

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  В.И. Ряжских  
«30» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины**

«Материаловедение»

**Специальность** 24.05.02 ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВИАЦИОННЫХ И  
РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Специализация** №3 Проектирование жидкостных ракетных двигателей

**Квалификация выпускника** инженер

**Нормативный период обучения** 5 лет и 6 м.

**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2017

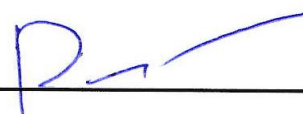
Автор программы

  
\_\_\_\_\_ / В.В. Ожерельев /

Заведующий кафедрой  
Материаловедения и  
физики металлов

  
\_\_\_\_\_ / Д.Г. Жилияков /

Руководитель ОПОП

  
\_\_\_\_\_ / В.С. Рачук /

Воронеж 2017

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Изложение в логическом и систематизированном порядке представлений и понятий о качественной и количественной связи между строением металлических и неметаллических материалов, как конструкционных, так и специального назначения, используемых в авиационной промышленности на различном уровне и их свойствами.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- овладеть знаниями строения металлических и неметаллических материалов, их классификацией, маркировкой и свойствами;

- надежно усвоить влияние внешних параметров на тонкую структуру материала, на базе чего уметь прогнозировать его свойства, что при дальнейшем изучении данного предмета и специальных дисциплин позволит сознательно относиться к выбору материала и способам его технологической обработки, дающим максимальные технико-экономические показатели;

- планировать экономию материала и его защиту от разрушения и повреждения в результате действий внешних реальных условий работы детали, чем гарантировать высокие показатели качества и долговечности конструкции, работоспособности инструмента и высокой эффективности оборудования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Материаловедение» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Материаловедение» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-11: способность выбирать основные и вспомогательные материалы, используемые при изготовлении авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА;

ПК-13: способность внедрять в производство авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА перспективные конструкционные материалы, а также новые способы формообразования и воздействия на полуфабрикаты, заготовки, детали и готовые изделия;

ПК-21: способность исследовать и анализировать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-11	знать основные группы и классы современных материалов, их свойства и области применения; методы упрочнения сталей и сплавов
	уметь проводить металлографический анализ сталей, чугунов,

	цветных металлов и сплавов; <b>владеть</b> навыками анализа диаграмм состояния; основами методов исследования свойств материалов, физических и химических процессов в них, обработки и модифицирования материалов
ПК-13	<b>знать</b> виды термической, химико-термической, термомеханической и механической обработки металлических сплавов; маркировку, химический состав, назначение сплавов на основе железа, алюминия, меди, титана; классификацию конструкционных, инструментальных материалов и материалов специального назначения и их основные свойства. <b>уметь</b> применять основные типы современных материалов для решения производственных задач <b>владеть</b> навыками выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, экологических последствий их применения
ПК-21	<b>знать</b> характерные особенности кристаллического строения металлов и сплавов; виды дефектов кристаллического строения; влияние дефектов на свойства материалов <b>уметь</b> анализировать фазовые превращения при нагревании и охлаждении металлов и сплавов <b>владеть</b> навыками определения основных механических свойств материалов и анализа надежности и долговечности материала в изделии по данным его структуры и свойств

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Материаловедение» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	экзамен
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий  
**очная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Строение и свойства металлов.	Значение и задачи курса. Роль материаловедения в изучении общетехнических и специальных дисциплин. Типы связей в кристаллах, кристаллическое строение металлов. Параметры решетки. Моно- и поликристаллическое строение. Анизотропия и полиморфизм. Точечные, линейные, поверхностные дефекты и их свойства. <i>Самостоятельное изучение:</i> типы кристаллических решеток реальных металлов машиностроения. Механические, физические и технологические свойства материалов.	1	2	4	5	12
2	Процессы плавления и кристаллизации	Плавление металлов. Механизмы кристаллизации. Основы теории кристаллизации. Явление переохлаждения. Модифицирование. Термодинамические основы и кинетика кристаллизации. <i>Самостоятельное изучение:</i> дендритная ликвация. Влияние примесей.	2	2	-	5	9
3	Пластическая деформация и рекристаллизация	Понятие контура и вектора Бюргера. Физическая природа деформации и разрушения. Дислокационная модель пластического течения. Явление наклепа и образование текстур. Диаграмма растяжения металлов. <i>Самостоятельное изучение:</i> положительные и отрицательные моменты наклепа при обработке деталей давлением. Пластическая деформация моно и поликристаллов. Отдых, полигонизация и рекристаллизация. Понятие горячей и холодной пластической деформации. Свойства пластически деформированных материалов. <i>Самостоятельное изучение:</i> технология горячей и холодной пластической деформации.	2	2	4	5	13
4	Теория сплавов	Понятие терминов: сплав, система, компонент, фаза. Образование твердых растворов внедрения и замещения. Упорядоченные	2	2	-	6	10

