеродистых и легированных сталей. Классификация М.Х. Шоршорова сталей и сплавов в зависимости от объема полиморфных превращений, происходящих в них при охлаждении. Группы типичных марок сталей.

Тема 1.2. Физическое строение металлов и его значение для сварки и родственных процессов Роль атомного строения металла: прочность связи электронов внешней оболочки, тип и прочность связи между атомами, показатель свободной энергии для получения прочных монокристаллических соединений. Роль кристаллического строения металлов: явление полиморфизма. Дефекты кристаллической решетки металлов. Особенности распределения и плотность несовершенств кристаллического строения в металле сварного соединения.

Тема 1.3. Термический и термомеханический циклы сварки Термический цикл сварки. Параметры термического цикла Взаимосвязь тепловой мощности различных сварочных источников и параметров термического цикла. Сравнение термических циклов различных видов сварки и наплавки. Понятие о термомеханическом цикле при сварке. Термомеханические процессы в металлах, возникающие при воздействии на них сварочных источников теплоты. Изменение прочности материалов в области высоких температур Распределение временных напряжений и деформаций при сварке пластин. Остаточные напряжения, возникающие при сварке материалов, не испытывающих полиморфных превращений. Остаточные напряжения, возникающие при сварке закаливаемых сталей.

Тема 1.4. Формирование первичной структуры металла шва Плавление металлов. Сварочная ванна. Общие положения теории кристаллизации. Гомогенная и гетерогенная кристаллизация.

Понятие о термическом и концентрационном переохлаждении. Кристаллизация чистых металлов. Кристаллизация сплавов. Типы первичной структуры при кристаллизации. Особенности кристаллизации и формирования первичной структуры металла шва. Схема кристаллизации шва. Факторы, влияющие на первичную структуру сварного шва. Структура сварного шва в зависимости от условий ведения сварки. Основные закономерности диффузии. Диффузионные процессы при сварке. Влияние диффузии некоторых элементов на степень химической и механической неоднородности сварных соединений. Влияние режима сварки на степень химической неоднородности сварного шва. Химическая неоднородность в зоне сплавления. Влияние химической неоднородности металла сварного соединения на его свойства.

Тема 1.5. Диаграммы состояния сплавов и их значение при кристаллизации металла сварных соединений. Фазы металлических сплавов: твердые растворы с неограниченной растворимостью и ограниченной растворимостью компонентов, эвтектики, эвтектоиды, химические соединения: фазы внедрения, фазы Лавеса, электронные соединения. Физические, механические свойства твердых растворов, эвтектики, эвтектоида. Диаграммы состояния сплавов и их значение при кристаллизации металла сварных соединений. Особенности кристаллизации и формирования первичной структуры металла шва. Фазовый состав металла шва сплавов, компоненты которых образуют в твердом состоянии сплавы с неограниченной растворимостью компонентов друг в друге. Фазовый состав металла шва сплавов, компоненты которых образуют в твердом состоянии эвтектику. Фазовый состав металла шва сплавов, компоненты которых образуют в твердом состоянии сплавы с ограниченной растворимостью компонентов друг в друге. Роль присадочного материала в изменении фазового состава металла шва.

Тема 1.6. Свариваемость металлов и сплавов. Природа образования горячих трещин при сварке. Понятие о свариваемости металлов и сплавов. Показатели свариваемости для металлов и сплавов. Стойкость сварного соединения к образованию горячих трещин. Понятие горячих трещин. Виды горячих трещин. Теория Прохорова о природе образования горячих трещин в зависимости от характера изменения пластичности и прочности металлов и сплавов в области высоких температур при сварке. Факторы, обуславливающие образование горячих трещин. Способы оценки сопротивляемости сплавов образованию горячих трещин при сварке.

Тема 1.7. Фазовые и структурные превращения в металлах в твердом состоянии при сварке. Характерные зоны сварных соединений. Зона термического влияния и связь ее с диаграммой состояния. Свойства отдельных участков зоны термического влияния. Кинетика роста зерна в ЗТВ. Характер распределения твердости, временных напряжений и деформаций по сечению сварных соединений в зависимости от типа стали. Виды превращений в металле сварных соединений при нагреве и охлаждении. Термодинамика и кинетика фазовых превращений в твердом состоянии. Превращения в основном металле при нагреве. Растворение фаз, гомогенизация, рост зерен. Превращения в шве и основном металле при охлаждении. Сегрегация примесей на границах зерен, полиморфные превращения.

Тема 1.8. Природа и механизм образования холодных трещин в сварных соединениях сталей. Факторы, обуславливающие образование холодных трещин. Закалочная и водородная теории о природе образования холодных трещин. Углеродный эквивалент. Методы оценки сопротивляемости сварных соединений образованию холодных трещин. Способы предотвращения холодных трещин в сварных соединениях. Деформационное и термическое старение, возникающее при эксплуатации сварных конструкций. Водородное охрупчивание. Охрупчивание в связи с фазовыми превращениями. Методы оценки степени охрупчивания.

## **Раздел № 2. Легированные стали и сплавы на железоникелевой и никелевой основе и их поведение при сварке**

Тема 2.1. Низкоуглеродистые и низколегированные стали строительного назначения. Характеристика низкоуглеродистых и низколегированных сталей строительного назначения. Типовой химический и фазовый состав, механические свойства, область применения. Взаимосвязь химического состава, структуры стали и технологии ее сварки. Теплоустойчивые стали. Типовой химический и фазовый состав, механические свойства, область применения. Особенности сварки теплоустойчивых сталей.

Тема 2.2. Высоколегированные стали Коррозионностойкие, жаростойкие, жаропрочные высоколегированные стали мартенситного, ферритного, мартенситно-ферритного и аустенитного классов. Типовой химический и фазовый состав, механические свойства, область применения. Характеристики коррозионной стойкости, жаростойкости, жаропрочности. Виды коррозионных разрушений сталей. Склонность к МКК высоколегированных сталей и методы борьбы с ней.

Тема 2.3. Сплавы на никелевой и железоникелевой основе Никель. Его основные физико-механические и химические свойства. Сплавы на железоникелевой и никелевой основе. Система легирования. Роль отдельных легирующих элементов в создании особых свойств сплавов. Свариваемые железоникелевые и никелевые сплавы. Характеристика и критерии свариваемости.

### **Раздел № 3. Цветные сплавы и их поведение при сварке**

Тема 3.1. Титановые сплавы Характеристика титановых сплавов, подвергаемых сварке. Химический состав, свойства. Особенности титановых сплавов, затрудняющих сварку. Взаимосвязь состава сплавов и технологии сварки. Термическая обработка. Способы сварки, применяемые для титановых сплавов. Особенности технологии подготовки под сварку, режимов сварки. Группы типичных марок титановых сплавов, подвергаемых сварке.

Тема 3.2. Алюминиевые сплавы Характеристика алюминиевых сплавов, подвергаемых сварке. Химический состав, свойства. Особенности алюминиевых сплавов, затрудняющих сварку. Роль оксидной пленки. Взаимосвязь состава сплавов и технологии сварки, термическая обработка. Способы сварки, применяемые для алюминиевых сплавов. Особенности технологии подготовки под сварку, режимов сварки. Группы типичных марок алюминиевых сплавов, подвергаемых сварке.

