

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 15.11.2023 15:13:17

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Основы теории сварки и пайки литых изделий

Закреплена за подразделением Кафедра литейных технологий и художественной обработки материалов

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация

**Инженер-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 10

аудиторные занятия

85

самостоятельная работа

23

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	10 (5.2)		Итого	
	Неделя 17			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	85	85	85	85
Контактная работа	85	85	85	85
Сам. работа	23	23	23	23
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*д.т.н., проф., Белов Владимир Дмитриевич*

Рабочая программа

**Основы теории сварки и пайки литых изделий**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-23\_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра литейных технологий и художественной обработки материалов**

Протокол от г., №

Руководитель подразделения Белов Владимир Дмитриевич, д.т.н., профессор

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	сформировать у студентов необходимые знания:
1.2	- об основах процессах сварки и пайки литых изделий;
1.3	- о понимании особенностей формирования структур паяных швов;
1.4	- о возможностях методов для решения конкретных задач формирования
1.5	- паяных соединений металлов.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.19
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Защитные покрытия на металлопродукции	
2.1.2	Информационные технологии в деформационной обработке металлов	
2.1.3	Комплексное использование сырья и техногенных материалов	
2.1.4	Конструкционные порошковые материалы общемашиностроительного и специального назначения	
2.1.5	Материаловедение и термообработка металлов и сплавов	
2.1.6	Материаловедение неметаллических материалов	
2.1.7	Методы исследования технологических процессов и оборудования	
2.1.8	Методы оценки качества и исследования металлургических свойств техногенного сырья и вторичных ресурсов	
2.1.9	Моделирование процессов и объектов в металлургии	
2.1.10	Наилучшие доступные технологии в металлургии	
2.1.11	Оборудование литейных цехов	
2.1.12	Основы аддитивных технологий	
2.1.13	Основы процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза	
2.1.14	Охрана труда и промышленная безопасность	
2.1.15	Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов	
2.1.16	Производство благородных металлов	
2.1.17	Производство легких металлов	
2.1.18	Производство отливок из сплавов цветных металлов	
2.1.19	Производство редких металлов	
2.1.20	Производство слитков из сплавов цветных металлов	
2.1.21	Современные методы исследования металлических материалов	
2.1.22	Современные процессы в металлургии и материаловедении и методы их исследования	
2.1.23	Специальные способы литья	
2.1.24	Теория металлургических процессов	
2.1.25	Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем	
2.1.26	Технологии защиты оборудования и металлопродукции от коррозии	
2.1.27	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов	
2.1.28	Технология композиционных материалов	
2.1.29	Экология металлургического производства	
2.1.30	Закономерности и механизмы формирования материалов в аддитивных технологиях	
2.1.31	Закономерности, механизмы и диагностика процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза	
2.1.32	Информационные технологии управления металлургическими печами	
2.1.33	Конструирование литейной оснастки, раздел 2	
2.1.34	Логистика вторичных ресурсов	
2.1.35	Металловедение, часть 2	
2.1.36	Металлургия благородных металлов	
2.1.37	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов	
2.1.38	Метрология, стандартизация и методы контроля и анализа веществ	
2.1.39	Модельное производство	
2.1.40	Огнеупоры металлургического производства	
2.1.41	Основы промышленного дизайна и ювелирного дела	
2.1.42	Пористые порошковые материалы. Порошковые материалы для узлов трения. Порошковые алмазосодержащие материалы.	

