

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 17.11.2023 17:47:30
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«18» февраля 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Направление подготовки

15.03.03 Прикладная механика

Динамика и прочность машин и аппаратуры

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет механический

Кафедра теоретических основ материаловедения

Санкт-Петербург

2022

Б1.О.14

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Доцент Лукашова Т.В.

Рабочая программа дисциплины «Материаловедение» обсуждена на заседании кафедры теоретических основ материаловедения
протокол от «20» __01__2022 № 4
Заведующий кафедрой

М.М.Сычев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета
протокол от «15» __02__2022 № 7

Председатель

А.Н.Луцко

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки		Н.А.Марцулевич
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины	06
4.3. Занятия лекционного типа.....	07
4.4. Занятия семинарского типа.....	08
4.4.1. Лабораторные занятия.....	08
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	12
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	13
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	15
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	16
10.2. Программное обеспечение.....	16
10.3. Базы данных и информационные справочные системы	16
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	17
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	17
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации... 18	

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Для освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.</p>	<p>ОПК-1.10. Способен проводить испытания используемых в машиностроении материалов, измерения их свойств и анализировать взаимосвязь между их составом, структурой и свойствами</p>	<p>Знать: основные методы определения свойств и эксплуатационных характеристик материалов (ЗН-1). Уметь: определять взаимосвязь «состав – структура - свойства» для различных классов материалов (У-2). Владеть: навыками проведения измерений и испытаний важнейших свойств материалов (Н-1).</p>
<p>ОПК-7 Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении.</p>	<p>ОПК-7.1. Рациональный выбор материалов для решения конкретных профессиональных задач с учётом их свойств, экологических и экономических соображений.</p>	<p>Знать: общую классификацию современных и перспективных материалов, области их применения (ЗН-2). Уметь: оценивать применимость и целесообразность использования современных и перспективных материалов для конкретных назначений (У-2). Владеть: навыками применения материалов с требуемым комплексом свойств для решения задач в своей профессиональной деятельности (Н-2).</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы бакалавриата (Б1.О.14) и изучается на 1 курсе в 2 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Химия», «Безопасность жизнедеятельности», «Инженерная графика», «Введение в информационные технологии».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Материаловедение» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Физика», «Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии», «Технология конструкционных материалов», «Электротехника и электроника» при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/144
Контактная работа с преподавателем:	60
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы	36
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	57
Форма текущего контроля	тестирование
Форма промежуточной аттестации	Экзамен (27)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Введение. Строение твердых веществ. Механические свойства. Дефекты кристаллической решётки.	2		6	4	ОПК-1
2	Двухкомпонентные диаграммы состояния. Диаграмма железо-углерод. Железоуглеродистые сплавы: стали, чугуны.	4		8	8	ОПК-7
3	Термообработка железо-углеродных сплавов. Химико-термическая, термомеханическая обработка.	4		6	8	ОПК-7
4	Легированные конструкционные и инструментальные стали, стали с особыми свойствами. Инструментальные материалы.	2		4	3	ОПК-7
5	Промежуточное компьютерное тестирование № 1 по разделам дисциплины 1-4.			2		
6	Цветные сплавы: сплавы на основе меди, алюминия, титана, никеля, магния.	2		4	8	ОПК-7
7	Электротехнические, композиционные, магнитные материалы. Стекло, керамика. Полимеры, пластмассы, резины. Аддитивные технологии. Наноматериалы.	4		4	26	ОПК-7
8	Итоговое компьютерное тестирование № 2 по разделам дисциплины 1-4, 6-7.			2		
	ИТОГО:	18		36	57	

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ОПК-1.10	Введение. Строение твердых веществ, влияние типа химических связей на механические свойства твёрдых веществ. Дефекты кристаллической решётки.
2.	ОПК-7.1	Двухкомпонентные диаграммы состояния. Диаграмма железо-углерод. Железоуглеродистые сплавы: стали, чугуны. Термообработка железо-углеродных сплавов. Химико-термическая, термомеханическая обработка. Легированные конструкционные и инструментальные

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
		<p>стали, стали с особыми свойствами. Инструментальные материалы.</p> <p>Цветные сплавы: сплавы на основе меди, алюминия, титана, никеля, магния.</p> <p>Электротехнические, композиционные, магнитные материалы. Стекло, керамика. Полимеры, пластмассы, резины. Аддитивные технологии. Наноматериалы.</p>