Тема 3.3. Медные сплавы Характеристика медных сплавов. Химический состав, свойства. Бронзы, латуни. Особенности медных сплавов, затрудняющих сварку. Способы сварки и особенности технологии. Группы типичных марок медных сплавов, подвергаемых сварке.

### **Раздел № 4. Защитные покрытия. Полимеры и их поведение при сварке**

Тема 4.1. Классификация методов нанесения защитных покрытий Внешние и внутренние покрытия. Покрытия осажденные и напыленные. Классификация методов нанесения покрытий по источнику осаждения и напыления: химические электрохимические, газотермические, вакуумные, диффузионные. Роль покрытий в повышении конструкционной прочности деталей машиностроения, строительных конструкций.

Тема 4.2. Материалы защитных покрытий Материалы, применяемые для напыления: металлические, керамические, полимерные, композиционные. Особенности порошков, применяемых для газотермического напыления: требования по гранулометрическому составу, форме, плотности. Основные свойства материалов покрытий: тугоплавкость, твердость, коррозионная стойкость. - обуславливающие пригодность для применения в качестве жаростойких и коррозионностойких, износостойких, уплотнительных, теплозащитных защитных покрытий. Комбинированные, композиционные покрытия.

Тема 4.3. Закономерности формирования газотермических покрытий Температура и скорость процессов, и их влияние на характеристики качества покрытий. Термодеформационный цикл напыления. Силы взаимодействия между частицами: механическое зацепление, силы физического межмолекулярного взаимодействия, силы химического взаимодействия. Процессы кристаллизации и фазовые превращения при охлаждении покрытия. Влияние температуры (перегрева), окисления, скорости напыляемых частиц на величину адгезионной и когезионной прочности. Температура контакта жидкая частица - твердая основа. Причины появления остаточных напряжений: термические условия напыления, различия в теплофизических свойствах материалов, фазовые превращения в материале покрытия. Технологические способы регулирования остаточных напряжений. Строение покрытия. Структурные элементы покрытия. Типичные структуры газотермических покрытий.

Тема 4.4. Закономерности формирования вакуумных покрытий Обобщенная схема вакуумного конденсационного напыления. Классификация процессов по степени вакуума в камерах. Классификация способов: по способам распыления материала и формирования потока напыленных частиц, по энергетическому состоянию напыляемых частиц, по способу взаимодействия напыляемых частиц с остаточными газами камеры. Область применения вакуумных способов напыления.

Основные преимущества вакуумных покрытий по сравнению с газотермическими. Физическое осаждение покрытий (PVD). Схема установки вакуумного напыления с испарением наносимого материала электронным лучом. Трехзонная модель электроннолучевых покрытий. Граничные температуры.

Тема 4.5. Полимеры Молекулярное строение, способы получения и классификация полимеров по составу, поведению при нагреве. Надмолекулярная структура полимеров. Кристаллические и аморфные полимеры, аморфно-кристаллические полимеры. Физические состояния полимеров. Релаксационный характер физико-механических свойств полимеров. Диэлектрические, механические, теплофизические свойств основных классов полимеров.

Тема 4.6. Пластмассы и их свариваемость Пластмассы: основные ингредиенты, свойства. Сварные конструкции на основе термопластичных полимеров: полиэтилен, полипропилен, сополимеры). Показатели свариваемости полимеров. Классификация полимеров по свариваемости.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю).**

Лекционный материал по дисциплине «Производство сварных конструкций» размещается преподавателем заблаговременно на портале «Электронное образование» (для самостоятельного изучения студентами). Непосредственно в аудитории, во время семинарских занятий, в процессе проведения учебной дискуссии, студенты демонстрируют глубину восприятия и понимания изученного материала; отдельные сложные моменты преподаватель дополнительно объясняет на конкретных примерах функционирования/развития хозяйствующих субъектов. Также, на семинарских занятиях решаются практические задачи по изучаемой теме; разбираются ситуации, задания, направленные на закрепление знаний по компетенциям, установленным в данной дисциплине, в соответствии с ОПОП.

Учебный процесс, опирающийся на использование интерактивных методов обучения, организуется с учетом включенности в процесс познания всех студентов группы без исключения. Совместная деятельность означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, в ходе работы идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Организуются индивидуальная, парная и групповая работа, используется проектная работа, ролевые игры, осуществляется работа с документами и различными источниками информации. Интерактивные методы основаны на принципах взаимодействия, активности обучаемых, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи. Создается среда образовательного общения, которая характеризуется открытостью, взаимодействием участников, равенством их аргументов, накоплением совместного знания, возможностью взаимной оценки и контроля.

Ведущий преподаватель вместе с новыми знаниями ведет участников обучения к самостоятельному поиску. Активность преподавателя уступает место активности студентов, его задачей становится создание условий для их инициативы. Преподаватель отказывается от роли своеобразного фильтра, пропускающего через себя учебную информацию, и выполняет функцию помощника в работе, одного из источников информации.

Лекционные занятия проводятся в следующей форме:

Лекция-беседа

В названном виде занятий планируется диалог с аудиторией, это наиболее простой способ индивидуального общения, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента, который позволяет:

- привлекать к двухстороннему обмену мнениями по наиболее важным вопросам темы занятия;
- менять темп изложения с учетом особенности аудитории.

Участие (внимание) слушателей в данной лекции обеспечивается путем вопросно-ответной беседы с аудиторией (постановка проблемного задания).

Вначале лекции и по ходу ее преподаватель задает слушателям вопросы не для контроля усвоения знаний, а для выяснения уровня осведомленности по рассматриваемой проблеме.



Вопросы могут быть элементарными: для того, чтобы сосредоточить внимание, как на отдельных нюансах темы, так и на проблемах.

Продумывая ответ, студенты получают возможность самостоятельно прийти к выводам и обобщениям, которые хочет сообщить преподаватель в качестве новых знаний.

Необходимо следить, чтобы вопросы не оставались без ответа, иначе лекция будет носить риторический характер.

Лекция с элементами обратной связи.

В данном случае подразумевается изложение учебного материала и использование знаний по смежным предметам (межпредметные связи) или по изученному ранее учебному материалу. Обратная связь устанавливается посредством ответов студентов на вопросы преподавателя по ходу лекции. Чтобы определить осведомленность студентов по излагаемой проблеме, в начале какого-либо раздела лекции задаются необходимые вопросы.

Если студенты правильно отвечают на вводный вопрос, преподаватель может ограничиться кратким тезисом или выводом и перейти к следующему вопросу.

Если же ответы не удовлетворяют уровню желаемых знаний, преподаватель сам излагает подробный ответ, и в конце объяснения снова задает вопрос, определяя степень усвоения учебного материала.

Если ответы вновь демонстрируют низкий уровень знаний студентов – следует изменить методику подачи учебного материала.

Групповая консультация.

Разъяснение является основным содержанием данной формы занятий, наиболее сложных вопросов изучаемого программного материала. Цель – максимальное приближение обучения к практическим интересам с учетом имеющейся информации и является результативным материалом закрепления знаний.

Групповая консультация проводится в следующих случаях:

- когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;
- с целью оказания помощи в самостоятельной работе (написание рефератов, выполнение курсовых работ, сдача экзаменов, подготовка технических конференций);
- если студенты самостоятельно изучают нормативный, справочный материал, инструкции, положения.

