



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института металлургии,  
машиностроения и материалобработки

А.С. Савинов

2 октября 2018 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### *ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ*

Направление подготовки  
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки  
Материаловедение и технологии материалов (в машиностроении)

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт  
Кафедра  
Курс  
Семестр

металлургии, машиностроения и материалобработки  
технологии металлургии и литейных процессов  
4  
7

Магнитогорск  
2018

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом МОиН РФ от 12.11.2015 № 1331.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологий металлургии и литейных процессов 04 сентября 2018 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / К.Н. Вдовин /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института металлургии, машиностроения и материалов обработки 02 октября 2018 г., протокол № 2.

Председатель \_\_\_\_\_ / А.С. Савинов /

Рабочая программа составлена:

проф., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_ / Н.В. Копцева /

Рецензент:

доцент, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ / Ю.Ю. Ефимова /

**Лист регистрации изменений и дополнений**

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата. № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	06.09.2019, протокол № 1	
2	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	06.09.2019, протокол № 1	
3	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	01.09.2020, протокол № 1	
4	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	01.09.2020, протокол № 1	

## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины *ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ* является приобретение студентами знаний об особенностях химического состава и свойств цветных металлов и сплавов, закономерностях физико-химических процессов, определяющих их свойства, а также процессов, происходящих при их обработке или во время службы, необходимых бакалавру по профилю «**Материаловедение и технологии материалов (в машиностроении)**» для плодотворной научно-исследовательской, расчетно-аналитической, производственной и проектно-технологической деятельности.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина **Б1.В.ВД.10.01 «Цветные металлы и сплавы»** относится к дисциплинам вариативной части блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин:

- дисциплин базовой части блока 1: Б1.Б.10 Физика; Б1.Б.11 Химия; Б1.Б.13 Метрология, стандартизация, сертификация; Б1.Б.17 Общее материаловедение и технологии материалов; Б1.Б.18 Технология получения изделий в машиностроении; Б1.Б.19 Механические свойства материалов; Б1.Б.20 Материаловедение;

- дисциплин вариативной части блока 1: Б1.В.01 Физическая химия; Б1.В.02 Основы термической и химико-термической обработки; Б1.В.10 Коррозия и методы защиты; Б1.В.08 Теория строения материалов.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для освоения последующих дисциплин:

- практик вариативной части блока 2: Б2.В.04(П) Производственная – преддипломная практика;

- государственной итоговой аттестации базовой части блока 3: Б3.Б.01 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Б3.Б.02 Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины, и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Цветные металлы и сплавы» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ПК-10 – способность оценивать качество материалов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения</b>	
Знать	– требования к составу, структуре и свойствам цветных металлов и их сплавов, применяемых в машиностроении, в соответствии с условиями эксплуатации изделий; – закономерности связи между составом, структурой и свойствами цветных металлов и их сплавов и их изменения при механическом, деформационном, термическом и химическом воздействиях; – особенности структуры и свойств, формирующихся в технологических процессах производства и обработки цветных металлов и их спла-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	вов в машиностроении
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализировать данные о составе, структуре и свойствах цветных металлов и их сплавов, полученные при испытаниях продукции в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения;</li> <li>– оценивать качество цветных металлов и их сплавов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения на основе данных о его структуре и свойствах</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками решения задач по оценке качества цветных металлов и их сплавов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения на основе данных о его структуре и свойствах</li> </ul>
<p><b>ПК-11 – способность применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов</b></p>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные типы современных цветных металлов и их сплавов, применяемых в машиностроении;</li> <li>– структурные характеристики и характеристики свойств цветных металлов и их сплавов, применяемых в машиностроении;</li> <li>– принципы выбора цветных металлов и их сплавов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности и экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выявлять задачи при осуществлении выбора цветных металлов и их сплавов для изделий в машиностроении различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды;</li> <li>– анализировать данные о структуре и свойствах, технологических процессах производства и обработки цветных металлов и их сплавов применительно к решению поставленных задач;</li> <li>– оценивать пригодность цветных металлов и их сплавов для заданных условий эксплуатации с учетом предъявляемых требований к его структуре, технологическим и эксплуатационным свойствам</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками оценки технологических и служебных качеств цветных металлов и их сплавов путем комплексного анализа их структуры и механических свойств, а также результатов физико-химических, коррозионных и других испытаний;</li> <li>– навыками выбора цветных металлов и их сплавов для изготовления деталей и изделий в машиностроении применительно к решению поставленных задач;</li> <li>– навыками выбора технологий и режимов обработки цветных металлов и их сплавов для обеспечения требований, предъявляемых к изделию в соответствии с поставленными задачами</li> </ul>

#### **4 Структура и содержание дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 единицы, 144 часа:

--контактная работа – 59,7 акад. часа:

– – аудиторная – 56 акад. часа;

– – внеаудиторная – 3,7 акад. часа;