4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Введение. Строение твердых веществ, влияние типа химических связей на механические свойства твердых веществ прочность, пластичность, твердость, упругость. Дефекты кристаллической решетки.	2	
2	Двухкомпонентные диаграммы состояния. Диаграмма железо-углерод. Фазовые превращения и критические точки. Железо-углеродные сплавы: углеродистые стали (конструкционные, инструментальные), чугуны	4	
3	Превращения в сталях при нагревании и охлаждении. Термообработка железо-углеродных сплавов. Закалка, отпуск, отжиг, нормализация, старение. Химико-термическая, термомеханическая обработка.	4	
4	Легированные стали (конструкционные, инструментальные), стали с особыми свойствами. Инструментальные материалы	2	
6	Цветные сплавы. Алюминий и сплавы на его основе – маркировка, свойства, применение. Медь, бронзы, латуни – маркировка, свойства, применение.	2	
7	Электротехнические, композиционные, магнитные материалы. Стекло, керамика. Полимеры, пластмассы, резины. Аддитивные технологии. Наноматериалы.	4	

4.4. Занятия семинарского типа

4.4.1. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	<p>Определение твёрдости конструкционных материалов методом Бринелля и инструментальных материалов методом Роквелла.</p> <p>При выполнении лабораторной работы (метод Бринелля) студенты определяют твёрдость четырёх образцов сплавов (сталь, медный сплав, алюминиевый сплав, титановый сплав), проводят статистическую обработку полученных результатов и сравнивают твёрдость и прочность измеренных образцов.</p> <p>При определении твёрдости по методу Роквелла студенты измеряют твёрдость эталонных образцов и нескольких образцов режущих инструментов, проводят статистическую обработку полученных результатов (определяют погрешность измерений) и сравнивают твёрдость и прочность различных инструментальных материалов.</p>	4	
1	<p>Определение размеров зерна.</p> <p>При выполнении работы студенты определяют величину зерна визуальным методом, методом подсчёта зёрен, методом подсчёта пересечения границ, и сравнивают результаты, полученные разными методами.</p>	2	
2	<p>2-х компонентные диаграммы состояния. Закон Гиббса. Правило фаз. Правило отрезков.</p> <p>В соответствии с индивидуальным заданием студенты описывают 2-х компонентную равновесную диаграмм состояния (тип диаграммы, фазы и структуры, линии и точки на диаграмме), строят кривую охлаждения, определяют количество степеней свободы в заданных точках, по правилу отрезков рассчитывают количественное соотношение фаз.</p>	2	
2	<p>Диаграмма состояния железо – углерод. Фазы, структуры, линии, критические точки.</p> <p>В соответствии с индивидуальным заданием студенты строят кривую охлаждения, описывают фазовый состав сплава и его свойства, по правилу отрезков рассчитывают количественное соотношение фаз и структур.</p>	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	<p>Изучение микроструктуры и свойств медленноохлаждённой углеродистой стали и чугунов</p> <p>В данной работе студенты изучают коллекцию микрошлифов углеродистых сталей с различным содержанием углерода. В соответствии с индивидуальным заданием описывают превращения в данной стали при медленном охлаждении, а также её механические свойства и область применения. Студенты также изучают коллекцию микрошлифов белых и серых чугунов. Исходя из структуры серых чугунов делают заключение об их свойствах.</p>	2	
2	<p>Углеродистые стали. В соответствии с индивидуальным заданием студенты для двух марок сталей отвечают на следующие вопросы:</p> <p>1. К какой группе сталей относится данный сплав: по химическому составу (содержанию углерода), по раскислению, по качеству, по структуре, по назначению. 2. Механические свойства данной стали. 3. Технологические свойства данной стали. 4. Применение данной стали.</p>	2	
3	<p>Изучение влияния скорости охлаждения при закалке на свойства доэвтектоидной и заэвтектоидной углеродистой стали.</p> <p>При выполнении работы студенты проводят закалку образцов конструкционной и инструментальной углеродистой стали в четырёх охладителях – воздух, вода ($T = 20^{\circ}\text{C}$), минеральное масло и 10%-ный раствор NaCl ($T = 20^{\circ}\text{C}$). Затем они строят график зависимости твёрдости стали, определённой методом Роквелла, от относительной интенсивности охлаждения и описывают фазовые превращения на всех стадиях термообработки.</p>	4	
3	<p>Изучение влияния температуры и времени отпуска на структуру и свойства углеродистой стали.</p> <p>Студенты проводят низкий, средний и высокий отпуск образцов углеродистой стали, закалённых в воде, измеряют их твёрдость методом Роквелла, проводят статистическую обработку результатов, строят график зависимости твёрдости от температуры отпуска и описывают фазовые превращения, происходящие в процессе термообработки данной стали.</p> <p>Студенты проводят отпуск закаленной в воде углеродистой стали (средний и высокий) в течении 5; 10; 20; 30 минут. Измеряют твёрдость образцов по методу Роквелла, строят график зависимости твёрдости от времени отпуска и описывают фазовые превращения в образцах</p>	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
4	<p>Легированные стали. Стали с особыми свойствами.</p> <p>В соответствии с индивидуальным заданием студенты для двух марок сталей отвечают на следующие вопросы:</p> <p>1. Расшифровать состав сплава. 2. Описать структуру сплава. 3. Какой термообработке подвергается сплав (если подвергается) и с какой целью. Структура сплава после термообработки. 4. Какими свойствами (механическими, антикоррозионными, технологическими и т.д.) обладает этот сплав. 5. Применение сплава.</p>	2	
4	<p>Инструментальные материалы. В соответствии с индивидуальным заданием студенты для двух марок инструментальных сталей отвечают на следующие вопросы:</p> <p>1. Расшифровать состав сплава. 2. Описать структуру сплава. 3. Какой термообработке подвергается сплав (если подвергается) и с какой целью. Структура сплава после термообработки. 4. Какими свойствами (механическими, антикоррозионными, технологическими и т.д.) обладает этот сплав. 5. Применение сплава.</p>	2	
5	Компьютерное тестирование № 1 по разделам 1-4.	2	
6	<p>Сплавы на основе меди. Сплавы на основе алюминия.</p> <p>В соответствии с индивидуальным заданием студенты для двух сплавов на основе меди и двух сплавов на основе алюминия отвечают на следующие вопросы:</p> <p>1. Расшифровать состав сплава. 2. Описать структуру сплава. 3. Какой термообработке подвергается сплав (если подвергается) и с какой целью. Структура сплава после термообработки. 4. Какими свойствами (механическими, антикоррозионными, технологическими и т.д.) обладает этот сплав. 5. Применение сплава.</p>	4	
7	<p>Полимерные и композиционные материалы.</p> <p>Студенты изучают особенности применения вспучивающихся (интумесцентных) огнезащитных полимерных композитов. В процессе выполнения работы материал наносится тонким слоем на поверхность подложки. Измеряется толщина защитного покрытия, коэффициент вспучивания, группа огнезащитной эффективности согласно НПБ 236-97.</p>	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
7	<p>Электротехнические материалы.</p> <p>При выполнении индивидуальных заданий студенты на ПК выполняют виртуальные лабораторные работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определение удельных электрических сопротивлений твёрдых диэлектриков. 2. Исследование диэлектрической прочности твёрдых диэлектриков. 3. Исследование электропроводности проводниковых материалов. 4. Исследование электропроводности полупроводниковых материалов. 	2	
8	Компьютерное тестирование № 2 по разделам 1-4, 6-7.	2	