После лекции другими не менее важными формами учебной работы в высшем учебном заведении являются групповые практические, семинарские, лабораторные занятия. Эти виды учебных занятий служат для дальнейшего уяснения и углубления сведений, полученных на лекциях, а так же для приобретения навыков применения теоретических знаний на практике. А контроль полученных студентом в течение учебного года знаний и навыков осуществляется посредством промежуточной аттестации, которая проводится в соответствии с учебным планом и учебными программами в форме сдачи курсовых работ или проектов, экзаменов и зачетов.

## **5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, первоисточников, подготовку сообщений, выступления на групповых занятиях, выполнение заданий преподавателя.

На самостоятельную работу выносятся следующие виды деятельности:

- проработка лекций и подготовка к практическим занятиям;
- чтение конспекта лекций (презентаций лекций), профессиональной литературы, периодических изданий;
- выполнение командных/индивидуальных заданий/

Таким образом, самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе, самостоятельного решения проблем с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях. Во время самостоятельной

подготовки обучающиеся обеспечены доступом к базам данных и библиотечным фондам и доступом к сети Интернет.

**Таблица 4.Содержание самостоятельной работы обучающихся**

Номер раздела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
1	Разработать технологию сварки продольного шва цилиндрической емкости, определить структуру и свойства шва (соединения), предложить меры их улучшения.	6	чтение литературы, подготовка к учебной дискуссии
2	Разработать технологию сварки фланца с полотнищем, определить структуру сварного соединения, его механические свойства и предложить меры их улучшения.	6	чтение литературы, подготовка к учебной дискуссии
3	Разработать технологию сварки пояса со стенкой балки, определить структуру и свойства сварного соединения и предложить способы их улучшения.	6	чтение литературы, подготовка к учебной дискуссии
4	Разработать технологию сварки палубного настила, определить структуру и свойства сварного соединения.	6	чтение литературы, подготовка к учебной дискуссии

### **5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно.**

В рамках самостоятельной работы студенты выполняют индивидуальные/групповые расчетные задания. Данные задания предполагают работу по расчету и проектированию машин и механизмов. Результатом данной работы является письменный отчет по расчетно-графической работе в виде электронная презентация (файл), подготовленная исполнителем в формате ppt/pptx или pdf. Данная презентация содержит как исходные данные, так и проведенные инженерные расчеты, а также графическую часть.

Выполненное задание представляется преподавателю через систему moodle.asu.edu.ru в установленные сроки.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### **6.1.Образовательные технологии**

В целях реализации компетентного подхода предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

В ходе изучения дисциплин используются как традиционные (семинары, практические занятия и т.д.); так и инновационные технологии, активные и интерактивные методы (разбор практических ситуаций, командные задания и т.д.). Интерактивные формы проведения занятий предполагают обучение в сотрудничестве. Все участники образовательного процесса (преподаватель и студенты) взаимодействуют друг с другом, обмениваются информацией, совместно решают проблемы, моделируют ситуации. Целью использования интерактивных форм проведения занятий является погружение студентов в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем. Интерактивные формы проведения занятий могут быть использованы при проведении семинарских занятий, при самостоятельной работе студентов. В рамках учебного курса предусмотрены следующие

формы:

- Учебная дискуссия;
- выполнение индивидуальных заданий, включающих подготовку презентаций по темам расчетно-графических задач.

**Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий**

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Раздел № 1. Металловедение сварки	Лекция	Учебная дискуссия, письменные ответы на вопросы	Не предусмотрено
Раздел № 2. Легированные стали и сплавы на железоникелевой и никелевой основе и их поведение при сварке	Лекция-диалог	Учебная дискуссия, письменные ответы на вопросы	Не предусмотрено
Раздел № 3. Цветные сплавы и их поведение при сварке	Лекция-диалог	Учебная дискуссия, письменные ответы на вопросы	Не предусмотрено
Раздел № 4. Защитные покрытия. Полимеры и их поведение при сварке	Лекция	Учебная дискуссия, письменные ответы на вопросы	Не предусмотрено

Название образовательной технологии	Темы, разделы дисциплины	Краткое описание применяемой технологии
Учебная дискуссия	1-4	<p><b>Цель</b> – вовлечение слушателей в активное обсуждение проблемы, овладение навыками применения теоретических знаний для анализа действительности.</p> <p><b>Форма проведения</b> – дискуссия (коллективное обсуждение теоретических вопросов).</p> <p><b>Методика организации:</b>            Определение цели и содержания обсуждаемой проблемы, прогноз итогов. Определение узловых вопросов, по которым будет организована дискуссия (случайные, второстепенные вопросы на обсуждение не выносятся).            Предварительное ознакомление студенческого коллектива с основными положениями обсуждаемой темы.</p> <p><b>Методика проведения:</b> Ознакомление слушателей с проблемой. Вопросы слушателям предъявляются последовательно в соответствии с планом.            Организация обсуждения различных точек зрения по существу рассматриваемой проблемы.            Заключение по итогам обсуждения.</p> <p><b>В заключительном слове</b> ведущий отмечает активность или пассивность аудитории, оценивает ответы слушателей, при необходимости аргументировано опровергает неправильные суждения, дополняет не полные ответы, делает общий вывод по результатам обсуждения, благодарит слушателей за участие в обсуждении</p>

Индивидуальное расчетно-графическое задание	1-4	<p><b>Цель</b> – раскрытие творческого и аналитического потенциала студентов.</p> <p><b>Форма проведения</b> – подготовка письменных работ с элементами самостоятельных рассуждений по теме задания / подготовка расчетно-графической части задания/подготовка презентации по расчетам, анализу п заданной теме/вопросу</p> <p><b>Методика организации и проведения</b> – письменная расчетно-графическая работа, содержащая расчеты студента по заявленной теме. Для обоснования выводов автор может приводить в работе эмпирические материалы (данные, таблицы, графики). Структура отчета/презентации состоит из введения, основной части, заключения. Отчет может быть дополнен списком литературы. В работе не выделяются главы, вопросы или параграфы. Объем работы 25 страниц текста формата А4 (не считая титульного листа и списка литературы).Шрифт–Times New Roman, Размер шрифта–12,интервал–1,15.</p>
---	-----	--

Используемые образовательные технологии, развивают у обучающихся навыки командной работы, межличностных коммуникаций, принятия решений, лидерские качества.

## 6.2. Информационные технологии

Дисциплина «Материалы и их поведение при сварке» ориентирована на широкое использование информационных технологий.

В рамках проведения занятий, выступлений студентов широко используются презентации.

Для организация учебного процесса используется система Moodle (<http://moodle.asu.edu.ru>), которая обладает такими возможностями как создание и хранение электронных учебных материалов любого формата, портфолио студентов со всеми выполненными заданиями, организация форумов в режиме реального времени и рассылка для различных категорий участников образовательного процесса, формирование глоссария и т.д. Таким образом, данная система позволяет преподавателю постоянно поддерживать обратную связь с обучающимися, а также, что немаловажно, эффективнее использовать своё рабочее время, уделять больше внимания творческому и профессиональному росту. Moodle имеет ряд преимуществ и для студентов: они получают возможность обучаться в любое время и в любом месте, задавать приемлемый для себя темп овладения новым материалом, более глубоко изучать особо интересные для них темы.

Помимо системы Moodle у студентов есть возможность обратиться к преподавателю с вопросом и получить консультацию посредством электронной почты.