2.1.43	Производство отливок из стали и чугуна
2.1.44	Производство тяжелых цветных металлов
2.1.45	Производство ферросплавов
2.1.46	Разливка стали и спецэлектрометаллургия
2.1.47	Технологические линии и комплексы ОМД
2.1.48	Физико-механические свойства металлов
2.1.49	Химия окружающей среды
2.1.50	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.1.51	Современные инструментальные методы и средства контроля параметров работы металлургических агрегатов
2.1.52	Компьютерное проектирование процессов и технологий ОМД
2.1.53	Конструирование литейной оснастки, раздел I
2.1.54	Металловедение, часть I
2.1.55	Металлургия тугоплавких и рассеянных редких металлов
2.1.56	Металлургия тяжелых цветных металлов
2.1.57	Методы анализа структуры металлов и сплавов
2.1.58	Метрология и измерительная техника
2.1.59	Производство отливок из сплавов цветных металлов
2.1.60	Современные методы производства сплошных и полых изделий
2.1.61	Теория и технология производства стали в электропечах
2.1.62	Теплотехника и экодизайн металлургических печей
2.1.63	Технологии и оборудование для модификации поверхности
2.1.64	Технология композиционных материалов
2.1.65	Инжиниринг машин и агрегатов производства металлоизделий
2.1.66	Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии
2.1.67	Металлургия алюминия и магния
2.1.68	Многокомпонентные диаграммы состояния
2.1.69	Научные основы нанесения покрытий
2.1.70	Обогащение руд
2.1.71	Оборудование для процессов порошковой металлургии
2.1.72	Оборудование и технологии сталеплавильных цехов
2.1.73	Основы бизнеса в металлургии
2.1.74	Основы минералогии и петрографии
2.1.75	Основы электрометаллургического производства
2.1.76	Прикладная кристаллография
2.1.77	Проектирование технологии изготовления отливок
2.1.78	Производство стали в конвертерах
2.1.79	Процессы формования и спекания металлических порошков
2.1.80	Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов давлением
2.1.81	Рециклинг металлов
2.1.82	Теория промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов
2.1.83	Теория термической обработки металлов и основы эксперимента
2.1.84	Технология литейного производства
2.1.85	Физико-химические процессы в литейном производстве
2.1.86	Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов
2.1.87	Инженерные расчеты в металлургии
2.1.88	Методы исследования свойств металлов и сплавов
2.1.89	Организация и математическое планирование эксперимента
2.1.90	Органическая химия в металлургии
2.1.91	Основы пиро- и гидрометаллургического производства
2.1.92	Основы теории литейных процессов
2.1.93	Потребительские свойства металлургической продукции
2.1.94	Процессы получения металлических порошков
2.1.95	Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий

2.1.96	Теория обработки металлов давлением и физические основы пластической деформации
2.1.97	Термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.1.98	Технологические измерения и приборы
2.1.99	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов
2.1.100	ARTCAD
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Автоматизация процессов экстракции
2.2.2	Аддитивные технологии в литейном производстве
2.2.3	Анализ данных и аналитика в принятии решений
2.2.4	Аффинаж благородных металлов
2.2.5	Дефекты в отливках, способы выявления и устранения
2.2.6	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение
2.2.7	Инженерия биоповерхностей
2.2.8	Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов
2.2.9	Конструирование и моделирование металлических материалов
2.2.10	Материалы на основе углерода
2.2.11	Металловедение, часть 3
2.2.12	Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов
2.2.13	Методы и инструменты бережливого производства
2.2.14	Моделирование литейных процессов
2.2.15	Обеспечение единства измерений трибологических и механических свойств
2.2.16	Оборудование и технологии специальной электрометаллургии
2.2.17	Обращение со шлаками и шламами
2.2.18	Планирование эксперимента
2.2.19	Разработка и реализация предпринимательских проектов
2.2.20	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства алюминия и магния
2.2.21	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства редкоземельных и радиоактивных металлов
2.2.22	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства свинца, цинка и сопутствующих элементов
2.2.23	Совмещенные процессы деформационно-термической обработки
2.2.24	Современные методы металлургии и машиностроения
2.2.25	Современные технологические решения в деформационной обработке металлов и сплавов
2.2.26	Термодинамические расчеты многокомпонентных диаграмм состояния
2.2.27	Техногенное сырье и вторичные ресурсы
2.2.28	Технологические основы аддитивного производства и специальной электрометаллургии
2.2.29	Технология производства твердых сплавов
2.2.30	Экологическая экспертиза
2.2.31	Научно-исследовательская работа
2.2.32	Научно-исследовательская работа
2.2.33	Научно-исследовательская работа
2.2.34	Научно-исследовательская работа
2.2.35	Научно-исследовательская работа
2.2.36	Научно-исследовательская работа
2.2.37	Научно-исследовательская работа
2.2.38	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.39	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.40	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.41	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.42	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.43	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.44	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