		<p>твердые растворы и твердые растворы вычитания. Химические соединения и промежуточные фазы. Механические смеси. Методы построения и исследования диаграмм состояния двойных сплавов. Правило фаз. Правило отрезков. Диаграмма состояния. Изучение видов фаз и их роль в свойствах материалов.</p> <p><i>Самостоятельное изучение:</i> Связь между диаграммой состояния и строением и свойствами сплавов (правило Курнакова-Матиссена). Основы построения и анализа диаграмм состояния тройных сплавов</p>					
5	Железоуглеродистые сплавы	<p>Основные характеристики железа и углерода, фазы и структуры в железоуглеродистых сплавах. Диаграмма состояния железо-цементит. Техническое железо, сталь, белый чугун. Обязательные примеси в технических сплавах. Классификация, маркировка, свойства и применение углеродистых сталей. Серые чугуны. Классификация чугунов. Маркировка и свойства чугунов.</p> <p><i>Самостоятельное изучение:</i> диаграмма состояния железо-графит. Теория графитизации чугунов. Назначение чугуна в станкостроении.</p>	2	2	4	6	14
6	Термическая обработка сталей	<p>Теория термической обработки. Превращения в сталях при нагреве. Преобразование аустенита в изотермических условиях и при непрерывном охлаждении. Критическая скорость закалки. Мартенситное превращение и его главные особенности. Классификация видов термической обработки стали и ее технология. Отжиг, нормализация и закалка стали, их режимы. Первое, второе и третье превращение при отпуске. Закаливаемость и прокаливаемость сталей. Нагревательные и охлаждающие среды.</p> <p><i>Самостоятельное изучение:</i> особенности термообработки</p>	2	4	4	6	16

		низко-, средне- и высокоуглеродистых сталей. дефекты термообработки и способы их недопущения.					
7	Цветные металлы и сплавы	Основы теории термической обработки (старения) легких сплавов. Классификация алюминиевых сплавов. Взаимодействие алюминия с другими элементами. Термическая обработка алюминиевых сплавов. Классификация медных сплавов и их маркировка. Латунь и бронзы. Состав, свойства и структура медных сплавов, их обрабатываемость и назначение. Антифрикционные сплавы. Баббиты. <i>Самостоятельное изучение:</i> Плакирование дуралюмина. Конструкционные сплавы на основе титана. Применение в авиационном строительстве медных и титановых сплавов.	2	2	2	6	12
8	Неметаллические и композиционные материалы	Свойства и строение полимерных материалов. Состав и классификация пластмасс. Термореактивные и термопластичные пластмассы. Композиционные материалы. <i>Самостоятельное изучение:</i> эластомеры, каучуки и резины, клеящие и лакокрасочные материалы. Неорганические материалы, пенопласты и пленочные материалы.	2	-	-	5	7
9	Авиационные стали и сплавы	Цементуемые, улучшаемые стали. Низко- и среднелегированные конструкционные стали. Коррозионностойкие стали. Инструментальные стали. Жаростойкие и жаропрочные стали. <i>Самостоятельное изучение:</i> Твердые сплавы. Хладноломкость, синеломкость, краснеломкость сталей; износостойкие сплавы.	2	2	-	5	9
10	Высокотемпературные материалы	Тугоплавкие металлы и их сплавы. Жаростойкие и жаропрочные стали. Углерод-углеродные материалы. Углеродистые материалы. Техническая керамика. Сверхлегкие сплавы. <i>Самостоятельное изучение:</i> Магнитные и магнитострикционные сплавы. Пути повышения	1	-	-	5	6

		жаропрочности и жаростойкости. Защита оборудования и изделий от коррозии.					
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

№ п/п	Раздел, тема лабораторной работы	Объем, часов	Виды контроля
<i>Строение и свойства металлов</i>			
1	Инструктаж по технике безопасности. Макроанализ, Микроструктурные исследования металлов.	4	Отчет
<i>Пластическая деформация и рекристаллизация</i>			
2	Механические свойства металлов	4	Отчет
<i>Железоуглеродистые сплавы</i>			
3	Диаграмма состояния сплавов системы железо-углерод	4	Отчет
<i>Термическая обработка сталей</i>			
4	Влияние термической обработки на структуру и свойства углеродистой стали	4	Отчет
<i>Цветные металлы и сплавы</i>			
5	Цветные металлы и сплавы	2	Отчет
<b>Итого часов</b>		<b>18</b>	

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-11	знать основные группы и классы современных	Активная работа на лабораторных занятиях, отвечает на	Выполнение работ в срок, предусмотрен	Невыполнение работ в срок, предусмотренны