4.5. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Введение. Строение, свойства и дефекты твердых тел. (удаления и формирования дефектов, регулирования их концентрации). Классификация и квалификация веществ и материалов по степени чистоты. Влияние степени чистоты на свойства веществ.	4	Устный опрос
2	Диаграммы состояния. Взаимосвязь между составом и свойствами материалов для различных вариантов взаимодействия компонентов в двухкомпонентных системах. Правило Курнакова	4	Письменный опрос
2	Диаграмма железо-углерод. Железо-углеродные сплавы. Новые технологии производства чугуна и сталей. Новые марки сталей. Зарубежные классификации и марки сталей.	4	Письменный опрос
3	Превращения в сталях при нагревании и охлаждении. Термическая, химико-термическая и термомеханическая обработка. Химико-термическая обработка. Цементация. Азотирование. Нитроцементация. Цианирование. Диффузионная металлизация.	8	Устный опрос
4	Легированные стали, стали с особыми свойствами. Инструментальные материалы. Автоматные стали. Литейные стали. Износостойкие стали. Инструментальные стали. Твердые сплавы. Абразивные материалы.	3	Письменный опрос
6	Цветные сплавы. Специальные медно-никелевые сплавы. Сплавы с эффектом «памяти формы». Сплавы на основе титана. Сплавы на основе магния.	8	Письменный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
7	Электротехнические материалы. Материалы для теплоотводящих подложек. Наноматериалы для электроники. Твёрдые электролиты.	4	Письменный опрос
7	Полимеры, пластмассы, резины. Резины – состав, виды наполнителей, особые свойства, связь структуры со свойствами, производство и особенности применения.	4	Устный опрос
7	Стекло и керамика. Стеклообразное состояние вещества. Способы производства стекла. Виды стекла и области его применения. Виды технической керамики, связь структуры со свойствами, производство и особенности применения.	6	Устный опрос
7	Композиционные материалы. Направления создания новых композиционных материалов. Композиционные материалы в живой природе.	6	Устный опрос
7	Наноматериалы. Наноструктурированные углеродные материалы: фуллерены, нанотрубки, графен. Получение, свойства, методы исследования, области применения. Производства нанопорошков.	6	Устный опрос