Для самостоятельной работы студентов предоставляется доступ к Электронной библиотечной системе ЭБС "Консультант студента" на <http://www.studentlibrary.ru>. Данная электронно-библиотечная система обеспечивает широкий законный доступ из любой точки подключения к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВО

## 6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

### 6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013,	Пакет офисных программ

Наименование программного обеспечения	Назначение
Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
Scilab	Пакет прикладных математических программ
KOMPAS-3DV13	Создание трёхмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них

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

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>
<p>Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»  <a href="http://dlib.eastview.com">http://dlib.eastview.com</a>  Имя пользователя: AstrGU  Пароль: AstrGU</p>
<p>Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов  <a href="http://www.polpred.com">www.polpred.com</a></p>
<p>Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARKSQL НПО «Информ-систем»  <a href="https://library.asu.edu.ru/catalog/">https://library.asu.edu.ru/catalog/</a></p>
<p>Электронный каталог «Научные журналы АГУ»  <a href="https://journal.asu.edu.ru/">https://journal.asu.edu.ru/</a></p>
<p>Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек.  <a href="http://mars.arbicon.ru">http://mars.arbicon.ru</a></p>
<p>Справочная правовая система КонсультантПлюс.  Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила.  <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a></p>

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Материалы и их поведение при сварке» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным

освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

**Таблица 6. Соответствие изучаемых разделов, тем, результатов обучения и оценочных средств**

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
1.	Раздел № 1. Металловедение сварки	ПК-4, ПК-6	Учебная дискуссия, письменные ответы на вопросы
2.	Раздел № 2. Легированные стали и сплавы на железоникелевой и никелевой основе и их поведение при сварке	ПК-4, ПК-6	Учебная дискуссия, письменные ответы на вопросы
3.	Раздел № 3. Цветные сплавы и их поведение при сварке	ПК-4, ПК-6	Учебная дискуссия, письменные ответы на вопросы
4.	Раздел № 4. Защитные покрытия. Полимеры и их поведение при сварке	ПК-4, ПК-6	Учебная дискуссия, письменные ответы на вопросы

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Для оценочных средств используются следующие критерии оценки:

**Таблица 7.1. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний**

5 «отлично»	-студент активно участвует в учебной дискуссии, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности; -студент способен системно и аналитически представить ответы на основной и дополнительные вопросы; -демонстрирует навыки творческого, самостоятельного мышления.
4 «хорошо»	-студент активно участвует в учебной дискуссии, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности; -студент способен представить ответ на основной вопрос и дополнительные вопросы.
3 «удовлетворительно»	-студент не проявляет активности в дискуссии, не может теоретически обосновать некоторые выводы, в рассуждениях допускаются ошибки; -студент испытывает затруднения при ответе на вопросы.
2 «неудовлетворительно»	-студент не участвует в дискуссии либо имеет лишь частичное представление о теме, в рассуждениях допускаются серьезные ошибки; -студент даёт неправильные ответы на вопросы преподавателя;
	-демонстрирует отсутствие теоретического мышления, понимания сущности рынка ценных бумаг, ее структуры и функций, методах управления портфелем ценных бумаг.

**Таблица 7.2. Критерии оценивания зачета**

5 «отлично»	-студент ответил правильно на 90–100% вопросов.
4 «хорошо»	-студент ответил правильно на 70–89% вопросов.
3 «удовлетворительно»	-студент ответил правильно на 60–69% вопросов.
2 «неудовлетворительно»	-студент ответил правильно менее, чем на 60% от общего числа вопросов.

### 7.3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине «Материалы и их проведение при сварке»

#### Тест

#### «Цветные металлы и сплавы».

- Вопрос:** Каково содержание меди в марке М00б по ГОСТ 859-78?  
**Ответ:** 1) 99,7%; 2) 99,9%; 3) 99,99%. 4) 100%
- Вопрос:** Подчеркните примесь, наиболее существенно ухудшающую свойства меди.  
**Ответ:** 1) Sn; 2) P; 3) Zn. 4) Fe
- Вопрос:** Какой из указанных окислов более растворим в меди при температурах, близких к плавлению?  
**Ответ:** 1) CuO; 2) Cu<sub>2</sub>O; 3) CuO<sub>2</sub>. 4) Cu+Cu<sub>2</sub>O
- Вопрос:** В чём причина «водородной болезни» при сварке меди?  
**Ответ:** 1) наличие легирующих элементов;  
2) высокий уровень остаточных напряжений;  
3) скопление паров воды в кристаллизующемся металле;  
4) высокая скорость сварки.
- Вопрос:** За счёт чего может быть снижена концентрация водорода в шве при сварке меди?  
**Ответ:** 1) легирование металла шва Mn и Si;  
2) прокалка флюсов и покрытых электродов;  
3) прокатка швов после сварки;  
4) увеличение напряжения на дуге.
- Вопрос:** При каком виде сварки меди доля участия основного металла «□<sub>0</sub>» в металле шва будет минимальной?  
**Ответ:** 1) аргонодуговая неплавящимся электродом;  
2) ручная дуговая покрытым электродом;  
3) сварка под флюсом;  
4) сварка плавящимся электродом в среде CO<sub>2</sub>.
- Вопрос:** В чём наиболее вероятна причина образования пор у линии сплавления при сварке меди?  
**Ответ:** 1) высокие скорости охлаждения сварного шва;  
2) высокий температурный градиент по линии сплавления;  
3) наличие в шве окислов висмута, свинца;  
4) низкая температура плавления меди.
- Вопрос:** Подчеркните важнейшие две проблемы технологической свариваемости меди.  
**Ответ:** 1) снижение прочности шва;  
2) склонность к холодным трещинам;  
3) «водородная болезнь»;  
4) пористость шва.
- Вопрос:** Подчеркните химические элементы, содержащиеся в качестве легирующих в латуни марки ЛЦ40Мц3Ж.

**Ответ:** *Li; Pb; Mg; Fe; Zn; Mn.*

10. **Вопрос:** К какому основному дефекту шва приводит испарение цинка при сварке латуни?

**Ответ:** *1) уменьшение коррозионной стойкости металла;*

*2) образование пористости;*

*3) образование трещин в металле шва;*

*4) снижение напряжения .*

11. **Вопрос:** Подчеркните легирующие, содержащиеся в бронзе марки БрАЖ9-4.

**Ответ:** *N<sub>2</sub>; Sn; Fe; Al.*

12. **Вопрос:** Почему фосфор и свинец способствуют образованию горячих трещин при сварке бронз?

**Ответ:** *1) из-за образования окислов  $Fe_2O_5$  и  $PbO_2$ ;*

*2) из-за образования легкоплавких эвтектик;*

*3) из-за снижения прочности сплава;*

*4) из-за повышения жидкотекучести.*

13. **Вопрос:** Подчеркните трудности при сварке бронз, создающиеся присутствием в них алюминия.

**Ответ:** *1) снижение прочности шва;*

*2) ухудшение формирования поверхности шва;*

*3) загрязнение шва окисными включениями;*

*4) образование интерметаллидов.*

14. **Вопрос:** Подчеркните основные легирующие, содержащиеся в медно-никелевом сплаве марки МНЦ15-20.

**Ответ:** *Mn; Zn; Co; Ni.*

15. **Вопрос:** Как кремний и марганец совместно влияют (подчеркнуть) на теплофизические и механические свойства шва из меди?