	материалов, их свойства и области применения; методы упрочнения сталей и сплавов	теоретические вопросы при устном опросе	ый в рабочих программах	й в рабочих программах
	<b>уметь</b> проводить металлографический анализ сталей, чугунов, цветных металлов и сплавов;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>владеть</b> навыками анализа диаграмм состояния; основами методов исследования свойств материалов, физических и химических процессов в них, обработки и модифицирования материалов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-13	<b>знать</b> виды термической, химико-термической, термомеханической и механической обработки металлических сплавов; маркировку, химический состав, назначение сплавов на основе железа, алюминия, меди, титана; классификацию конструкционных, инструментальных материалов и материалов специального назначения и их основные свойства.	Активная работа на лабораторных занятиях, отвечает на теоретические вопросы при устном опросе	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>уметь</b> применять основные типы современных материалов для	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах



	решения производственных задач			
	<b>владеть</b> навыками выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, экологических последствий их применения	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-21	<b>знать</b> характерные особенности кристаллического строения металлов и сплавов; виды дефектов кристаллического строения; влияние дефектов на свойства материалов	Активная работа на лабораторных занятиях, отвечает на теоретические вопросы при устном опросе	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>уметь</b> анализировать фазовые превращения при нагревании и охлаждении металлов и сплавов	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>владеть</b> навыками определения основных механических свойств материалов и анализа надежности и долговечности материала в изделии по данным его структуры и свойств	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;  
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-11	знать основные группы и классы современных материалов, их свойства и области применения; методы упрочнения сталей и сплавов	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь проводить металлографический анализ сталей, чугунов, цветных металлов и сплавов;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками анализа диаграмм состояния; основами методов исследования свойств материалов, физических и химических процессов в них, обработки и модифицирования материалов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-13	знать виды термической, химико-термической, термомеханической и механической обработки металлических сплавов; маркировку, химический состав, назначение сплавов на основе железа, алюминия, меди, титана; классификацию конструкционных, инструментальных	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	материалов и материалов специального назначения и их основные свойства.					
	<b>уметь</b> применять основные типы современных материалов для решения производственных задач	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<b>владеть</b> навыками выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, экологических последствий их применения	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-21	<b>знать</b> характерные особенности кристаллического строения металлов и сплавов; виды дефектов кристаллического строения; влияние дефектов на свойства материалов	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<b>уметь</b> анализировать фазовые превращения при нагревании и охлаждении металлов и сплавов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<b>владеть</b> навыками определения основных механических свойств материалов и анализа надежности и долговечности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	материала в изделии по данным его структуры и свойств			задачах		
--	---	--	--	---------	--	--

## **7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

### **7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

1. Что такое мартенсит в углеродистой стали?
  - A) Твердый раствор внедрения углерода в  $\alpha\text{Fe}$ ;
  - B) Твердый раствор внедрения углерода в  $\gamma\text{Fe}$ ;
  - C) Пересыщенный твердый раствор внедрения углерода в  $\alpha\text{Fe}$ ;
  - D) Пересыщенный твердый раствор внедрения углерода в  $\gamma\text{Fe}$ ;
  - E) Твердый раствор замещения углерода в  $\alpha\text{Fe}$ .
  
2. С какой целью проводят рекристаллизационный отжиг?
  - A) Выравнивание химического состава;
  - B) Устранение наклепа;
  - C) Снятие внутренних напряжений;
  - D) Измельчение зерна;
  - E) Устранение сетки вторичного цементита.
  
3. Что является основной технологической особенностью отжига?
  - A) Температура нагрева;
  - B) Скорость нагрева;
  - C) Время выдержки;
  - D) Скорость охлаждения;
  - E) Время нагрева.
  
4. Что является причиной брака по недостаточной твердости при неполной закалке доэвтектоидной стали?
  - A) Окисление по границам зерен;
  - B) Образование сетки вторичного цементита;
  - C) Укрупнение зерна;
  - D) Наличие избыточного феррита;
  - E) Получение слишком мелкого зерна.
  
5. К какому типу дефектов можно отнести газовые раковины в отливках?
  - A) К точечным;
  - B) К линейным;
  - C) К поверхностным;
  - D) К объемным;
  - E) К смешанным.
  
6. Как взаимодействуют краевые дислокации одного знака, движущиеся в одной плоскости скольжения?
  - A) Притягиваются;
  - B) Отталкиваются;
  - C) Выстраиваются в вертикальные стенки;
  - D) Выстраиваются в "шахматном" порядке;
  - E) Взаимно тормозятся.
  