<b>ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов</b>								
<b>Знать:</b>								
ПК-2-31 Основные типы оборудования для пайки металлов								
<b>ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>								
<b>Знать:</b>								
ПК-4-31 Принципы выбора материалов для пайки								
ПК-4-32 Основы конструирования паяных соединений								
<b>ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов</b>								
<b>Знать:</b>								
ПК-1-31 Сущность технологических процессов, параметры управления технологическими операциями сварки и пайки литых изделий								
<b>ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>								
<b>Уметь:</b>								
ПК-4-У1 Пользоваться навыками конструирования паяных соединений								
<b>ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов</b>								
<b>Уметь:</b>								
ПК-1-У1 Использовать анализ свойств материалов и требуемых характеристик соединения для выбора технологии сварки и пайки литых изделий								
<b>ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов</b>								
<b>Уметь:</b>								
ПК-2-У1 Разбираться в основах применения оборудования для пайки для некоторых наиболее распространенных металлов и сплавов								
<b>ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>								
<b>Владеть:</b>								
ПК-4-В1 Основами контроля качества паяных соединений								
<b>ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов</b>								
<b>Владеть:</b>								
ПК-2-В1 Логическим творческим и системным мышлением								
<b>ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов</b>								
<b>Владеть:</b>								
ПК-1-В1 навыками самостоятельной работы с литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, объяснения их применения в практических ситуациях; решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью								

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Введение и основные понятия сварки и пайки литых изделий</b>							
1.1	Определение пайки. Основное отличие от сварки. Преимущества и недостатки. Технологическая классификация методов пайки. /Лек/	10	8	ПК-4-31	Л1.14Л2.5			

1.2	Подготовка и влияние состояния поверхности. Роль флюсов и атмосферы. Виды конструкций паяных соединений. Понятие зазора и его влияние на свойства соединений. Учет термического расширения /Лек/	10	4	ПК-2-31	Л1.2 Л1.3 Л1.14			
	<b>Раздел 2. Физико-химические принципы создания паяных соединений</b>							
2.1	Смачивание и капиллярное течение. Флюсование. /Лек/	10	6	ПК-1-31	Л1.10 Л1.13Л2.5			
2.2	Диффузия и растворение при пайке и сварке. /Лек/	10	8	ПК-2-31	Л1.8 Л1.9Л2.2 Л2.3			
2.3	Кристаллизация паяных и сварных швов. /Лек/	10	8	ПК-1-31	Л1.11 Л1.12			
	<b>Раздел 3. Технологии сварки и пайки литых изделий</b>							
3.1	Исследование влияния способа нагрева на прочность получаемого шва /Лаб/	10	8	ПК-1-В1 ПК-4-В1	Л1.3			
3.2	Исследование различных флюсов /Лаб/	10	9	ПК-1-В1 ПК-2-В1	Л1.13 Л1.14			
3.3	Определение краевого угла смачивания. Полное и частичное смачивание. /Пр/	10	4	ПК-1-У1	Л2.4			
3.4	Влияние среды на поверхностное натяжение припоя /Пр/	10	6	ПК-4-У1	Л1.6 Л1.7 Л1.10			
3.5	Применение нахлесточного соединения. Расчет прочности. /Пр/	10	6	ПК-2-У1	Л1.2 Л1.3Л2.5			
3.6	Методы самофиксации соединений. Проектирование оснастки. Кр №1 /Пр/	10	6	ПК-4-У1	Л1.3Л2.1			P1
3.7	Влияние зазора на прочность соединений /Пр/	10	4	ПК-1-У1	Л1.4			
3.8	Виды атмосфер при печной пайке. Выбор газопламенного оборудования. КР №2 /Пр/	10	4	ПК-4-У1	Л1.5 Л1.6Л2.5			P2
3.9	Изучение теоретического материала /Ср/	10	23	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.4 Л1.14Л2.2 Л2.5			
3.10	Выбор параметров индуктора и источника для конкретных задач. Зачет /Пр/	10	4	ПК-4-У1	Л1.7 Л1.10Л2.4		КМ1	

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

<b>5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки</b>			
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Зачет с оценкой	ПК-1-31;ПК-2-31;ПК-4-31	Примерная формулировка вопросов, выносимых на зачет: Определение пайки. Преимущества и недостатки. Необходимые условия заполнения зазора. Смачивание и растекание. Методы расположения припоя. Фиксация соединений. Технологическая классификация методов пайки. Виды конструкций паяных соединений. Соединения внахлест. Пути повышения прочности. Соединение встык. Пути повышения прочности. Выбор и влияние величины зазора на свойства паяных соединений. Припой. Классификация. Основные требования. Защитные среды. Способы удаления оксидной пленки.
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Контрольная работа №1	ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-4-У1	Необходимые условия осуществления процессов пайки. Выбор факторов, влияющих на процесс формирования паяного соединения
P2	Контрольная работа №2	ПК-1-У1;ПК-4-В1;ПК-2-В1	Особенности конструирования паяных соединений. Влияние зазора и методы по его фиксации на практике.
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>			
Зачет сдается письменно в виде теста и состоит из девяти вопросов.			
<b>5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)</b>			
Шкала оценивания знаний обучающихся на зачете «зачет» – студент показывает глубокие, исчерпывающие, твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, понятно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала; «незачет» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.			