**Ответ:** *1) ухудшение электропроводности;*

*2) повышение теплопроводности;*

*3) повышение прочности шва;*

*4) снижение температуры плавления.*

16. **Вопрос:** Подчеркните, с какой целью при сварке плавлением меди используются заходные и выводные планки?

**Ответ:** *1) для снижения остаточных напряжений;*

*2) для уменьшения количества трещинообразных дефектов в шве;*

*3) для повышения стабильности дугового разряда;*

*4) для снижения остаточных деформаций*

17. **Вопрос:** Какой электродный металл при сварке под флюсом обеспечивает большую прочность шва из меди?

**Ответ:** *M1; БрКМц3-1; M2.*

18. **Вопрос:** Какой способ предпочтителен для подготовки (разделки) кромок под сварку меди и медных сплавов?

**Ответ:** *1) ацетилено-кислородная резка;*

*2) дуговая резка;*

*3) механическая резка;*

*4) плазменно-дуговая резка.*

19. **Вопрос:** Для чего рекомендуется прокалка флюса перед сваркой меди?

**Ответ:** *1) для повышения глубины проплавления;*

*2) для повышения коэффициента перехода легирующих из флюса в шов;*

*3) для предупреждения порообразования;*

*4) для повышения прочности шва*

20. **Вопрос:** Укажите наиболее благоприятную форму шва при сварке под флюсом меди с целью снижения трещинообразования.

**Ответ:** *1)  $\square_{np}=0,8 \square 1,5$ ; 2)  $\square_{np}=1,8 \square 2,0$ ; 3)  $\square_{np}=2,2 \square 4,0$ . 4) 3,5-5,0*



21. **Вопрос:** Какой род тока предпочтительно используется при аргонодуговой сварке меди и медных сплавов малых толщин?

- Ответ:** 1) постоянный ток обратной полярности;  
2) переменный ток;  
3) постоянный ток прямой полярности.

22. **Вопрос:** Как ориентировочно выбирают ток при ручной дуговой сварке меди (стержень электрода Cu)?

- Ответ:** 1)  $I_{св}=(45 \square 55)d_э$ ;  
2)  $I_{св}=(50 \square 60)d_э$ ;  
3)  $I_{св}=(80 \square 100)d_э$ .  
4)  $I_{св}=(110-120) d_э$ .

23. **Вопрос:** Чем объясняется большая прочность шва у латуни в сравнение с чистой медью при сварке в защитных газах плавящимся электродом?

- Ответ:** 1) увеличением доли участия основного металла в шве;  
2) более высоким легированием;  
3) лучшей формой проплавления;  
4) закалкой шва.

24. **Вопрос:** Назовите наиболее эффективный способ удаления окисной плёнки при сварке алюминиевых бронз.

- Ответ:** 1) зачистка кромок перед сваркой;  
2) применение галогенных флюсов разрушающих плёнку в процессе сварки;  
3) применение смесей газов Ar+He;  
4) использованием присадочных проволок, не содержащих алюминий.

25. **Вопрос:** Подчеркните номер марки никелевого сплава.

- Ответ:** 1) 20X13H25; 2) XH78T;  
3) 10X12H20T3P. 4) X23H13

26. **Вопрос:** С какой целью брикеты из никелевой руды подвергают плавке в печах на штейн?

- Ответ:** 1) для повышения прочности получаемого никелевого полуфабриката;  
2) для повышения содержания чистого никеля в руде;  
3) для выделения из руды других чистых металлов)  
4) для получения сырья для серной кислоты.

27. **Вопрос:** Какой элемент восстанавливает никель, содержащийся в виде окисла NiO в обожжённом файнштейне?

- Ответ:** 1) Si; 2) C; 3) S, 4) H<sub>2</sub>

28. **Вопрос:** Подчеркните элементы, содержащиеся в качестве сопутствующих примесей в техническом никеле марок Н0, Н1, ..., Н4.

- Ответ:** Fe; Zn; Si; Mn; C; Pb.

29. **Вопрос:** Назовите основной дефект сварного соединения при наплавки меди на сталь.

- Ответ:** 1) различный уровень теплофизических свойств меди и стали;  
2) охрупчивание из-за проникновения меди в сталь по границам зёрен;  
3) окисные пленки; 4) несплавление меди со сталью

30. **Вопрос:** С какой целью при ацетилено-кислородной заварке дефектов из меди используют медные прутки, легированные до 2% фосфором?

- Ответ:** 1) повышение производительности наплавки;  
2) восстановление меди из закиси меди;  
3) повышение пластичности металла шва;  
4) повышение прочности.

31. **Вопрос:** Для какого типа бронз используется электродная проволока типа БрАМцН9-7-2?

- Ответ:** 1) оловянные бронзы;  
2) кремнистые бронзы;  
3) алюминиевых бронз,  
4) хромистые бронзы.

**32. Вопрос:** Какие из указанных систем никелевых сплавов используются в качестве теплоэлектрических элементов в изделиях?

**Ответ:** Ni-Cu; Ni-Cr; Ni-Cr-Fe; Ni-Fe.

**33. Вопрос:** Подчеркните основные элементы, вызывающие пористость при сварке никеля и его сплавов.

**Ответ:** O<sub>2</sub>; S; P; N<sub>2</sub>; CO<sub>2</sub>; CO.

**34. Вопрос:** Какие компоненты способствуют образованию кристаллизационных трещин при сварке никеля и его сплавов?

**Ответ:** Ni<sub>3</sub>S<sub>2</sub>-Ni; NiO; SO<sub>2</sub>; CO.

**35. Вопрос:** В чём основная причина интенсивного роста зерна при сварочном нагреве никеля?

**Ответ:** 1) наличие сернистых и фосфористых эвтектик;

2) низкая теплопроводность никеля;

3) легирование никеля Si, Cr

4) высокая скорость сварки..

**36. Вопрос:** Подчеркните элементы, способствующие модификации жидкой ванны никеля и снижающие рост зерна при нагреве.

**Ответ:** Fe; Si; Ti; Mo; Cu.

**37. Вопрос:** Почему не рекомендуются соединения по отбортовке в сварных никелевых конструкциях, работающих в контакте с агрессивной средой?

**Ответ:** 1) снижение прочности соединения;

2) опасность проявления щелевой коррозии;

3) усложнение сборки детали под сварку.

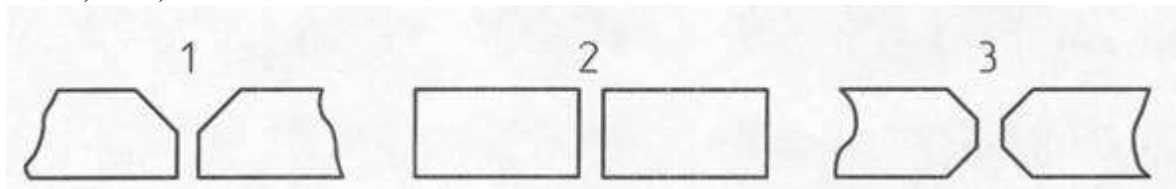
4) появление трещин.

**38. Вопрос:** Подчеркните проволоки, используемые в качестве присадочных при ацетиленокислородной сварке никеля и его сплавов.