7. Как изменяется количество феррита в железоуглеродистых сплавах с увеличением содержания углерода?
  - A) Растет;

- В) Уменьшается;
- С) По кривой с максимумом;
- Д) По кривой с минимумом;
- Е) Не зависит от содержания углерода.

8. Какой термической обработке подвергаются детали после цементации?

- А) Закалке и высокотемпературному отпуску;
- В) Закалке;
- С) Закалке и низкотемпературному отпуску;
- Д) Дополнительная термообработка не требуется;
- Е) Отжигу.

9. Какая термическая обработка применяется для заэвтектидных сталей перед закалкой?

- А) Сфероидизирующий отжиг;
- В) Нормализация;
- С) Рекристаллизационный отжиг;
- Д) Отжиг для снятия внутренних напряжений;
- Е) Диффузионный отжиг

10. Сталь была подвергнута улучшению. Это означает, что

- А) Была проведена дополнительная очистка по вредным примесям;
- В) Было выполнено охлаждение из аустенитного состояния на спокойном воздухе;
- С) Было проведено модифицирование;
- Д) Была проведена закалка с последующим высоким отпуском;
- Е) Была проведена неполная закалка.

11. Что обозначает буква  $s$  в формуле  $s = k + p - f$ ?

- А) Число внешних факторов;
- В) Число фаз;
- С) Число степеней свободы;
- Д) Число компонент;
- Е) Концентрацию основной компоненты.

12. Что обозначает буква  $F$  в формуле  $F = H - TS$ ?

- А) Энтропию;
- В) Абсолютную температуру;
- С) Полную энергию;
- Д) Свободную энергию;
- Е) Силу.

13. При нагреве до какой температуры закалка стали не имеет смысла?

- А) Ниже линии  $A_1$ ;
- В) Выше линии  $A_1$  на  $30-50^\circ\text{C}$ ;
- С) Выше линии  $A_3$  на  $30-50^\circ\text{C}$ ;
- Д) Выше линии  $A_3$  на  $100-150^\circ\text{C}$ ;
- Е) Выше линии  $A_{\text{ст}}$  на  $30-50^\circ\text{C}$ .

14. Сколько атомов приходится на элементарную ячейку ОЦК решетки?

- А) 4;
- В) 2;
- С) 1;
- Д) 6;
- Е) 8.

15. Как зависит размер рекристаллизованного зерна от степени предварительной деформации, превышающей  $\epsilon_{\text{кр}}$ ?

- А) Растет;
- В) Уменьшается;
- С) Зависимость имеет максимум;
- Д) Зависимость имеет минимум;

Е) Размер зерна не зависит от степени предварительной деформации.

16. Какое из приведенных трехфазных равновесий относится к монотектическому?

- А)  $\beta_1 = \beta_2 + \alpha$ ;
- В)  $\gamma = \alpha + \beta$ ;
- С)  $\beta + \text{ж} = \alpha$ ;
- Д)  $\text{ж}_1 + \text{ж}_2 = \alpha$ ;
- Е)  $\text{ж}_1 = \text{ж}_2 + \alpha$ ;

17. Как меняется размер критического зародыша с ростом степени переохлаждения?

- А) Растет;
- В) Уменьшается;
- С) Описывается кривой с максимумом;
- Д) Описывается кривой с минимумом;
- Е) Не зависит от степени переохлаждения.

18. Какая составляющая свободной энергии  $\Delta F = -\Delta F_{\text{об.}} + \Delta F_{\text{упр.}} + \Delta F_{\text{пов.}}$  является определяющей при первичной кристаллизации?

- А)  $\Delta F_{\text{пов.}}$ ;
- В)  $\Delta F_{\text{упр.}}$ ;
- С)  $\Delta F_{\text{об.}} + \Delta F_{\text{упр.}}$ ;
- Д)  $\Delta F_{\text{пов.}} + \Delta F_{\text{упр.}}$ ;
- Е)  $\Delta F_{\text{об.}}$

19. Какую характеристику материалов определяют при одноосном растяжении ?

- А) КСЧ;
- В)  $\delta$ ;
- С)  $\epsilon$ ;
- Д) HRB;
- Е)  $\sigma_{100}$ .

20. Какой из легирующих элементов относится к ферритообразующим?

- А) N;
- В) Cr;
- С) Ni;
- Д) Mn;
- Е) С.

21. Какую структуру имеет доэвтектический белый чугун?

- А)  $\alpha\text{Ф} + \text{Ц}_{\text{II}}$ ;
- В)  $\alpha\text{Ф} + \text{П}$ ;
- С)  $\text{П} + \text{Ц}_{\text{II}}$ ;
- Д)  $\text{П} + \text{Л} + \text{Ц}_{\text{II}}$ ;
- Е)  $\text{Л} + \text{Ц}$ .