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме сдачи экзамена.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются тремя вопросами из различных разделов дисциплины.

Время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Задание № 1
1. Превращения в углеродистых сталях при охлаждении. Перлитное превращение. Определение перлита, сорбита, троостита
2. Химико-термическая обработка. Азотирование.
3. Композиционные материалы. Классификация. Методы изготовления изделий из КМ.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Материаловедение: учебное пособие / М.М.Сычев, С.В.Мякин, Т.В.Лукашова, К.А.Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2017. – 66 с.

2. Лукашова, Т.В. Углеродистые стали: учебное пособие / Т.В.Лукашова, С.В.Мякин, К.А.Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2018. – 23 с.

3. Легированные стали: учебное пособие / Т.В. Лукашова, С.И. Гринева, В.Н. Коробко, С.В. Мякин // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 38 с.

4. Алюминий, магний и легкие сплавы на их основе: учебное пособие / С.В.Мякин, Т.В. Лукашова, Н.А. Христюк, М.М. Сычев // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 32 с.

5. Лукашова, Т.В. Медь и сплавы на ее основы: учебное пособие / Т.В. Лукашова, С.В. Мякин, К.А. Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2020. – 34 с.

6. Арзамасов, В.Б. Материаловедение: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.Б. Арзамасов, А.А. Черепяхин, - Москва: Издательский центр «Академия», 2013. – 173 с. - ISBN 978-5-7695-8835-8.

7. Готтштайн, Г. Физико-химические основы материаловедения: / Г. Готтштайн; пер. с англ. К. Н. Золотовой, Д. О. Чаркина, под ред. В. П. Зломанова. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 400 с. - ISBN 978-5-94774-769-0.

8. Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы: учебное пособие для вузов по спец. 020101 (011000) – «Химия» / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин; под ред. Ю. Д. Третьякова. – Москва: Физматлит, 2010. - 452 с. - ISBN 978-5-9221-1120-1.

9. Каллистер, У. Д. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамика, полимеры) / У. Д. Каллистер, Д. Дж. Ретвич; пер. с англ. под ред. А. Я. Малкина. – Санкт-Петербург: Изд-во НОТ, 2011. – 895 с. - ISBN 978-5-91703-022-7.

10. Лахтин, Ю.М. Материаловедение: учебник для вузов. / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – Москва: Альянс, 2009. – 528 с. - ISBN 978-5-903034-54-3.

11. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум / М.М. Сычев, В.Н. Коробко, В.В. Бахметьев, С.В. Мякин [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: [б. и.], 2013. – 161 с.

12. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учебное пособие для вузов по спец. "Технология переработки пластических масс и эластомеров" / М. Л. Кербер [и др.]. – Санкт-Петербург: Профессия, 2009. – 557 с. - ISBN 978-5-93913-130-8.

13. Солнцев, Ю.П. Материаловедение: учебник для вузов. / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2007 – 784 с. - ISBN 5-93808-131-9.

14. Химическая диагностика материалов / В. Г. Корсаков [и др.]. Петербург. гос. ун-т путей сообщения. – Санкт-Петербург: Петербург. гос. ун-т путей сообщения, 2010. – 224 с. - ISBN 978-5-7641-0254-2.