**Ответ:** 1) НМц25; 2) 08Х18Н12; 3) НМцАТЗ-1,5-06; 4) Х23Н18.

**39. Вопрос:** Отметьте рекомендуемую форму разделки кромок при ручной дуговой сварке никеля толщиной S=10мм.

**Ответ:** 1; 2; 3.



**40. Вопрос:** Из каких ориентировочных соотношений выбирают ток при ручной дуговой сварке никеля и его сплавов?

**Ответ:** 1)  $I_{св} = (50 \div 60)d_3$ ;

2)  $I_{св} = (40 \div 35)d_3$ ;

3)  $I_{св} = (70 \div 80)d_3$ .

4)  $I_{св} = (90-100)d_3$

**41. Вопрос:** При какой минимальной толщине при ручной дуговой сварке никеля рекомендуется сопутствующий подогрев до T=200÷250°С с последующей нормализацией сварных соединений?

**Ответ:** 1) S≤10мм; 2) S≤12÷15мм; 3) S>15мм;. 4) S=25мм.

**42. Вопрос:** Для чего в аргон добавляют до 20% водорода при аргонодуговой сварке никеля и его сплавов?

**Ответ:** 1) стабилизация дуги;

2) легирование шва;

3) снижение пористости шва.

4) повышение прочности.

**43. Вопрос:** Какова цель использования активирующих флюсов-паст при аргонодуговой сварке

никеля и его сплавов?

- Ответ:** 1) защита металла от взаимодействия с атмосферой;  
2) повышение степени легирования шва;  
3) обеспечение гарантированной величины провара.  
4) повышение производительности процесса сварки.

**44. Вопрос:** В качестве электролита, используемого для получения металлического алюминия, используется расплав глинозёма  $Al_2O_3$  и криолита  $Na_3AlF_6$ . Отметьте оптимальное их соотношение в расплаве?

- Ответ:** 1)  $3\%Al_2O_3+40\%Na_3AlF_6$ ;  
2)  $10\%Al_2O_3+90\%Na_3AlF_6$ ;  
3)  $25\%Al_2O_3+75\%Na_3AlF_6$ .  
4)  $50\%Al_2O_3+50\% Na_3AlF_6$

**45. Вопрос:** Какой из приведённых процессов происходит на катоде электролизёра при получении алюминия?

- Ответ:** 1)  $Al^{3+}+3e \rightarrow Al$ ;  
2)  $2AlO_3^{3-}-6e \rightarrow Al_2O_3+1,5O_2$ ;  
3)  $AlF_6^{3-}-3e \rightarrow AlF_6$   
4)  $Al^{3+}+6e \rightarrow 2Al$

**46. Вопрос:** Какое количество электроэнергии расходуется для получения из руды одной тонны алюминия?

- Ответ:** 1)  $16,5 \square 18,5$  кВт-ч;  
2)  $22 \square 27$  кВт-ч;  
3)  $8,5 \square 15$  кВт-ч,  
4)  $30 \square \square 50$  кВт-ч.

**47. Вопрос:** Отметьте пластичность заготовки под сварку из отожженного алюминия.

- Ответ:** 1)  $\square = 5 \square 7\%$ ; 2)  $\square = 10 \square 15\%$ ; 3)  $\square = 20 \square 28\%$  4) 40- 45.

**48. Вопрос:** Отметьте положительное свойство окисной плёнки  $Al_2O_3$  содержащейся в алюминии.

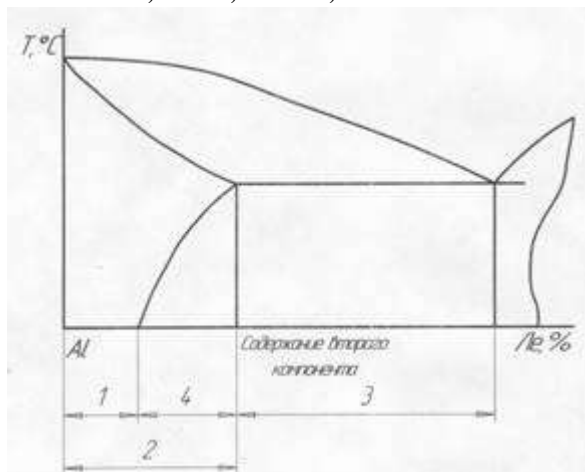
- Ответ:** 1) не влияет на механические характеристики;  
2) упрочняет алюминий;  
3) защищает металл от взаимодействия с атмосферой;  
4) снижает удельный вес алюминия.

**49. Вопрос:** Подчеркните основные легирующие в деформированных алюминиевых сплавах.

- Ответ:** Fe; Mg; Mn; Zn; Co; Ni; Si.

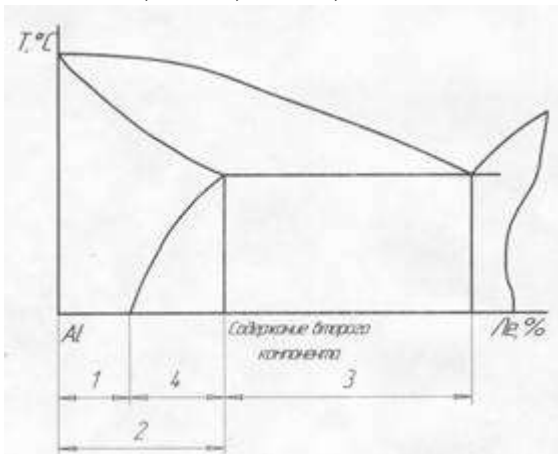
**50. Вопрос:** Обозначьте (подчеркните) номера областей деформируемых и литейных сплавов на бинарной диаграмме Al-Fe.

- Ответ:** 1; 2; 3; 4.



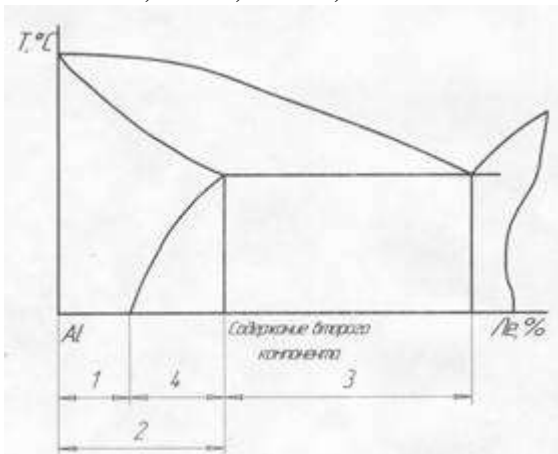
**51. Вопрос:** Отметьте (подчеркните) номера областей деформируемых термически упрочняемых алюминиевых сплавов.