22. Какая структура получается при охлаждении углеродистой стали в масле?

- А) Перлит;
- В) Сорбит;
- С) Троостит;
- Д) Бейнит;
- Е) Мартенсит.

23. Каково соотношение линейных параметров кубической решетки?

- А)  $a = b \neq c$ ;
- В)  $a \neq b \neq c$ ;
- С)  $a = b = c$ ;
- Д)  $a > b > c$ ;
- Е)  $a < b < c$ .

24. Какой из перечисленных сплавов является сталью?

- А) ХН77ТЮР;
- В) Бр03Ц7С5Н1;

- С) Р18;
- Д) Д16;
- Е) ВТ5.

25. Какая структура образуется при низком отпуске стали?

- А) Мартенсит отпуска;
- В) Троостит отпуска;
- С) Зернистый сорбит;
- Д) Пластинчатый сорбит;
- Е) Зернистый перлит.

26. Элементы А и В образуют диаграмму эвтектического типа и два ограниченных твердых раствора  $\alpha$  и  $\beta$  переменной растворимости. Какую структуру будет иметь сплав, имеющий концентрацию в интервале между минимальной и максимальной растворимостью элемента В в элементе А?

- А)  $\alpha + \beta_{II}$ ;
- В)  $\alpha + \varepsilon + \beta_{II}$ ;
- С)  $\varepsilon + \alpha_{II} + \beta_{II}$ ;
- Д)  $\beta + \varepsilon + \alpha_{II}$ ;
- Е)  $\beta + \alpha_{II}$ .

27. Какие процессы происходят при отпуске стали в интервале температур 400-600 °С?

- А) Частичный распад мартенсита;
- В) Распад остаточного аустенита;
- С) Карбидное превращение;
- Д) Полный распад мартенсита и карбидное превращение;
- Е) Изменяется морфология структуры феррита, происходит коагуляция частиц цементита.

28. Какова форма графитовых включений в белых чугунах?

- А) Хлопьевидная;
- В) Шаровидная;
- С) Зернистая;
- Д) В этих чугунах нет графита;
- Е) Пластинчатая.

29. Легированные стали по структуре нормализации делятся на 4 класса. Выберите лишний.

- А) Ферритный;
- В) Перлитный;
- С) Аустенитный;
- Д) Ледебуритный;
- Е) Мартенситный.

30. Какой из перечисленных сплавов является титановым сплавом?

- А) ХН77ТЮР;
- В) Бр03Ц7С5Н1;
- С) Р18;
- Д) Д16;
- Е) ВТ5.

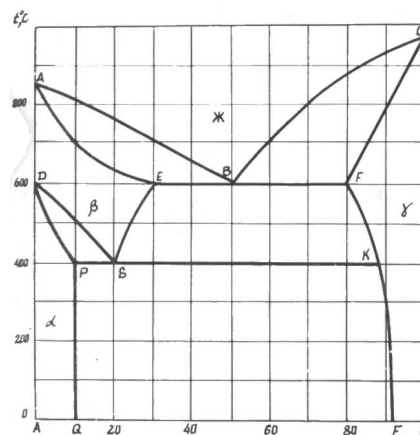
### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Расшифруйте марку стали: сталь 45
2. Расшифруйте марку стали: сталь 60
3. Расшифруйте марку стали: сталь 20
4. Расшифруйте марку стали: 20Х
5. Расшифруйте марку стали: 12ХН3А
6. Расшифруйте марку стали: 18ХГТ
7. Расшифруйте марку стали: 40ХФА
8. Расшифруйте марку стали: 40ХН2МА
9. Расшифруйте марку стали: 60С2ХФА
10. Расшифруйте марку стали: 12Х18Н10Т
11. Расшифруйте марку стали: Р18