б) электронные издания:

1. Материаловедение: учебное пособие / М.М.Сычев, С.В.Мякин, Т.В.Лукашова, К.А.Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2017. – 66 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. Лукашова, Т.В. Углеродистые стали: учебное пособие / Т.В.Лукашова, С.В.Мякин, К.А.Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2018. – 23 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3. Легированные стали: учебное пособие / Т.В. Лукашова, С.И. Гринева, В.Н. Коробко, С.В. Мякин // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 38 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

4. Алюминий, магний и легкие сплавы на их основе: учебное пособие / С.В.Мякин, Т.В. Лукашова, Н.А. Христюк, М.М. Сычев // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 32 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 25.12.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5. Лукашова, Т.В. Медь и сплавы на ее основы: учебное пособие / Т.В. Лукашова, С.В. Мякин, К.А. Огурцов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2020. – 34 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 26.12.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

6. Закалка углеродистых сталей: Методические указания к лабораторной работе: / В. Н. Коробко [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: [б. и.], 2010. – 22 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 18.12.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

7. Коробко, В.Н. Основы технологии конструкционных материалов: Учебное пособие / В. Н. Коробко, М. М. Сычев, А. Б. Романов; Министерство образования и науки Рос-

сийской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: [б. и.], 2012. – 97 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 12.12.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

8. Коробко, В. Н. Иллюстративный материал для лекций по курсу "Материаловедение": учебное пособие / В.Н. Коробко, М.М. Сычев, Г.Е. Горянина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: [б. и.], 2011. – 61с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 20.12.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

9. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум / М.М.Сычев, В.Н. Коробко, В.В. Бахметьев [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: [б. и.], 2013. – 161 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как www.yandex.ru, www.google.ru, www.rambler.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

www.elibrary.ru - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

www.consultant.ru - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

www.scopus.com - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство ИОР (Великобритания);

www.oxfordjournals.org - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;

<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));

<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);

<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;

<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Материаловедение» проводятся в соответствии с

требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Windows,
- OpenOffice.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.
2. <http://borovic.ru> - база патентов России.
3. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности
4. <http://google.com/patent>- база патентов США.
5. <http://freepatentsonline.com>- база патентов США.
6. <http://patentmatie.com/welcome> - база патентов США.
7. http://patika.ru/Epasenet_patentnie_poisk.html - европейская база патентов.
8. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
9. <http://worlddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.
10. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
11. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
12. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
13. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.
14. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
15. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> - база спектров химических соединений.
16. <http://markmet.ru> – марочник сталей.

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для проведения занятий в интерактивной форме, чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника.

Для проведения практических занятий используют компьютерный класс с персональными компьютерами.

Для проведения мастер классов и демонстрации практической исследовательской работы используется следующее оборудование:

1. Комплекс электрических измерений наноструктур (RLC метр E7-20, вольтметр универсальный электрометрический В7Э-42, комплекс измерительный К505, источник калиброванных напряжений, электрометр Keithley, генератор сигналов низкочастотный ГЗ-123, мегомметр ПС-1, источник питания постоянного тока Б5-44);

2. Комплекс спектральных измерений (Атомно-абсорбционный спектрометр МГА-915, сканирующий электронный микроскоп Tescan Vega 3 SBH, дифрактометр рентгеновский Rigaku Smartlab, спектрофотометры СФ-46, СФ-56, спектроколориметр ТКА-ВД, яркомер ФПЧ-УХЛ4, лазерный микроанализатор LMA -10, ИК-микроскоп со спектрофотометром Nicolet FT-IR, спектрофлуориметр AvaSpec-3648, исследовательский радиометр ПЛ1700, микроскоп люминесцентный ЛЮОММ);

3. Комплекс оптических измерений (15 металлографических микроскопов МИМ-4, МИМ-6, МИМ-8, универсальный измерительный микроскоп УИМ-21, рефрактометр ИРФ-23, 2 минералогических микроскопа МИН-8, 2 микротвердомера ПМТ-3,)

4. Установка молекулярного наслаивания,
5. Установка измерения полярной и неполярной составляющих свободной поверхностной энергии;

6. Анализатор размера частиц;

7. Дилатометр кварцевый ДКВ-4,

8. Ротационный вискозиметр «Rheotest»,

9. Пресса CarlZeisse Jena усилием 10 и 30 т.;

10. Две ультразвуковые ванны УЗУ- 0.25;

11. Весы электронные аналитические ALC-210d4, электронные технические ЕТ-300;

12. Весы механические ВНЦ, ВКЛ-500М, ВЛР-200, WA-21;

13. Три бокса 7БП1-ОС;