–самостоятельная работа – 48,6 часа

–подготовка к экзамену – 35,7 часа.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. Занятия/И	практич. занятия				
1 Характеристика цветных металлов и их сплавов	7	18	16/8И		30	Проработка теоретического (лекционного) материала.	Текущий контроль Защита лабораторных работ	ПК-10 – зув; ПК-11 – зув.
1.1 Алюминий и его сплавы	7	5	6/4И		5	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к контрольной работе	Текущий контроль Контрольная работа Защита лабораторных работ	ПК-10 – зув; ПК-11 – зув.
1.2 Медь и ее сплавы	7	5	6/4И		5	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к контрольной работе	Текущий контроль Контрольная работа Защита лабораторных работ	ПК-10 – зув; ПК-11 – зув.
1.3 Магний и его сплавы. Бериллий и его сплавы	7	2	2		5	Проработка лекционного материала; подготовка к тестированию	Текущий контроль Тестирование	ПК-10 – зув; ПК-11 – зув.
1.4 Никель и его сплавы, Титан и его сплавы. Кобальт и его сплавы	7	2			5	Проработка лекционного материала; подготовка к тестированию	Текущий контроль Тестирование	ПК-10 – зув; ПК-11 – зув.
1.5 Свинец и его сплавы. Цинк и его сплавы	7	2	2		5	Проработка лекционного материала; подготовка к тестированию	Текущий контроль Тестирование	ПК-10 – зув; ПК-11 – зув.
1.6 Драгоценные металлы и их сплавы. Тугоплавкие металлы и их сплавы	7	2			5	Проработка лекционного материала; подготовка к контрольной работе	Текущий контроль Контрольная работа	ПК-10 – зув; ПК-11 – зув.
2 Прогрессивные направления в технологии производства и обработки цветных металлов и сплавов	7	10	12/4И		18,6	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к	Текущий контроль Контрольная работа Защита лабораторных работ	ПК-10 – зув; ПК-11 – зув.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. Занятия/И	практич. занятия				
						контрольной работе		
2.1 Новые направления в производстве слитков из цветных металлов и их сплавов	7	2			5	Проработка лекционного материала; подготовка к контрольной работе	<i>Текущий контроль</i> Контрольная работа	<i>ПК-10 – зув;</i> <i>ПК-11 – зув.</i>
2.2 Горячая деформация цветных металлов и их сплавов	7	2			4	Проработка лекционного материала; изучение дополнительного материала; подготовка к тестированию.	<i>Текущий контроль</i> Тестирование	<i>ПК-10 – зув;</i> <i>ПК-11 – зув.</i>
2.3 Холодная деформация цветных металлов и их сплавов	7	2	4/2И		4	Проработка лекционного материала; изучение дополнительного материала; подготовка к тестированию	<i>Текущий контроль</i> Тестирование	<i>ПК-10 – зув;</i> <i>ПК-11 – зув.</i>
2.4 Термическая обработка цветных металлов и их сплавов	7	4	8/2И		5,6	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к контрольной работе.	<i>Текущий контроль</i> Контрольная работа Защита лабораторных работ	<i>ПК-10 – зув;</i> <i>ПК-11 – зув.</i>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>7</b>	<b>28</b>	<b>28/12И</b>		<b>48,6</b>	Проработка лекционного материала и учебной литературы; Подготовка к экзамену.	<b><i>Промежуточный контроль (Экзамен)</i></b>	<i>ПК-10 – зув;</i> <i>ПК-11 – зув.</i>

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.



## **5 Образовательные и информационные технологии**

При проведении учебных занятий преподавание дисциплины «Цветные металлы и сплавы» реализуется в форме курсов, составленных с использованием результатов научных исследований, проводимых на кафедре, а также в центре коллективного пользования МГТУ, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей (ММК, ММК-МЕТИЗ, Белмаг и др.).

В процессе преподавания дисциплины «Цветные металлы и сплавы» применяются традиционная, интерактивная и информационно-коммуникационная образовательные технологии. При использовании традиционных образовательных технологий учебные занятия выполняются в форме информационных лекций и лабораторных работ. Эта технология сочетается с использованием информационно-коммуникационных образовательных технологий, когда лекции проводятся в форме лекций-визуализаций, при реализации которых изложение содержания сопровождается презентацией с демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в том числе иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении лабораторных работ используется интерактивные образовательные технологии, что предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников и достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Занятия организуются в виде лабораторного эксперимента с последующим групповым анализом полученных результатов. Используется также разбор конкретных ситуаций с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение учебной и научной литературы, а также самостоятельную проработку тем в процессе подготовки к текущему и промежуточному контролю.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

По дисциплине «Цветные металлы и сплавы» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

**6.1 Аудиторная самостоятельная работа** студентов предполагает выполнение контрольных работ и контрольное тестирование.

### **6.1.1 Вопросы тестовых заданий по теме «Характеристика цветных металлов и их сплавов»**

1. Указать основные преимущества титановых сплавов

- а) высокие прочность и вязкость
- б) высокая хладостойкость, хорошие антифрикционные свойства
- в) высокая жаростойкость, хорошие литейные свойства
- г) хорошая обрабатываемость резанием
- д) высокая удельная прочность и коррозионная стойкость

2. Отметить, какие марки сплавов относятся к спеченным алюминиевым сплавам

- а) АМг, АМц
- б) АК6, АКФ
- в) САП, САС
- г) АМг5П69.

3. Силуминами называются алюминиевые сплавы системы...

- а) Al – Si
- б) Al – Cu – Mg
- в) Al – Cu
- г) Al – Mg – Zn

4. Коррозионностойкие литейные алюминиевые – это сплавы системы...:

- а) Al – Mg, Al – Mg – Zn
- б) Al – Cu
- в) Al – Si – Mg
- г) Al – Cu – Mg

5. Отметить марки литейных титановых сплавов

- а) BT14
- б) BT5Л, BT14Л
- в) BT5-1

6. Указать, к какой группе металлов относится магний

- а) к легкоплавким
- б) к благородным
- в) к легким
- г) к редкоземельным

7. В какой из приведенных ниже групп содержится только легкие металлы?