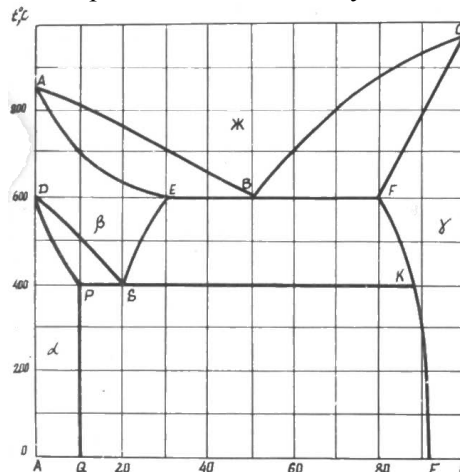
12. Расшифруйте марку стали: ШХ15
13. Расшифруйте марку стали: 10X14Г14Н4Т
14. Расшифруйте марку стали: А20
15. Расшифруйте марку стали: АС40
16. Расшифруйте марку стали: У8А
17. Расшифруйте марку стали: хвг
18. Расшифруйте марку сплава: ВК20
19. Расшифруйте марку стали: 08Х13
20. Расшифруйте марку стали: 15Х25Т
21. Расшифруйте марку: Л62
22. Расшифруйте марку: ЛС59-1
23. Расшифруйте марку: Бр0Ф10-1
24. Расшифруйте марку: БрАЖН10-4-4
25. Режим обработки стали 45 на зернистый сорбит.
26. Режим обработки стали У8 на зернистый перлит.
27. Режим получения структуры нижнего бейнита в стали У8.
28. Режим термической обработки низкоуглеродистой стали, подвергнутой цементации.
29. Режим упрочняющей термической обработки сплава Д16.
30. Режим обработки на максимальную твердость стали 50.
31. Режим обработки на максимальную твердость стали У8.
32. Режим обработки на максимальную твердость стали У10.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Пользуясь рисунком, определите, из каких фаз состоит сплав, содержащий 70% компонента В при 700 °С.



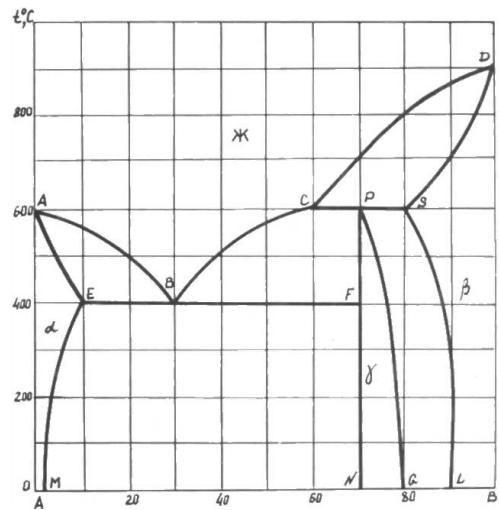
2. Пользуясь рисунком, нарисуйте кривую охлаждения для сплава, содержащего 20% компонента В; укажите реакции, протекающие на всех участках кривой охлаждения.



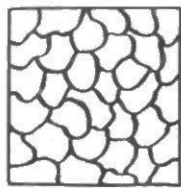
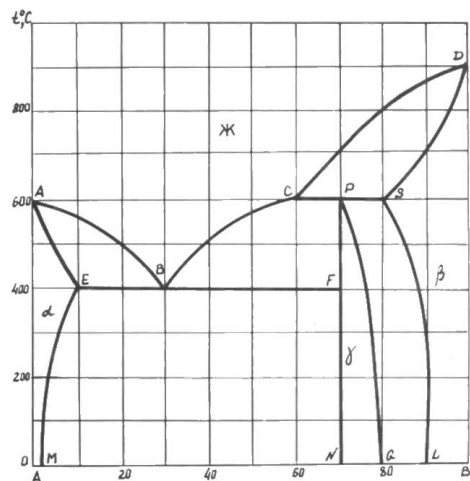
3. Пользуясь рисунком, определите количество жидкой фазы в сплаве, содержащем 10 %



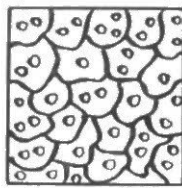
элемента В при температуре 500 °С.



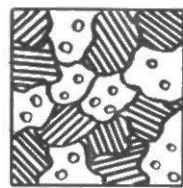
4. Пользуясь рисунками, определить, какой тип структуры будет иметь сплав, содержащий 75-80 % элемента В при комнатной температуре.