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Родин А. И.	Пайка серебряными припоями в пламени газовой горелки: практическое пособие	Электронная библиотека	Б.м.: Оборонгиз, 1954
Л1.2	Максимихин Б. А., Петров П. И.	Пайка металлов в приборостроении: монография	Электронная библиотека	Ленинград: Центральное бюро технической информации, 1959
Л1.3	Хренов К. К., Самохвалов А. Я.	Сварка, резка и пайка металлов: практическое пособие	Электронная библиотека	Киев, Москва: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1952
Л1.4	Волхонов В. И.	Основы технологии сварки: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Альтаир МГАВТ, 2007
Л1.5	Соколов Е. В.	Справочник по сварке: справочник	Электронная библиотека	Москва: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1962



	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.6	Петров Г. Л., Тумарев А. С., Ещенко Н. Н.	Теория сварочных процессов (с основами физической химии): учебник	Электронная библиотека	Москва: Высшая школа, 1977
Л1.7	Проскурина В. Е., Галяметдинов Ю. Г., Коноплева А. А., Третьякова А. Я., Торсуев Д. М.	Поверхностные явления и свойства дисперсных систем: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018
Л1.8	Бокштейн Б. С.	Диффузия в металлах: учеб. пособие для студ. вузов по спец.- Физика металлов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1978
Л1.9	Бокштейн С. З.	Диффузия и структура металлов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1973
Л1.10	Фролов Ю. Г.	Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учеб. для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Альянс, 2004
Л1.11	Горелик С. С., Добаткин С. В., Капугкина Л. М., Горелик С. С.	Рекристаллизация металлов и сплавов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2005
Л1.12	Кузнецов Георгий Миронович	Металловедение цветных металлов: Разд.: Кристаллизация и модифицирование сплавов: Курс лекций для студ. спец. 11.07	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1990
Л1.13	Страумал Борис Борисович, Бокштейн Борис Самуилович	Фазовые переходы на границах зерен. Жидкофазное и твердофазное смачивание, предсмачивание, предплавление: учеб. пособие для студ. металлург. и металлвед. спец.	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2004
Л1.14	Щекин В. А.	Технологические основы сварки плавлением: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва, Вологда: Инфра- Инженерия, 2021

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Кимельблат В. И., Волков И. В., Прокопьев Н. В.	Традиции и новации в электродиффузионной сварке: монография	Электронная библиотека	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012
Л2.2	Коновалов В. И., Пахомов А. Н., Гатапова Н. Ц., Колиух А. Н.	Методы решения задач теплопереноса: Теплопроводность и диффузия в неподвижной среде: учебное пособие	Электронная библиотека	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012
Л2.3	Леонова М. В., Шинкевич А. И.	Диффузия инноваций: модели и технологии управления: монография	Электронная библиотека	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014
Л2.4	Гридин О. М., Янченко Г. А.	Поверхностная энергия, смачивание, капиллярные эффекты, растекание	Библиотека МИСиС	, 2000
Л2.5	Луковская Е. О.	Сварка и пайка неметаллических материалов: учебное пособие	Электронная библиотека	Минск: РИПО, 2017

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	Moodle
П.2	Microsoft Excel
П.3	Microsoft Office
П.4	Microsoft PowerPoint

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
A-308	Лекционная аудитория	комплект учебной мебели на 160 рабочих мест, проектор, экран, доска
306а	Аудитория для проведения экспериментов по НИР, практических занятий:	вискозиметры, сварочное оборудование
A-104	Лаборатория	рабочее места преподавателя, комплект учебной мебели для обучающихся. Лабораторный стенд для измерения температуры термометрами сопротивления и термопарами; лабораторные установки для измерения температуры оптическим пирометром и его поверки (2 шт); лабораторный стенд для регулирования и контроля малых потоков газа; лабораторный стенд для создания газовых потоков и измерения расхода газа; лабораторный стенд для измерения вакуума датчиками ПМТ и ПМИ с использованием ВИТ; лабораторный стенд для измерения вакуума компрессионным манометром и градуировки термодарного манометра; лабораторная установка для изучения устройства и принципа работы мембранного насоса; лабораторная установка для изучения устройства и принципа работы диффузионного насоса (вакуумная станция, вакуумная трубчатая печь)

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации

Для изучения дисциплины в библиотеке вуза должна быть в наличии обязательная и дополнительная учебная литература по рекомендации кафедры.