- а) титан, медь
- б) серебро, хром

- в) алюминий, олово
- г) магний, бериллий

8. Какими из приведенных свойств характеризуется медь?

- а) низкие тепло- и электропроводность, пластичность
- б) высокие тепло- и электропроводность, прочность
- в) высокие тепло- и электропроводность, пластичность
- г) высокие тепло- и электропроводность, твердость

9. Что такое латунь?

- а) Сплав меди с цинком
- б) Сплав железа с никелем
- в) Сплав меди с оловом
- г) Сплав алюминия с кремнием.

10. Как называется сплав марки Л62, каков его химический состав?

- а) сталь для фасонного литья, содержащая 0,62 %С
- б) литейный алюминиевый сплав, содержащий 62% Al
- в) сплав меди с цинком, содержащий 62% Cu
- г) сплав олова с медью, содержащий 62% Cu

11. Как называются сплавы меди с другими элементами (кремнием, алюминием, оловом, бериллием и т.д.)

- а) бронзы
- б) латуни
- в) инвары
- г) баббиты

12. Каковы основные характеристики алюминия?

- а) малая плотность, низкая теплопроводность, низкая коррозионная стойкость
- б) высокая плотность, высокая теплопроводность, высокая коррозионная стойкость
- в) малая плотность, высокая теплопроводность, высокая коррозионная стойкость
- г) малая плотность, высокая теплопроводность, низкая коррозионная стойкость

13. Указать, какие сплавы относят к баббитам

- а) латунь с двухфазной структурой
- б) литейные алюминиевые сплавы
- в) антифрикционные сплавы
- г) бронза, упрочненная железом и марганцем
- д) сплавы для подшипников качения

14. Какое свойство делает титановые сплавы особенно ценными по созданию летательных аппаратов?

- а) низкая плотность
- б) высокая абсолютная прочность
- в) высокая химическая стойкость
- г) высокая удельная прочность

15. Какой из перечисленных сплавов имеет название: латунь оловянная с содержанием меди 90 %, олова 1 %, цинка 8 %

- а) ЛА 85-0,6
- б) ЛО 90-1
- в) БрОТН 8-5-4.

16. К какой группе сплавов относят сплав марки Д16?

- а) баббиты
- б) медные деформируемые сплавы
- в) алюминиевые деформируемые сплавы, упрочняемые термообработкой
- г) алюминиевые деформируемые сплавы, не упрочняемые термообработкой

17. Какой буквой обозначается железо при маркировке сплавов цветных металлов.

- а) Ж
- б) С
- в) F

18. Какая группа сплавов относится к алюминиевым сплавам?

- а) силумин, дюраль, баббит
- б) бронза, алькусин, авиаль
- в) силумин, дюраль, авиаль
- г) алькусин, стеллит, дюраль

19. Бронза – это сплав...

- а) алюминия с кремнием
- б) меди с оловом
- в) меди с цинком
- г) железа с оловом

20. Латунь – это сплав...

- а) алюминия с кремнием
- б) меди с оловом
- в) меди с цинком
- г) железа с цинком

21. В каком из перечней указан химический состав простой латуни?

- а) медь, цинк
- б) медь, олово
- в) медь, никель

22. Выберите характерное свойство меди

- а) упругость
- б) прочность
- в) пластичность

23. Укажите, сколько компонентов в химическом составе латуни марки ЛАЖ 60-1-1

- а) два

- б) три
- в) четыре

24. Укажите, какие химические элементы входят в состав бронзы БрОЦ 4-3

- а) медь, олово, цинк
- б) медь, цинк, свинец
- в) олово, цинк

25. Из предложенных марок выберите литейные алюминиевые сплавы

- а) АЛ7
- б) Д16
- г) АК8

25. Укажите процентное содержание алюминия для марки А97

- а) 99,95
- б) 99,97
- в) 99,99

26. По технологии изготовления изделий алюминиевые сплавы делятся на ...:

- а) литейные и деформируемые
- б) деформируемые и спеченные
- в) литейные, деформируемые и спеченные

27. Из предложенного перечня выберите требования, предъявляемые к антифрикционным цветным сплавам

- а) высокая твердость, износостойкость
- б) низкий коэффициент трения, пластичность
- в) высокая упругость, вязкость
- г) высокая износостойкость, малый коэффициент трения

26. Определите правильную строку

- а) практическое применение имеют латуни с содержанием цинка до 45 %, так как дальнейшее увеличение содержания цинка приводит к резкому падению прочности
- б) практическое применение имеют латуни с содержанием цинка до 10 %, так как дальнейшее увеличение содержания цинка приводит к резкому падению прочности
- в) практическое применение имеют латуни с содержанием цинка до 30 %, так как дальнейшее увеличение содержания цинка приводит к резкому падению прочности

27. Найдите ошибку

- а) медь маркируется буквой М, после которой стоит цифра; чем больше цифра, тем ниже электропроводность меди
- б) медь маркируется буквой М, после которой стоит цифра; чем больше цифра, тем больше в ней примесей
- в) медь маркируется буквой М, после которой стоит цифра; чем больше цифра, тем меньше в ней примесей