14. Вакуумные сушильные шкафы SPT-200,

15. Электроды лабораторные SNOL 6,7/1300, РЭМ 24/87, МП-2УМ и др. с рабочей температурой до 1600⁰С;

16. Термометры, термопары;

17. Бидистилляторы стеклянные БС, дистилляторы ДЭ-4,

18. Магнитные мешалки ММ-5;

19. Стеклянная посуда: колбы, мерные цилиндры, водоструйный насос, холодильник, чашки Петри, колба Бунзена, воронка Бюхнера.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Материаловедение»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.	промежуточный
ОПК-7	Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении.	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ОПК-1.10. Способен проводить испытания используемых в машиностроении материалов, измерения их свойств и анализировать взаимосвязь между их составом, структурой и свойствами.	<p>Знает основные методы определения свойств и эксплуатационных характеристик материалов (ЗН-1).</p> <p>Умеет определять взаимосвязь «состав – структура - свойства» для различных классов материалов (У-1).</p> <p>Владеет навыками проведения измерений и испытаний важнейших свойств материалов (Н-1).</p>	<p>Ответы на вопросы к экзамену № 1-4.</p>	<p>Имеет представление об основных методах определения свойств и эксплуатационных характеристик материалов, об основных подходах к установлению взаимосвязи между структурой, свойствами и техническими характеристиками материалов</p> <p>Способен с помощью преподавателя проводить стандартные испытания материалов при решении практических задач.</p>	<p>Способен с помощью преподавателя выбирать наиболее оптимальные методики измерения и стандартных испытаний основных свойств и целевых характеристик современных материалов.</p> <p>Способен анализировать взаимосвязь между структурой, свойствами и техническими характеристиками материалов на конкретных примерах</p> <p>Способен самостоятельно проводить стандартные испытания материалов при решении практических задач, обрабатывать полученные результаты.</p>	<p>Способен осуществлять оптимальный выбор методов испытаний для определения конкретных характеристик материалов.</p> <p>Способен самостоятельно формулировать цели и решать задачи по анализу взаимосвязи между структурой, свойствами и техническими характеристиками материалов.</p> <p>Использует на практике современные методы определения свойств и эксплуатационных характеристик материалов.</p>
ОПК-7.1. Рациональный выбор материалов для решения конкретных профес-	<p>Знает общую классификацию современных и перспективных материалов, области их применения (ЗН-2).</p>	<p>Ответы на вопросы к экзамену № 5-35.</p>	<p>Имеет общее представление о структуре и свойствах материалов, областях их применения.</p>	<p>Воспроизводит термины, основные понятия, знает общую классификацию материалов.</p> <p>Способен предложить</p>	<p>Обладает широким спектром знаний в области современных материалов, методов определения их свойств, требований, предъявляемых к их</p>

сиональных задач с учётом их свойств, экологических и экономических соображений.	Умеет оценивать применимость и целесообразность использования современных и перспективных материалов для конкретных назначений (У-2).			перспективный материал для конкретного назначения.	качеству, надёжности, стоимости. Способен анализировать и сопоставлять данные о характеристиках материалов с выработкой рекомендаций по их оптимальному выбору.
	Владеет навыками применения материалов с требуемым комплексом свойств для решения задач в своей профессиональной деятельности (Н-2).				

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и защиты курсовой работы. Для получения экзамена должен быть достигнут «пороговый» уровень сформированности компетенций.

1. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-1:

1. Природа химической связи и свойства материалов.
2. Типы кристаллических решеток, координационные числа, связь с плотностью и другими свойствами кристаллов. Типы дефектов в кристаллах. Влияние дефектов на прочность.
3. Упругая и пластическая деформация. Наклеп. Рекристаллизация.
4. Механические свойства материалов и способы их измерения.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-7:

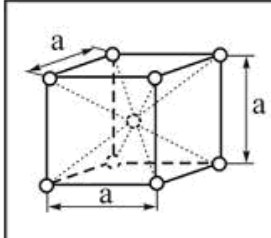
5. Материаловедение – определение и объект изучения науки. Классификация материалов.
6. Правило фаз Гиббса. Правило отрезков. Пример применения. Построение кривой охлаждения сплава.
7. Начертить двухкомпонентную диаграмму состояния для сплавов с отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии. Описать точки, линии, фазы и области на диаграмме.
8. Начертить двухкомпонентную диаграмму состояния для сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Описать точки, линии, фазы и области на диаграмме.
9. Начертить двухкомпонентную диаграмму состояния для сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Описать точки, линии, фазы и области на диаграмме.
10. Начертить двухкомпонентную диаграмму состояния для сплавов с образованием в твердом состоянии химического соединения. Описать точки, линии, фазы и области на диаграмме.
11. Равновесная диаграмма железо-углерод. Линии на диаграмме и критические точки.
12. Превращения в углеродистых сталях при нагревании. Фазовые превращения.
13. Превращения в углеродистых сталях при охлаждении. Перлитное превращение. Дать определение перлита, сорбита, троостита.
14. Дать определения и описать свойства феррита, аустенита, цементита. Как на их свойства влияет легирование.
15. Термические обработки - закалка. Определение, зачем применяется. Как и почему при этом изменяются свойства.
16. Термическая обработка – отпуск. Определение, зачем применяются. Как и почему при этом изменяются свойства.
17. Термическая обработка отжиг. Определение, виды, зачем применяется. Как и почему при этом изменяются свойства.
18. Термическая обработка – нормализация. Упрочняющая термическая обработка закалка и старение
19. Углеродистые стали. Влияние углерода и примесей на структуру и свойства сталей. Маркировка углеродистых сталей.
20. Конструкционные легированные стали. Маркировка, влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей.

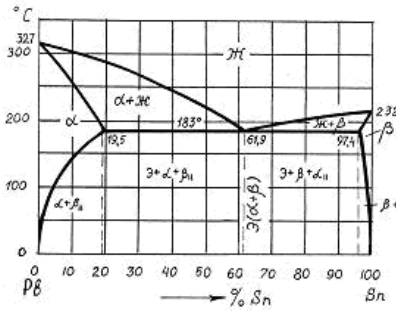
21. Стали с особыми свойствами. Нержавеющие, жаростойкие, жаропрочные стали.
22. Инструментальные материалы. Углеродистые и легированные инструментальные стали.
23. Чугуны – виды, получение, свойства, маркировка, применение.
24. Классификация алюминиевых сплавов. Закалка и старение алюминиевых сплавов. Определение, зачем применяются. Как и почему при этом изменяются свойства.
25. Деформируемые алюминиевые сплавы неупрочняемые термообработкой. Маркировка, состав, структура, свойства, применение.
26. Деформируемые алюминиевые сплавы упрочняемые термообработкой. Маркировка, состав, структура, свойства, применение.
27. Спеченные алюминиевые порошки. Марки, структура, состав, свойства, применение.
28. Литейные алюминиевые сплавы. Марки, структура, состав, свойства, применение.
29. Латунь. Маркировка, состав, свойства, применение.
30. Бронзы. Маркировка, состав, свойства, применение.
31. Пластмассы. Структура. Термопласты, их свойства и применение.
32. Пластмассы. Структура. Реактопласты, их свойства и применение.
33. Электротехнические материалы. Проводниковые материалы с низким удельным сопротивлением. Сверхпроводники.
34. Электротехнические материалы. Проводниковые материалы с высоким удельным сопротивлением. Контактные материалы. Припой.
35. Композиционные материалы. Структура и свойства. Гетинакс, текстолит, стеклотекстолит, ДСП и т.д.

4. Типовые тестовые задания для текущего контроля

Текущий контроль знаний проводится в виде тестирования после освоения нескольких разделов дисциплины.

Примеры тестовых заданий:

	<p>Кристаллическая решетка, элементарная ячейка которой представлена на рисунке, называется ...</p>	<ul style="list-style-type: none"> - гранцентрированной кубической - примитивной кубической - тетрагональной - объемно-центрированной кубической
<p>Деформация, остающаяся после прекращения действия внешних сил, называется ...</p>		<ul style="list-style-type: none"> - холодной - горячей - упругой - пластической
<p>Точечными дефектами кристаллической решетки являются ...</p>		<ul style="list-style-type: none"> - поры - вакансии - дислокации - границы зерен
<p>При пластической деформации металла плотность дислокаций ...</p>		<ul style="list-style-type: none"> - не изменяется - уменьшается - увеличивается - сначала уменьшается, потом увеличивается