**Ответ:** 1; 2; 3; 4.



**52. Вопрос:** Отметьте номера областей деформируемых термически не упрочняемых алюминиевых сплавов.

**Ответ:** 1; 2; 3; 4.



**53. Вопрос:** К каким по степени упрочнения относятся деформируемые технические сплавы алюминия АД0, АД1?

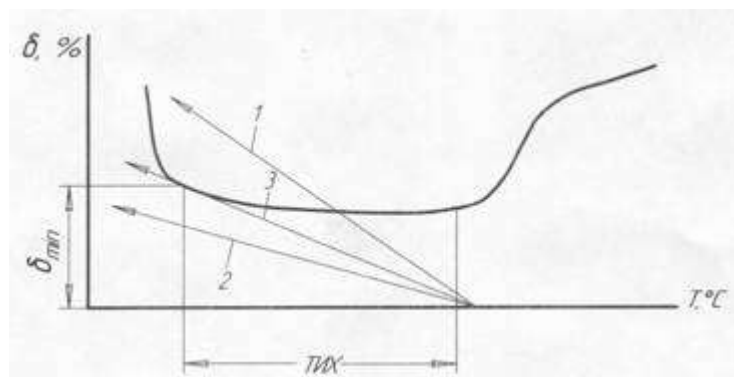
- Ответ:** 1) упрочняемые;  
2) не упрочняемые полностью;  
3) частично упрочняемые;  
4) не упрочняемые после сварки.

**54. Вопрос:** Подчеркните правильную последовательность расстановки алюминиевых сплавов по возрастанию прочности.

- Ответ:** 1) В93, АМгб, АД1;  
2) АД1, АМгб, В93;  
3) В93, АД1, АМгб;  
4) АМгб, АД1, В93.

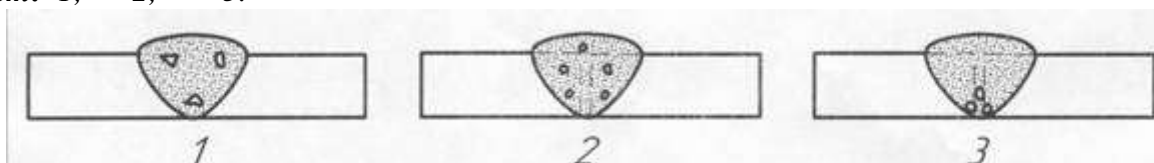
**55. Вопрос:** Какому сплаву соответствует более высокий темп деформации при охлаждении шва (кривая 1), если погонная энергия сварки  $q_n$  была одинакова?

- Ответ:** 1) низкоуглеродистая сталь;  
2) алюминиевый сплав;  
3) титановый сплав,  
4) низколегированная сталь



**56. Вопрос:** В каком месте закристаллизовавшегося сварного шва из алюминия наиболее вероятно расположение окисных плёнок (подчеркните номер рисунка) типа  $Al_2O_3$ ?

**Ответ:** 1; 2; 3.



**57. Вопрос:** Как влияет окисная плёнка  $Al_2O_3$  на устойчивость горения дуги?

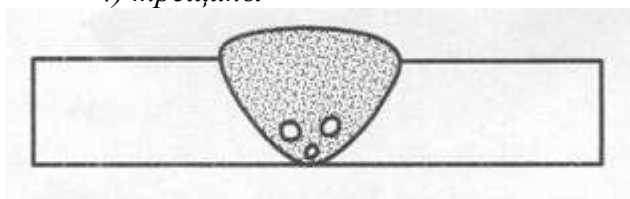
- Ответ:** 1) не влияет;  
 2) стабилизирует дугу;  
 3) снижает стабильность разряда;  
 4) увеличивает длину дуги.

**58. Вопрос:** При каком способе сварки алюминия в шве будет меньшее количество окисных плёнок?

- Ответ:** 1) сварка по флюсу;  
 2) сварка в аргоне;  
 3) сварка в вакууме; 4) сварка в углекислом газе

**59. Вопрос:** Какой вид дефекта отражается на рентгеновском снимке (см. рис) в нижней части сварного шва алюминиевого сплава?

- Ответ:** 1) окисные включения;  
 2) вольфрамовые включения;  
 3) поры.  
 4) трещины



### Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Какими основными характеристиками должны обладать теплостойкие стали?
2. Назовите легирующие, обеспечивающие теплостойкость сталей!
3. Назовите два основных направления обеспечения длительной прочности теплостойких сталей!
4. Что такое фазы Лавеса, и как они воздействует на свойства стали?
5. Назовите основные проблемы свариваемости теплостойких сталей.
6. К чему приводит значительная разница в легировании шва и основного металла?
7. Для чего рекомендуется подогрев при сварке?
8. Почему при сварке под флюсом рекомендуются низкоактивные флюсы?
9. Для чего рекомендуется высокий отпуск после сварки?
10. Что называется коррозией и какое явление лежит в ее основе?

11. Почему сварное соединение более склонно к коррозии?
12. На какие виды разделяется химическая коррозия?
13. Как подразделяются оксидные пленки в зависимости от их толщины?
14. В чем сущность процесса электрохимической коррозии?
15. Как называется микрочастица металла на поверхности, который растворяется в электролите?
16. Назовите причины способствующие возникновению локальных коррозионных элементов.
17. Назовите причины возникновения МКК.
18. Назовите пути повышения сопротивляемости сварного соединения к коррозии
19. На какие группы по назначению делятся коррозионностойкие хромистые стали?
20. На какие классы по виду легирующих делятся коррозионностойкие хромистые стали?
21. Какие три группы хромистых сталей по структуре вам известны?
22. Какой вид ТО является оптимальным для улучшения стойкости против коррозии сварных соединений их хромистых сталей.
23. Назовите основные проблемы свариваемости хромоникелевых коррозионностойких сталей.
24. На какие три группы по структуре делятся хромоникелевые коррозионностойкие стали?
25. Из каких соображений выбирают сварочные материалы для аустенитных коррозионностойких сталей?
26. Какие два варианта технологии сварки хромистых сталей вам известны?
27. Какие факторы связывает друг с другом диаграмма Шеффлера?
28. Какими параметрами характеризуется жаропрочность?
29. В чем суть явления ползучести?
30. Что называется пределом ползучести?
31. Что называется длительной прочностью?
32. На какие две группы сталей по характеру упрочнения делятся жаропрочные стали?
33. Назовите проблемы свариваемости жаропрочных аустенитных сталей?
34. Сколько феррита должно содержаться в жаропрочной стали?
35. Для чего используются сварные соединения из разно родных сталей?
36. Какие виды неоднородностей характеризуют шов, выполненный из разнолегируемых или разноструктурных сталей?
37. В каком случае при сварке сталей одного структурного класса могут образовываться кристаллизационные прослойки переменного состава у линии сплавления?
38. Когда возможно образование диффузионных переходных прослоек в близлежащих ко шву зонах?
39. Как можно спрогнозировать ожидаемый состав и структуру шва?
40. Если к шву не предъявляются особые требования по прочности, то из каких условий выбираются сварочные материалы?
41. Если сварное соединение из разнолегируемых аустенитных сталей эксплуатируется при  $T \leq 400$  °C нужна ли послесварочная термообработка?
42. Какой вид термообработки необходим, если сварная конструкция из разнолегируемой аустенитной стали эксплуатируется при  $T \geq 450$  °C?
43. Из каких условий выбираются сварочные материалы при сварке сталей с малым запасом аустенитности  $Ni/Cr < 1$ ?
44. Назовите свойства меди и ее сплавов, позволяющих их использовать в качестве конструкционных материалов.
45. В чем причина образования горячих трещин при сварке меди?
46. Что такое водородная болезнь меди?
47. Укажите, как маркируются бронзы.
48. Назовите основные операции подготовки поверхности кромок под сварку.
49. Как маркируются латуни?
50. Назовите способы сварки, используемые для медных сплавов.
51. К какому дефекту шва приводит выгорание цинка при сварке латуни?
52. Назовите основные трудности сварки медноникелевых сплавов.