### **6.1.2 Вопросы к контрольным работам по теме «Характеристика цветных металлов и их сплавов»**

1. Охарактеризуйте основные свойства меди.
1. Объясните влияние водорода на свойства сплавов. Укажите виды водородной хрупкости.
2. Какие примеси могут быть в меди и как они влияют на структуру и свойства меди?
3. Объясните, что такое «техническая медь» и где ее применяют.
4. Поясните, что такое «латунь» и какие латуни бывают.
5. Охарактеризуйте структуру латуней.
6. Как добавка алюминия влияет на свойства деформируемой латуни? Охарактеризуйте структуру, маркировку и области применения алюминиевых латуней.
7. Охарактеризуйте структуру, свойства, маркировку и области применения деформируемых кремнистых латуней.
8. Опишите структуру, свойства, маркировку и области применения деформируемых кремнесвинцовистых латуней.
9. Приведите структуру, свойства, маркировку и области применения деформируемых марганцовистых латуней.
10. Охарактеризуйте структуру, свойства, маркировку и области применения деформируемых железомарганцовистых латуней.
11. Опишите структуру, свойства, маркировку, режимы термообработки, применение деформируемых оловянистых латуней.
12. Приведите структуру, свойства, маркировку, режимы термообработки, применение деформируемых свинцовистых латуней.
13. Каковы характерные особенности литейных латуней, обрабатываемых давлением?
14. Чем легируют литейные латуни?
15. Охарактеризуйте структуру, свойства, области применения и маркировку оловянных бронз.
16. Приведите структуру, свойства, режимы термообработки, применение, маркировку алюминиевых бронз.
17. Опишите структуру, свойства, режимы термообработки, применение, маркировку свинцовых бронз.
18. Приведите структуру, свойства, режимы термообработки, применение, маркировку марганцовистых бронз.
19. Охарактеризуйте структуру, свойства, области применения и маркировку кремнистых бронз.
20. Приведите структуру, свойства, области применения и маркировку бериллиевых бронз.
21. Что такое «мельхиор», каковы его структура, свойства, термообработка, применение, маркировка?
22. Что такое «нейзильбер», каковы его структура, свойства, термообработка, применение, маркировка?
23. Объясните, что такое «куниаль» каковы его структура, свойства, термообработка, применение, маркировка.
24. Что такое «манганин», каковы его структура, свойства, термообработка, применение, маркировка?
25. Поясните, какие сплавы относят к электротехническим.
26. Объясните, как можно повысить жаропрочность меди при сохранении высокой тепло- и электропроводности.
27. Какие бронзы имеют высокую электропроводность и прочность?
28. Охарактеризуйте основные свойства алюминия.
29. Какие примеси встречаются в алюминии?
30. Дайте классификацию алюминиевых сплавов.
31. Приведите условия распада твердого раствора и виды старения алюминиевых сплавов.

32. Каков механизм старения алюминиевых сплавов?
33. Что такое «возврат при старении», для чего и как его проводят? Назовите его недостатки.
34. Охарактеризуйте химический состав, структуру, свойства, маркировку, режим термообработки, применение дуралюминов.
35. Опишите химический состав, структуру, свойства, маркировку, режим термообработки, применение «авиалей».
36. Охарактеризуйте химический состав, структуру, свойства, маркировку, режим термообработки, применение сплавов на основе системы алюминий–магний–кремний–медь.
37. Опишите химический состав, структуру, свойства, маркировку, режим термообработки, применение высокопрочных сплавов.
38. Охарактеризуйте химический состав, структуру, свойства, маркировку, режим термообработки, применение жаропрочных сплавов.
39. Приведите химический состав, структуру, свойства, маркировку, режим термообработки, применение сплавов системы алюминий–марганец.
40. Опишите химический состав, структуру, свойства, маркировку, режим термообработки, применение сплавов системы алюминий–магний.
41. Охарактеризуйте химический состав, структуру, свойства, маркировку, режим термообработки, применение литейных алюминиевых сплавов.
42. Что такое специальные материалы САПы?
43. Поясните, что такое САС.
44. Перечислите преимущества изготовления полуфабрикатов из гранул.
45. Каковы основные свойства титана? Указать основные преимущества титановых сплавов.
46. Как титан взаимодействует с примесями (газами)?
47. Как титан взаимодействует с легирующими элементами?
48. Какие фазовые превращения возможны в титане и его сплавах?
49. Охарактеризуйте метастабильные фазы в титановых сплавах.
50. Какие превращения происходят при отпуске, старении и изотермической обработке титановых сплавов?
51. Приведите классификацию титана и его сплавов.
52. Охарактеризуйте химический состав, структуру, режим термообработки, маркировку, свойства, применение деформируемых титановых  $\alpha$ -сплавов.
53. Опишите химический состав, структуру, режим термообработки, маркировку, свойства, применение ( $\alpha + \beta$ )-сплавов.
54. Охарактеризуйте химический состав, структуру, режим термообработки, маркировку, свойства, применение  $\beta$ -сплавов.
55. Опишите химический состав, структуру, режим термообработки, маркировку, свойства, применение литейных титановых сплавов.

### **6.1.3 Вопросы к контрольным работам по теме «Прогрессивные направления в технологии производства и обработки цветных металлов и сплавов»**

1. Перечислите способы нагрева, применяемые при термической обработке цветных металлов и сплавов.
2. Какие охлаждающие среды используют при термической обработке цветных металлов и сплавов?
3. Как уменьшают остаточные напряжения в изделиях из цветных металлов и сплавов?
4. Поясните, как взаимодействуют металлы с газами.
5. Перечислите виды контролируемых атмосфер, используемых при термической обработке цветных металлов и сплавов.