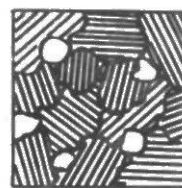
I



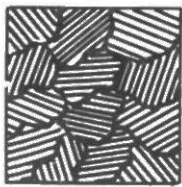
2



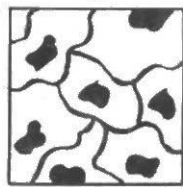
3



4

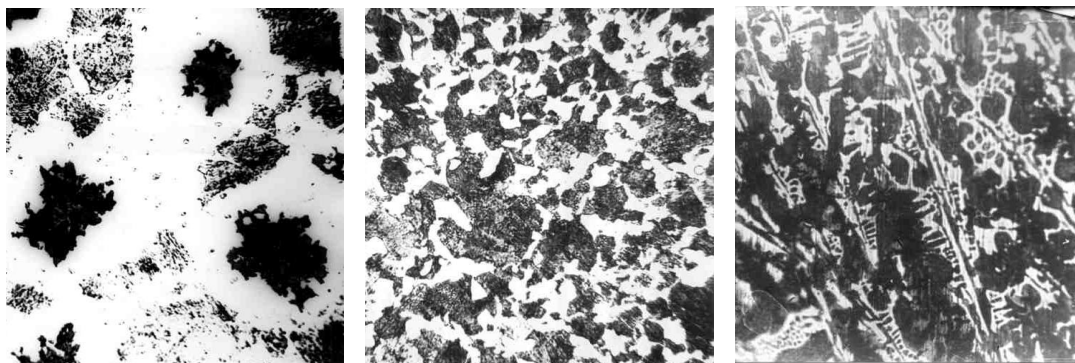


5



6

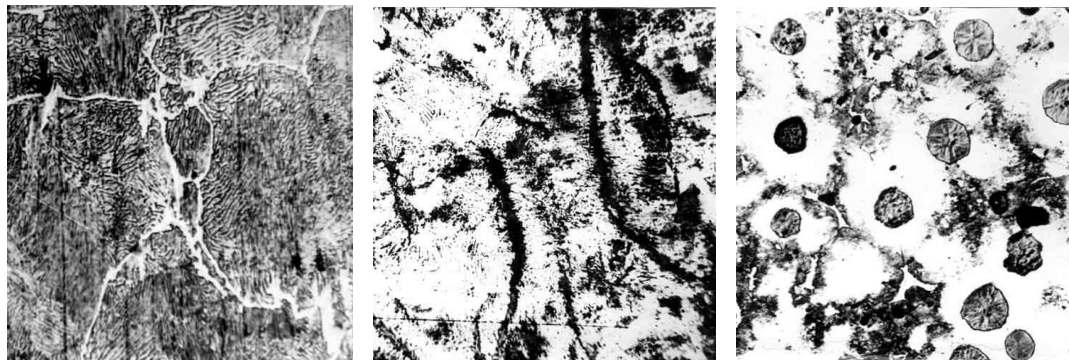
5. Укажите микроструктуру сталей, являющихся доэвтектоидными.



А

Б

В



Г

Д

Е

6. Укажите последовательность операций ТО для стали У8, если она получила структуру отпуска сорбита. Приведите температуру нагрева для каждой операции, охлаждающую среду, структуру после каждой операции.
7. Укажите последовательность операций ТО для стали У8, если она получила структуру зернистого сорбита. Приведите температуру нагрева для каждой операции, охлаждающую среду, структуру после каждой операции.
8. Укажите последовательность операций ТО для стали 45, если она получила структуру мартенсита отпуска. Приведите температуру нагрева для каждой операции, охлаждающую среду, структуру после каждой операции.
9. Укажите последовательность операций ТО для стали 50, которая называется улучшением. Приведите температуру нагрева для каждой операции, охлаждающую среду, структуру после каждой операции.
10. Некоторые сплавы меди с бериллием (бериллиевые бронзы) используют для пружин электромашин и приборов, так как в результате термической обработки эти сплавы (в отличие от других медных сплавов) получают высокие временное сопротивление (до 1000-1200 МПа) и предел упругости (до 600-700 МПа) и повышенную электропроводность (~ 0,06 мкОм.м). Объяснить, какие сплавы этой системы принимают упрочняющую термическую обработку и в чем она может заключаться. Для этой цели рассмотреть превращения в сплавах с 0,2 и 2 % бериллия, указать структурное состояние этих сплавов и количественное соотношение фаз при 300 и 500 °С.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету** Не предусмотрено учебным планом

## 7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Кристаллическое строение металлов.
2. Точечные дефекты и их свойства.
3. Основные типы кристаллических решеток металлов.
4. Плавление металлов.
5. Механизмы кристаллизации металлов.
6. Физическая природа деформации и разрушения.
7. ОТДЫХ, полигонизация и рекристаллизация.
8. Явление наклепа.
9. Собирабельная рекристаллизация.
10. Что такое сплав?
11. Что такое система?
12. Что такое компонент?
13. Что такое фаза?
14. Твердые растворы внедрения и замещения.
15. Упорядоченные твердые растворы и твердые растворы вычитания.
16. Химические соединения и промежуточные фазы.
17. Механические смеси.
18. Методы построения диаграмм состояния двойных сплавов.
19. Правило фаз. Правило отрезков.
20. Диаграмма состояния сплавов с эвтектическим превращением.
21. Диаграмма состояния сплавов с перитектическим превращением.
22. Диаграмма состояния сплавов с переменной растворимостью компонентов.
23. Диаграмма состояния сплавов с химическим соединением.
24. Диаграмма состояния сплавов с полиморфным превращением.
25. Основные характеристики железа, углерода и их сплавов.
26. Фазы и структуры в железоуглеродистых сплавах.
27. Диаграмма состояния железо-графит.
28. Техническое железо, сталь, белый чугун.
29. Серые чугуны. Маркировка и свойства.
30. Классификация чугунов.
31. Образование аустенита при нагреве.
32. Преобразование аустенита в изотермических условиях и при непрерывном охлаждении.
33. Критическая скорость закалки.
34. Мартенситное превращение и его главные особенности.
35. Классификация и технология видов термической обработки стали.
36. ОТЖИГ, нормализация и закалка сталей, их режимы.
37. Первое, второе и третье превращение при отпуске.
38. Закаливаемость и прокаливаемость сталей.
39. Авиационные стали и сплавы, их классификация. Быстрорежущие стали.
40. Твердые сплавы, их классификация, маркировка, способы получения.
41. Химико-термическая обработка.
42. Цементация, азотирование.
43. Нитроцементация, борирование.
44. Основы теории термической обработки (старения) легких сплавов.
45. Классификация алюминиевых сплавов.
46. Дуралюмины и силумины.
47. Классификация медных сплавов и их маркировка.
48. Латунни и бронзы. Их состав, свойства, структура.
49. Техническая керамика, жаростойкие и жаропрочные стали и сплавы.
50. Полная и неполная закалка.
51. Структура до- и заэвтектоидных сталей в равновесном состоянии
52. Неметаллические и композиционные материалы
53. Авиационные стали и сплавы