Для веществ с металлической кристаллической решеткой характерны:	<ul style="list-style-type: none"> - высокое электросопротивление, высокая плотность - ковкость, пластичность - хрупкость, низкая теплопроводность - склонность к возгонке, хорошие диэлектрические свойства
На диаграмме Fe-Fe ₃ C критическая точка A ₃ соответствует линии ...	<ul style="list-style-type: none"> - ECF - PSK - GS - SE
Самой твердой фазой железоуглеродистых сплавов является ...	<ul style="list-style-type: none"> - перлит - феррит - аустенит - цементит
При температуре 727°С в системе «железо-цементит» происходит ...	<ul style="list-style-type: none"> - перлитное превращение - образование феррита - образование первичного цементита - эвтектическое превращение
Перлит – это ...	<ul style="list-style-type: none"> - твердый раствор внедрения - твердый раствор замещения - химическое соединение железа с углеродом - смесь феррита и цементита эвтектоидного состава
Линия солидус диаграммы состояния – это линия ...	<ul style="list-style-type: none"> - окончания кристаллизации - растворимости - начала кристаллизации - эвтектоидного превращения
	<p>Свинец и олово ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - ограниченно растворимы друг в друге в твердом состоянии - образуют химическое соединение - практически не растворимы друг в друге в твердом состоянии - неограниченно растворимы друг в друге в твердом состоянии
При охлаждении эвтектоидной стали со скоростью выше критической аустенит превращается в ...	<ul style="list-style-type: none"> - мартенсит - перлит - бейнит - сорбит
Структура стали 40 после полного отжига - ...	<ul style="list-style-type: none"> - цементит + перлит - перлит - мартенсит - феррит + перлит
Заэвтектоидные стали для неполной закалки нагревают выше ...	<ul style="list-style-type: none"> - A_{c1} - A_{cm} - A_{c2} - A_{c3}
Твердость продуктов распада аустенита понижается в ряду ...	<ul style="list-style-type: none"> - мартенсит, перлит, сорбит, троостит - троостит, сорбит, перлит, мартенсит

	<ul style="list-style-type: none"> - мартенсит, троостит, сорбит, перлит - перлит, сорбит, троостит, мартенсит
Кристаллическая решетка мартенсита -	<ul style="list-style-type: none"> - гранцентрированная кубическая - объемно-центрированная кубическая - тетрагональная - гексагональная
Углеродистые стали после отжига, обычно охлаждают ...	<ul style="list-style-type: none"> - в воде - вместе с печью - в растворе соли - на воздухе
Цементацию целесообразно применять для сталей ...	<ul style="list-style-type: none"> - с любым содержанием углерода - высокоуглеродистых - среднеуглеродистых - низкоуглеродистых
Нормализацию проводят с целью ...	<ul style="list-style-type: none"> - устранения дендритной ликвации - снятия напряжений после обработки резанием - получения равновесной структуры стали - получения однородной мелкозернистой структуры стали
Средний отпуск применяют для ...	<ul style="list-style-type: none"> - пружин и рессор - шатунов двигателей - мерительного инструмента - режущего инструмента
По назначению сталь 40ХН2МА является ...	<ul style="list-style-type: none"> - машиностроительной улучшаемой - инструментальной - строительной - рессорно-пружинной
Из нижеперечисленных сталей пружинной является ...	<ul style="list-style-type: none"> - 30ХГСА - 60С2А - У12 - 15кп
Прочность чугуна в наибольшей степени понижается включениями графита ...	<ul style="list-style-type: none"> - хлопьевидной формы - форма графитовых включений существенного влияния на прочность чугуна не оказывает - глобулярной формы - пластинчатой
Отличительный признак серых, ковких и высокопрочных чугунов -	<ul style="list-style-type: none"> - структура металлической основы - форма графитовых включений - форма цементитных образований - количество графитовых включений
Дюралюмины превосходят чистый алюминий по ...	<ul style="list-style-type: none"> - прочности - теплопроводности - электропроводности - коррозионной стойкости
Сплав марки Л68 имеет состав ...	<ul style="list-style-type: none"> - 68% Cu, 32% Sn - 68% Cu, 32% Zn - 0,68% С, остальное Fe - 68% Zn, 32% Cu
Макромолекула каучука имеют строение ...	<ul style="list-style-type: none"> - лестничное - густосетчатое

	<ul style="list-style-type: none"> - редкосетчатое - линейное или слаборазветвленное
Высоким удельным электрическим сопротивлением обладают ...	<ul style="list-style-type: none"> - диэлектрики - проводники - полупроводники - чистые металлы
Для изготовления выпрямителей используют ...	<ul style="list-style-type: none"> - магниты - диэлектрики - проводники - полупроводники

5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.