6. Охарактеризуйте назначение и виды защитных покрытий.
7. Укажите, какие особенности меди и ее сплавов необходимо учитывать при термообработке.
8. Как необходимо выбирать режим гомогенизационного отжига меди и ее сплавов?
9. Как выбирают режим рекристаллизационного отжига?
10. Для чего и как проводят неполный отжиг?
11. Как выбирают режим закалки медных сплавов?
12. Какие виды старения применяют для медных сплавов?
13. Перечислите виды брака при термической обработке меди и ее сплавов.
14. Охарактеризуйте виды термической обработки латуней.
15. Каковы особенности термической обработки  $\alpha$ -, ( $\alpha + \beta$ )-,  $\beta$ -латуней?
16. Как добавка алюминия влияет на свойства деформируемой латуни? Охарактеризуйте структуру и режим термообработки алюминиевых латуней.
17. Охарактеризуйте структуру, свойства и режимы термообработки деформируемых кремнистых латуней.
18. Опишите структуру, свойства и режимы термообработки деформируемых кремне-свинцовистых латуней.
19. Приведите структуру, свойства и режимы термообработки деформируемых марганцовистых латуней.
20. Охарактеризуйте структуру, свойства и режимы термообработки деформируемых железомарганцовистых латуней.
21. Опишите структуру, свойства и режимы термообработки деформируемых оловянистых латуней.
22. Приведите структуру, свойства и режимы термообработки деформируемых свинцовистых латуней.
23. Каковы характерные особенности литейных латуней, обрабатываемых давлением?
24. Охарактеризуйте структуру, свойства и режимы термообработки оловянных бронз.
25. Приведите структуру, свойства и режимы термообработки алюминиевых бронз.
26. Опишите структуру, свойства и режимы термообработки свинцовых бронз.
27. Приведите структуру, свойства и режимы термообработки марганцовистых бронз.
28. Охарактеризуйте структуру, свойства и режимы термообработки кремнистых бронз.
29. Приведите структуру, свойства и режимы термообработки бериллиевых бронз.
30. Охарактеризуйте режим термической обработки электротехнических бронз с высокой электропроводностью и прочностью.
31. Дайте общую характеристику видов термической обработки алюминиевых сплавов.
32. Для чего выбирают режим гомогенизации алюминиевых сплавов?
33. Охарактеризуйте технологию отжига слитков из алюминиевых сплавов для снятия напряжений.
34. Каковы цель и технология рекристаллизационного отжига алюминиевых сплавов?
35. Объясните назначение и технологию отжига термически упрочняемых алюминиевых сплавов с целью разупрочнения.
36. Охарактеризуйте технологию отжига листов термически не упрочняемых алюминиевых сплавов.
37. Каковы цель и технология закалки алюминиевых сплавов?
38. Охарактеризуйте технологию термической обработки прессованных изделий.
39. Дайте описание технологии термической обработки труб.
40. Какова технология термической обработки поковок?
41. Опишите технологию термической обработки штамповок.
42. Какова особенность термомеханической обработки алюминиевых сплавов?
43. Дайте описание технологии термической обработки литейных алюминиевых сплавов.



44. Какие защитные атмосферы используют при термической обработке алюминиевых сплавов?
45. Перечислите виды брака при термической обработке алюминиевых сплавов.
46. Перечислите виды термической обработки титановых сплавов.
47. Охарактеризуйте принцип выбора отжига (дорекристаллизационного, рекристаллизационного, а также отжига для уменьшения остаточных напряжений).
48. Опишите технологию изотермического отжига.
49. Приведите принципы выбора режима закалки титановых сплавов.
50. Охарактеризуйте принципы выбора режима старения (отпуска) титановых сплавов.
51. Каковы цель и технология термомеханической обработки титановых сплавов?
52. Охарактеризуйте цель и технологию химико-термической обработки титановых сплавов.
53. Как выполняют защиту титана и его сплавов от газонасыщения?
54. Перечислите возможные дефекты термически обработанных изделий и полуфабрикатов.

**6.2 Внеаудиторная самостоятельная работа** обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала по темам дисциплины, а также подготовку к лабораторным занятиям, контрольным работам и тестированию.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-10 – способность оценивать качество материалов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– требования к составу, структуре и свойствам цветных металлов и их сплавов, применяемых в машиностроении, в соответствии с условиями эксплуатации изделий;</li> <li>– закономерности связи между составом, структурой и свойствами цветных металлов и их сплавов и их изменения при механическом, деформационном, термическом и химическом воздействиях;</li> <li>– особенности структуры и свойств, формирующихся в технологических процессах производства и обработки цветных металлов и их сплавов в машиностроении</li> </ul>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Преимущества цветных металлов и сплавов и области их применения в машиностроении.</li> <li>2. Медь, ее свойства и применение.</li> <li>3. Латунь: свойства; структура; маркировка; свойства и применение.</li> <li>4. Особенности литейных латуней, обрабатываемых давлением.</li> <li>5. Бронзы: состав; структура; маркировка и применение.</li> <li>6. Влияние легирующих элементов на свойства бронз.</li> <li>7. Оловянистые бронзы: состав; структура; маркировка; свойства и применение.</li> <li>8. Свинцовые бронзы: состав; структура; маркировка; свойства и применение.</li> <li>9. Особенности структуры и свойств медных сплавов при отжиге.</li> <li>10. Особенности структуры и свойств медных сплавов при закалке и старении.</li> <li>11. Алюминий, его свойства и применение.</li> <li>12. Силумин: состав; структура; свойства и применение.</li> <li>13. Процесс модифицирования силумина и его цель.</li> <li>14. Механизм старения алюминиевых сплавов.</li> <li>15. Возврат при старении алюминиевых сплавов.</li> <li>16. Дуралюмины: химический состав, структура, свойства, маркировка, применение.</li> <li>17. Авиали: химический состав, структура, свойства, маркировка, применение.</li> <li>18. Спеченные алюминиевые сплавы: состав, методы получения, свойства..</li> <li>19. Титан, его свойства и применение.</li> <li>20. Влияние легирующих элементов на полиморфизм титана.</li> </ol>