## 7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1

баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение. Строение и свойства металлов.	ПК-11, ПК-13, ПК-21	Тест, защита лабораторных работ, опрос на лекции
2	Процессы плавления и кристаллизации	ПК-11, ПК-13, ПК-21	Тест, опрос на лекции
3	Пластическая деформация и рекристаллизация	ПК-11, ПК-13, ПК-21	Тест, защита лабораторных работ, опрос на лекции
4	Теория сплавов	ПК-11, ПК-13, ПК-21	Тест, опрос на лекции
5	Железоуглеродистые сплавы	ПК-11, ПК-13, ПК-21	Тест, защита лабораторных работ, опрос на лекции
6	Термическая обработка сталей	ПК-11, ПК-13, ПК-21	Тест, защита лабораторных работ, опрос на лекции
7	Цветные металлы и сплавы	ПК-11, ПК-13, ПК-21	Тест, защита лабораторных работ, опрос на лекции
8	Неметаллические и композиционные материалы	ПК-11, ПК-13, ПК-21	Тест, опрос на лекции
9	Авиационные стали и сплавы	ПК-11, ПК-13, ПК-21	Тест, опрос на лекции
10	Высокотемпературные материалы	ПК-11, ПК-13, ПК-21	Тест, опрос на лекции

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

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется

проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1	Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Мухин и др.; под ред. Б.Н. Арзамасова	Материаловедение – М: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2003. – 648 с.
2	Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П.	Материаловедение – М.: Изд-во Металлургия, 1990. – 472 с.
3	Ю.А. Геллер, А.Г. Рахштадт	Материаловедение (Лаб. работы, методы анализа, задачи). М.: Металлургия, 1985
4	О.В. Горожанкина, В.А. Юрьева	Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Материаловедение» для студентов специальности 160700 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» очной формы обучения. Часть 1. - Воронеж, ВГТУ, 2012, №148-2012
5	О.В. Горожанкина, В.А. Юрьева	Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Материаловедение» для студентов специальности 160700 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» очной формы обучения. Часть 2. - Воронеж, ВГТУ, 2013, №43-2013
6	А.Н. Семичев	Методические указания с рекомендациями по самостоятельной работе № 684, ВГТУ, 2005.

### **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

Рекомендуемая литература в виде электронных ресурсов представлена на сайте ВГТУ (научно-техническая библиотека): <http://catalog.vorstu.ru/>

- Информационно-правовые порталы «Консультант плюс» (<http://www.consultant.ru>), «Гарант» (<http://www.garant.ru/>);

- Библиотека ГОСТов, стандартов и нормативов (<http://www.infosait.ru/>);

- Электронная информационно-образовательная среда ВГТУ (<http://eios.vorstu.ru>)

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой

Натурные лекционные демонстрации:

- Комплект элементарных ячеек;
- Комплекты образцов сталей, чугунов, цветных металлов;
- Атласы металлографические;
- Комплекты фотографий микроструктур сталей и чугунов.

Учебные лаборатории:

«Лаборатория металлографического анализа»

«Лаборатория механических испытаний»

«Лаборатория термической обработки»

Микроскопы исследовательские металлографические МИМ-7, МИМ-8, Altami Met 1С

Разрывная машина

Копер

Твердомеры

Печи муфельные лабораторные

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Материаловедение» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.






Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета величины зерна, количественного соотношения фаз, химического состава фаз. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом

	занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

### Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	30.08.2018	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	
4	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2021	
5	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2022	
6	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2023	