53. На какие группы по назначению разделяются никелевые сплавы?
54. Назовите основные проблемы свариваемости никелевых сплавов.
55. Какой дефект шва вызывает эвтектика Ni-NiO?
56. Почему необходимо резко ограничивать содержание в шве серы и фосфора?
57. Какой фактор способствует росту аустенитного зерна при сварке никеля?
58. Назовите способы сварки, используемые для соединения никелевых сплавов.
59. Каков характер покрытий должен быть у электродов для сварки никелевых сплавов?
60. Для чего при сварке в аргоне рекомендуется добавка в аргон водорода?
61. Для чего используются флюсы-пасты при сварке в аргоне?
62. В чем заключаются преимущества алюминиевых сплавов как конструкционных материалов в сравнении со сталями?
63. Каким способом очищают алюминий от примесей Fe, Si, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>?
64. В чем преимущества и недостатки образующегося оксида на поверхности алюминия?
65. Чем отличаются деформируемые алюминиевые сплавы от литейных?
66. Назовите основные проблемы свариваемости алюминиевых сплавов?
67. В чем преимущество использования концентрированных источников тепла при сварке алюминия?
68. Назовите операции подготовки поверхности к сварке алюминиевых сплавов?
69. Назовите марки проволок, используемых для сварки алюминиевых сплавов в среде инертных защитных газов?
70. Назовите основные дефекты сварных швов и соединений из алюминиевых сплавов?
71. Какие свойства магниевых сплавов используются при проектировании сварных конструкций?
72. На какие группы по способу производства разделяются магниевые сплавы?
73. Что общего и в чем различие в свойствах оксидов магния и алюминия?
74. К какому дефекту шва приводит высокое значение коэффициента линейного расширения магния?
75. Какие способы сварки используются для соединения магниевых сплавов?
76. Почему для сварки магния используются токи, меньшие, чем для соответствующих толщин алюминия?
77. Чем опасно наличие на свариваемых кромках заусенец?
78. В чем заключается отрицательная роль кислорода и азота для титановых сплавов?
79. Чем отличается технический титан от титановых сплавов?
80. Какие химические элементы являются  $\alpha$ -стабилизаторами?
81. Какие свойства придает титану алюминий?
82. Какова роль  $\beta$ -стабилизаторов в изменении свойств титановых сплавов?
83. Как классифицируются титановые сплавы по технологии их производства?
84. В чем недостаток  $\alpha$ -Ti сплавов при сварке?
85. Каков уровень свариваемости двухфазных  $\alpha$   $\square$   $\beta$ -Ti сплавов?
86. Назовите основные проблемы свариваемости титановых сплавов.
87. Назовите основные причины образования пористости при сварке титановых сплавов.
88. Для чего сварочную проволоку перед сваркой подвергают вакуумному отжигу?
89. Какие факторы ограничивают свариваемость разнородных металлов?
90. Какими постоянными параметрами характеризуются химические соединения, образующиеся при сварке разнородных металлов?
91. Назовите три стадии образования прочных связей в сварном соединении.
92. Что определяет понятие ретардации?
93. Почему в реальных условиях сварки разнородных металлов получение соединения без хрупких фаз затруднено?
94. Назовите наиболее целесообразные приемы получения необходимого уровня качества сварных соединений из разнородных металлов.
95. Как подготавливать стальную кромку для сварки с алюминием?

96. Какие факторы осложняют сварку меди со сталью?

97. Для чего при сварке титановых сплавов со сталью рекомендуют использовать промежуточные металлы- вставки?

98. Для чего при сварке алюминия с медью рекомендуют смещение источника тепла (дуги) на медь?

#### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

По итогам каждого семестра в рамках действующей балльно-рейтинговой системы студент может получить от нуля до ста баллов, либо быть отмеченным как не явившийся на экзамен (зачёт) в случае неявки. Соотнесение итогового балла и итоговой отметки выглядит следующим образом:

Текущий контроль учебная дискуссия, выполнение расчетных заданий, представление отчетов/презентаций по расчетно-графическому заданию, письменные ответы на вопросы/тестирование (вклад в итоговую оценку – 60%).

**Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине «Производство Материалы и их поведение при сварке» (5 семестр)**

Форма контроля	Вклад в итоговую оценку
Учебная дискуссия	20%
Письменный опрос/тестирование	20%
Презентация отчета по расчетному заданию	20%
Зачет	40%

Итоговый контроль—экзамен(вкладв итоговуюоценку–40%).

Итоговаяоценка—выставляетсяисходяизбаллов,полученныхв рамкахтекущегоконтроля, а также оценки на экзамене.

**Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)**

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	5-10
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	5-10
<i>Неготовность к занятию</i>	5-20
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	0 б. – за занятие
<i>Несвоевременное и/или ненадлежащее выполнение заданий на самостоятельную работу</i>	5-20

**Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)**

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.



## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **8.1. Основная литература:**

1. Моисеенко В.П. Материалы и их поведение при сварке : учеб. пособие. Доп. УМО вузов по университетскому политехн. образованию в качестве учеб. пособия для студентов, обучающихся по направлению 651400 "Машиностроит. технологии и оборудование" по спец. 150202 "Оборудование и технология сварочного производства". - Ростов н/Д : Феникс, 2009. - 301 с. : ил. - (Высш. образование). - ISBN 978-5-222-14967-6
2. Ильинкова Т.А. Материалы и их поведение при сварке. [Электронный ресурс]: учебное пособие / Татьяна Александровна Ильинкова; Казань, 2017. - 188 с. \_ Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-3046/973.pdf/index.html>
3. Зорин Н.Е., Зорин Е.Е. Материаловедение сварки. Сварка плавлением. [Электронный ресурс]. - СПб: Лань, 2017. 1- 64 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/90859/#1>
4. Тимошенко В. П. Тепловые и металлургические процессы в сварочных технологиях: учебное пособие: в 2 ч. Часть 1 / В.П. Тимошенко, М.В. Радченко. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 261 с. - ISBN 978-5-16-109226-2. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1205368>

### **8.2. Дополнительная литература:**

1. Материалы и их технологии. В 2 ч. Ч. 1. [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе; Под ред. В.А. Горохова. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 589 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=446097>
2. Сварка труб из полимерных материалов. [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Казань: Максимов В.К., Черноглазова А.В., Сударев Ю.И., Куртаева Ф.Н., Горбунов А.В. – Казань: КГТУ, 2013. - 136 с. – Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2495/570.pdf/index.html>
3. Петров Г. Л., Ещенко, Н. Н.; Теория сварочных процессов (с основами физической химии); Высшая школа, Москва; 1977; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447955> (Электронное издание)
4. Хренов К. К., Самохвалов, А. Я.; Сварка, резка и пайка металлов : практическое пособие.; Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Киев, Москва; 1952; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230239> (Электронное издание)
5. Рыкалин Н. Н.; Расчеты тепловых процессов при сварке; Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Москва; 1951; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220670> (Электронное издание)

### **8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)**

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультантстудента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультантстудента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Для проведения занятий по дисциплине необходима аудитория, оборудованная учебной мебелью, мультимедийной техникой с возможностью презентации обучающих материалов, средствами наглядного представления учебных материалов, виртуальными учебными комплексами; зал самостоятельной работы, оборудованный компьютерами, имеющими доступ к сети Интернет.

## **10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с

ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).