		21. Фазовые превращения в титановых сплавах. 22. Применение титановых сплавов. 23. Свойства и применение никеля и его сплавов. 24. Свойства и применение свинца и его сплавов. 25. Драгоценные металлы и их сплавы 26. Тугоплавкие металлы и их сплавы
Уметь	<p>– анализировать данные о составе, структуре и свойствах цветных металлов и их сплавов, полученные при испытаниях продукции в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения;</p> <p>– оценивать качество цветных металлов и их сплавов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения на основе данных о его структуре и свойствах</p>	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Охарактеризовать виды специальных бронз, указать их характерные свойства, наиболее часто применяемые марки и их применение.</li> <li>2. Провести анализ диаграммы Cu-Be для обоснования влияния химического состава на механические свойства бериллиевых бронз.</li> <li>3. Объяснить роль свинца при легировании оловянистой бронзы и особенности структуры этого сплава.</li> <li>4. Обосновать различия между однофазной и двухфазной латунями.</li> <li>5. Рассмотреть области применения литейных алюминиевых сплавов и объяснить, как их можно упрочнить.</li> <li>6. Проанализировать диаграмму Al-Si и объяснить влияния модифицирования на структуру и механические свойства силуминов.</li> <li>7. Какой основной элемент входит в состав сплавов Д1, Д16, Д18? Какие еще элементы входят в эти сплавы и какова их роль? Какие свойства имеют эти сплавы? В чем их недостатки?</li> <li>8. Пояснить, для каких целей применяются алюминиевые, бериллиевые и магниевые сплавы.</li> <li>9. Обосновать назначение сплавов на основе магния, указать составы и принципы их маркировки.</li> <li>10. Объяснить, какие сплавы называют баббитами и охарактеризовать основные требования к их структуре и свойствам.</li> <li>11. Объяснить роль меди при введении ее в состав оловянных или свинцовых баббитов и особенности структуры таких сплавов.</li> <li>12. Пояснить, каково назначение подшипниковых сплавов и на какие группы они под-</li> </ol>

		<p>разделяются.</p> <p>13. Рассмотреть основные требования, которые предъявляются к антифрикционным материалам.</p> <p>14. Рассмотреть основные преимущества титановых сплавов, используемых в корпусных судовых конструкциях.</p> <p>15. Указать различия в химическом составе, свойствах и назначении сплавов «магналии», «авиали», «дюрали».</p>
Владеть	<p>– навыками решения задач по оценке качества цветных металлов и их сплавов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения на основе данных о его структуре и свойствах</p>	<p><b>Примерные практические задания для экзамена по решению задач из профессиональной области:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чем различаются сплавы МА и МЛ? Где их можно применить?</li> <li>2. Обосновать, чем обусловлено уменьшение коэффициента трения при использовании антифрикционных сплавов?</li> <li>3. Объяснить, как влияют отдельные легирующие элементы на свойства латуни.</li> <li>4. Пояснить, что такое удельная прочность? Привести примеры цветных сплавов с высокой удельной прочностью и указать области их применения.</li> <li>5. Объяснить, что общего в составе и свойствах бронз и латуней. Чем они различаются?</li> <li>6. Пояснить различия в структуре модифицированного и не модифицированного силумина. Как они повлияли на механические свойства сплава?</li> <li>7. Какие преимущества имеет бронза по сравнению с латунью? Как химический состав влияет на свойства бронзы?</li> <li>8. Объяснить существование <math>\alpha</math>-титановых сплавов, <math>(\alpha+\beta)</math>-титановых сплавов и <math>\beta</math>-титановых сплавов. Какие легирующие добавки присутствуют в каждой группе.</li> <li>9. Объяснить, как увеличение содержания цинка влияет на механические свойства латуни.</li> <li>10. Какой из сплавов будет обладать более высокими механическими свойствами после термического упрочнения: БрБ1 или БрБ2? Объяснить, используя диаграмму состояния Cu-Be.</li> <li>11. С какой целью в свинцовистые и оловянистые баббиты дополнительно вводят медь? Как это повлияет на свойства сплава?</li> </ol>

		<p>12. Какой сплав имеет более высокую жаропрочность САП или САС? Объяснить, почему.</p> <p>13. Чем различаются группы сплавов: 1) ВТ1-0; ВТ1-00; ВТ1-00св; 2) ВТ5; ВТ5-1; 3) ОТ4, ОТ4-1; 4) ВТ6, ВТ14, ВТ16, ВТ20, ВТ22, ВТ23, ВТ25, ВТ28, ВТ33?</p> <p>14. Объяснить, почему силумин имеет отличные литейные свойства.</p> <p>15. Почему латунь марки Л70 имеет более высокие свойства по сравнению с латунью марки Л90?</p> <p>16. Как улучшить коррозионную стойкость алюминиевых высокопрочных сплавов? Для каких назначений и условий эксплуатации это делается?</p>
<p><b>ПК-11 – способностью применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов</b></p>		
<p>Знать</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные типы современных цветных металлов и их сплавов, применяемых в машиностроении;</li> <li>– структурные характеристики и характеристики свойств цветных металлов и их сплавов, применяемых в машиностроении;</li> <li>– принципы выбора цветных металлов и их сплавов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности и экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов</li> </ul>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цветные металлов и сплавов, применяемые в машиностроении.</li> <li>2. Классификация меди, медных сплавов и их маркировка.</li> <li>3. Латунь: свойства; структура; маркировка; свойства и применение.</li> <li>4. Бронзы: состав; структура; маркировка и применение.</li> <li>5. Отжиг медных сплавов</li> <li>6. Закалка и старение медных сплавов</li> <li>7. Термическая обработка бронз.</li> <li>8. Термическая обработка деформируемых латуней.</li> <li>9. Классификация алюминия, алюминиевых сплавов и их маркировка.</li> <li>10. Отжиг алюминиевых сплавов.</li> <li>11. Закалка и старение алюминиевых сплавов.</li> <li>12. Термическая обработка высокопрочных алюминиевых сплавов.</li> <li>13. Термическая обработка жаропрочных алюминиевых сплавов.</li> <li>14. Термическая обработка литейных алюминиевых сплавов</li> <li>15. Спеченные алюминиевые сплавы.</li> <li>16. Классификация титановых сплавов по структуре.</li> <li>17. Термическая обработка титановых сплавов.</li> </ol>

		<p>18. Применение титановых сплавов.  19. Применение никеля и его сплавов.  20. Применение свинца и его сплавов.  21. Драгоценные металлы и их сплавы  22. Тугоплавкие металлы и их сплавы  23. Выплавка цветных металлов и сплавов  24. Новые направления в производстве слитков из цветных металлов и их сплавов  25. Горячая деформация цветных металлов и их сплавов  26. Холодная деформация цветных металлов и их сплавов.</p>
<p>Уметь</p>	<p>– выявлять задачи при осуществлении выбора цветных металлов и их сплавов для изделий в машиностроении различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды;  – анализировать данные о структуре и свойствах, технологических процессах производства и обработки цветных металлов и их сплавов применительно к решению поставленных задач;  – оценивать пригодность цветных металлов и их сплавов для заданных условий эксплуатации с учетом предъявляемых требований к его структуре, технологическим и эксплуатационным свойствам</p>	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объяснить сущность термического упрочнения медных сплавов.</li> <li>2. Объяснить, что такое старение при термической обработке цветных сплавов.</li> <li>3. Как по маркировке отличить латунь и бронзу? В чем преимущества каждого из этих сплавов?</li> <li>4. Как различить по маркировке класс алюминиевого сплава при выборе материала?</li> <li>5. Какие сплавы на основе цветных металлов получили наибольшее применение в народном хозяйстве?</li> <li>6. Какие достоинства алюминия используются при изготовлении деталей и конструкций?</li> <li>7. Какими элементами легированы <math>\alpha</math>-титановые сплавы? Какова основная область их применения? Привести пример наиболее распространенной марки сплава этого класса.</li> <li>8. Какими элементами легированы <math>\beta</math>-титановые сплавы? Почему они не получили широкого распространения?</li> <li>9. Какими элементами легированы <math>(\alpha+\beta)</math>-титановые сплавы? Какова основная область их применения?</li> <li>10. Какие марки бронзы предпочтительнее для изготовления литых изделий? Обосновать свое решение.</li> <li>11. Объяснить, почему содержание цинка в двойных деформируемых латунях не превышает 20 %.</li> <li>12. Какие основные свойства сплавов, маркируемых буквами АК в начале марки? Где</li> </ol>

		<p>их можно применять?</p> <p>13. Что означает буква «Т» в марке дюралюминия, например: Д16Т?</p> <p>14. Где можно использовать сплавы, называемые авиалами, и почему? Какой обработкой их можно упрочнить?</p> <p>15. Где используют сплавы, называемые магналиями? Каким образом они упрочняются?</p> <p>16. Какой сплава надо использовать для изготовления изделий методом горячейковки или штамповки: АК4 или Д4? Объяснить свой выбор.</p>
Владеть	<p>– навыками оценки технологических и служебных качеств цветных металлов и их сплавов путем комплексного анализа их структуры и механических свойств, а также результатов физико-химических, коррозионных и других испытаний;</p> <p>– навыками выбора цветных металлов и их сплавов для изготовления деталей и изделий в машиностроении применительно к решению поставленных задач;</p> <p>– навыками выбора технологий и режимов обработки цветных металлов и их сплавов для обеспечения требований, предъявляемых к изделию в соответствии с поставленными задачами</p>	<p><b>Примерные практические задания для экзамена по решению задач из профессиональной области (4 семестр):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие изделия на судах можно изготовить из меди и ее сплавов? Обосновать свое решение.</li> <li>2. Используя диаграмму Cu-Be, назначить режим закалки сплава БрБ2. Для какого назначения можно использовать такой сплав?</li> <li>3. Каковы будут отличия в свойствах модифицированного и не модифицированного силумина. Объяснить, почему.</li> <li>4. Какое преимущество в механических свойствах будет иметь однофазная латунь по сравнению с многофазной? Обосновать свое решение.</li> <li>5. Какой баббит – на основе свинца или на основе олова – будет обладать более высокой рабочей температурой, а какой – более высокой коррозионной стойкостью?</li> <li>6. Какой сплав алюминия предпочесть для изготовления отливок сложной формы? Обосновать свое решение.</li> <li>7. Какое преимущество титановые сплавы имеют по сравнению с остальными сплавами легких металлов?</li> <li>8. Какой сплав АК12 или АК14 будет иметь более высокие прочностные свойства? Какую структуру будут иметь эти сплав?</li> <li>9. Зачем в силумин вводят 0,1 % Na (или 0,05 % Li)? Объяснить, используя диаграмму состояния.</li> <li>10. Чем различаются сплав Б83 и Б16? Где их лучше применить?</li> <li>11. Какую термическую обработку надо применить, чтобы упрочнить дюралюминий?</li> </ol>

		<p>Какие фазовые и структурные превращения происходят при такой обработке?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>12. Какое основное отличие сплава ВД95 от сплава Д16? Как оно обеспечивается?</li><li>13. Расшифровать маркировку сплавов, указать их свойства и назначение Д1, Д3, Д16, ВД95.</li><li>14. Расшифровать маркировку сплавов, указать их свойства и назначение АК8, АМг5, АМц.</li><li>15. Расшифровать маркировку сплавов, указать их свойства и назначение: Б83 и БН.</li><li>16. Расшифровать маркировку сплавов, указать их свойства и назначение: Бр.ОФ 10-1, БрОЦСНЗ-7- 5-1, БрАМцЮ-2.</li><li>17. Расшифровать маркировку сплавов, указать их свойства и назначение: ЛАМцЖ67-5-2-2 и ЛЦ40МцЗЖ.</li><li>18. В чем особенность химического состава сплавов ВД95 и особенность его свойств, термической обработки и назначения?</li><li>19. Какой сплав более подходит для работы при температуре 300-500 °С: САП или САС? Обосновать свой выбор.</li><li>20. Как можно упрочнить сплавы АМц, АМг термической обработкой или пластической деформацией? Обосновать свое решение.</li></ol>
--	--	--



**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

**Промежуточная аттестация по дисциплине «Цветные металлы и сплавы»** включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, и проводится в форме экзамена

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена (7 семестр):**

– на оценку **«отлично»** – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) основная литература:

1. Романтеев, Ю. П. Металлургия тяжелых цветных металлов : учебное пособие / Ю. П. Романтеев, С. В. Быстров. — Москва : МИСИС, 2010. — 575 с. — ISBN 978-5-87623-173-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117036> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Фетисов, Г. П. Материаловедение и технология материалов [Электронный ресурс]: учебник / Г. П. Фетисов, Ф. А. Гарифуллин. — М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. — 397 с.: 60x90 1/16. — Режим доступа: <http://new.znaniium.com/bookread2.php?book=413166>. — Загл. с экрана. — ISBN 978-5-16-006899-2.

### б) дополнительная литература:

1. Медь и медные сплавы. Отечественные и зарубежные марки [Электронный ресурс] / О.Е. Осинцев, В.Н. Федоров — М.: Машиностроение, 2016. — Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785990763838.html>. — Загл. с экрана.
2. Белов Н.А. Металловедение цветных металлов. Алюминиевые, магниевые и титановые сплавы. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.А. Белов, А.А. Аксенов. — Электрон. дан. — М.: МИСИС, 2005. — 149 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1829>. — Загл. с экрана.

### в) методические указания

Методические указания к лабораторным работам:

1. Копцева Н.В., Чукин В.В., Ефимова Ю.Ю. Изучение макроструктуры литого алюминия. — Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. — 7 с.
2. Молочкова О.С., Нефедьев С.П., Щипакина М.В. Изучение микроструктуры сплавов системы Pb – Sb. — Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. — 8с.
3. Емелюшин А.Н., Петроченко Е.В., Нефедьев С.П. Изучение микроструктуры цветных сплавов. — Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. — 13 с.
4. Петроченко Е.В., Нефедьев С.П., Молочкова О.С., Емелюшин А.Н. Микроструктура порошковых и композиционных материалов. — Магнитогорск: МГТУ, 2010. — 9 с.
5. Влияние термической обработки на механические свойства бериллиевой бронзы / Копцева Н.В. Термическая обработка специальных сталей и сплавов: методические указания к циклу лабораторных работ. — Магнитогорск: МГТУ, 2005. — С. 35-39.

### г) Интернет-ресурсы

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2016	11.10.2021 27.07.2018
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7Zip	Свободно распространяемое	бессрочно

1. Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»: <https://dlib.eastview.com/>
2. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ): URL: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp)
3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar): URL: <https://scholar.google.ru/>
4. Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам: URL: <http://window.edu.ru/>
5. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»: URL: <http://www1.fips.ru/>
6. Российская Государственная библиотека. Каталоги: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/>
7. Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp>
8. Университетская информационная система РОССИЯ: <https://uisrussia.msu.ru>
9. Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»: <http://webofscience.com>
10. Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»: <http://scopus.com>
11. Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals: <http://link.springer.com/>
12. Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols: <http://www.springerprotocols.com/>
13. Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference: <http://www.springer.com/references>
14. Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НП НЭИКОН): <https://archive.neicon.ru/xmlui/>

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Оборудование для приготовления шлифов (отрезные, шлифовальные и полировальные круги; оборудование для травления шлифов).
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	1. Машины универсальные испытательные на растяжение, сжатие, скручивание. 2. Мерительный инструмент. 3. Приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла. 4. Микротвердомер.
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	1. Печи термические 2. Приборы для измерения твердости по методу Роквелла
Учебная аудитория для	1. Микроскопы МИМ-6, МИМ-7

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
проведения лабораторных занятий	2. Компьютерная система анализа изображений «Thixomet Pro» 3. Коллекции микро- и макрошлифов углеродистых и легированных сталей и сплавов 4. Альбомы микроструктур.
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Специализированная мебель. Станочный парк оборудования и инструменты для профилактического обслуживания и ремонта учебного оборудования. Помещение для хранения учебного оборудования