

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1155562	Материаловедение

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Лазерные, аддитивные и упрочняющие технологии в машиностроении	Код ОП 1. 12.03.05/33.11
Направление подготовки 1. Лазерная техника и лазерные технологии	Код направления и уровня подготовки 1. 12.03.05

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Фоминых Максим Владимирович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	литейного производства и упрочняющих технологий

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Материаловедение**

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль направлен на формирование у выпускников компетенций, необходимых и достаточных для выполнения производственно-технологической деятельности по осуществлению технологических процессов получения и обработки металлов и сплавов, а также изделий из них. По окончании обучения по модулю «Материаловедение» студенты будут знать, понимать и применять теоретические положения кристаллографии и теории сплавов, пластической деформации и кристаллизации, закономерности формирования микроструктуры углеродистых и легированных сталей, позволяющие создавать материалы с заданным комплексом свойств, закономерности формирования структуры неметаллических материалов, их технологические свойства и применение. Освоение модуля способствует развитию у студентов интереса к фундаментальным знаниям, формированию целостного системного представления о природе материалов, элементарной теории дефектов кристаллической решетки, различного типа структурных несовершенств и особенностей их взаимодействия, основных положениях минералогии и кристаллографии.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Конструкционные материалы в машиностроении	5
2	Металловедение и термообработка	5
3	Оптическое материаловедение и оплотехника	5
ИТОГО по модулю:		15

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
---------------------------	--------------------------------	--

1	2	3
<p>Конструкционные материалы в машиностроении</p>	<p>ПК-2 - Способен анализировать дефекты и несоответствия продукции лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий, описывая причины их появления и меры предотвращения</p>	<p>З-1 - Сделать обзор отечественной и международной системы менеджмента качества продукции, стандартов в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий.</p> <p>З-2 - Классифицировать виды и способы лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий, описывая области применения и ограничения в использовании.</p> <p>З-3 - Классифицировать характерные дефекты и несоответствия продукции, описывая причины появления и меры предотвращения.</p> <p>У-1 - Оценивать качество продукции в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий на соответствие отечественным и международным стандартам качества и выявлять дефекты и несоответствия.</p> <p>У-2 - Анализировать причины появления характерных дефектов и несоответствия продукции, выбирать меры их предотвращения.</p> <p>У-3 - Анализировать предложения по конструкции изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий с целью улучшения эксплуатационных характеристик.</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт анализа качества продукции изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий в соответствии со стандартами качества и оформлять заключения.</p> <p>П-2 - Разрабатывать предложения по мерам предотвращения дефектов и несоответствий продукции и оптимизации технологического процесса с учетом требований к качеству и современного опыта в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий.</p> <p>П-3 - Оформлять документацию по дефектам и несоответствиям в соответствии со стандартом по документообороту.</p>

		<p>Д-1 - Демонстрировать умения взаимодействовать со смежными подразделениями.</p> <p>Д-2 - Демонстрировать внимательность и ответственное отношение к делу.</p>
Металловедение и термообработка	ПК-2 - Способен анализировать дефекты и несоответствия продукции лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий, описывая причины их появления и меры предотвращения	<p>З-1 - Сделать обзор отечественной и международной системы менеджмента качества продукции, стандартов в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий.</p> <p>З-2 - Классифицировать виды и способы лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий, описывая области применения и ограничения в использовании.</p> <p>З-3 - Классифицировать характерные дефекты и несоответствия продукции, описывать причины появления и меры предотвращения.</p> <p>У-1 - Оценивать качество продукции в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий на соответствие отечественным и международным стандартам качества и выявлять дефекты и несоответствия.</p> <p>У-2 - Анализировать причины появления характерных дефектов и несоответствия продукции, выбирать меры их предотвращения.</p> <p>У-3 - Анализировать предложения по конструкции изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий с целью улучшения эксплуатационных характеристик.</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт анализа качества продукции изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий в соответствии со стандартами качества и оформлять заключения.</p> <p>П-2 - Разрабатывать предложения по мерам предотвращения дефектов и несоответствий продукции и оптимизации технологического процесса с учетом требований к качеству и современного опыта в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий.</p>

		<p>П-3 - Оформлять документацию по дефектам и несоответствиям в соответствии со стандартом по документообороту.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умения взаимодействовать со смежными подразделениями.</p> <p>Д-2 - Демонстрировать внимательность и ответственное отношение к делу.</p>
Оптическое материаловедение и оплотехника	ПК-2 - Способен анализировать дефекты и несоответствия продукции лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий, описывая причины их появления и меры предотвращения	<p>З-1 - Сделать обзор отечественной и международной системы менеджмента качества продукции, стандартов в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий.</p> <p>З-2 - Классифицировать виды и способы лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий, описывая области применения и ограничения в использовании.</p> <p>З-3 - Классифицировать характерные дефекты и несоответствия продукции, описывая причины появления и меры предотвращения.</p> <p>У-1 - Оценивать качество продукции в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий на соответствие отечественным и международным стандартам качества и выявлять дефекты и несоответствия.</p> <p>У-2 - Анализировать причины появления характерных дефектов и несоответствия продукции, выбирать меры их предотвращения.</p> <p>У-3 - Анализировать предложения по конструкции изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий с целью улучшения эксплуатационных характеристик.</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт анализа качества продукции изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий в соответствии со стандартами качества и оформлять заключения.</p> <p>П-2 - Разрабатывать предложения по мерам предотвращения дефектов и несоответствий продукции и оптимизации технологического</p>

		<p>процесса с учетом требований к качеству и современного опыта в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий.</p> <p>П-3 - Оформлять документацию по дефектам и несоответствиям в соответствии со стандартом по документообороту.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умения взаимодействовать со смежными подразделениями.</p> <p>Д-2 - Демонстрировать внимательность и ответственное отношение к делу.</p>
--	--	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Конструкционные материалы в
машиностроении

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Злыгостев Сергей Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	литейного производства и упрочняющих технологий

Рекомендовано учебно-методическим советом института Metallургии и металловедения

Протокол № 20230201-01 от 01.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Злыгостев Сергей Николаевич, Доцент, литейного производства и упрочняющих технологий

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	1	1
1	Введение	Определение понятий “металл”, “металловедение”, “технология” и “конструкционные материалы”. Классификация конструкционных материалов. Значение конструкционных материалов в машиностроении. Свойства конструкционных материалов. Цель, задачи и содержание дисциплины и её значение в подготовке специалистов машиностроительного производства. Специфика дисциплины и методические рекомендации по её изучению
2	Состав и маркировка металлических сплавов.	Структура многокомпонентных металлических сплавов: основа, основной легирующий элемент, другие легирующие элементы, технологические добавки, вредные примеси. Маркировки черных и цветных сплавов.
3	Термическая обработка.	Основные задачи, решаемые термической обработкой. Диффузионный и “бездиффузионный” механизмы фазовых и структурных превращений, как основа получения разнообразия структур сплавов при их нагреве и охлаждении. Предел текучести материала– базовая компонента его прочности. Превращения структуры при нагреве в однофазные области. Превращения структуры при охлаждении однофазных гомогенных состояний. Основные способы охлаждения машиностроительных деталей в процессе их термической

		<p>обработки. Изотермические и термо-кинетические методики регистрации физических свойств сплавов.</p> <p>Влияние легирования и скорости охлаждения на структуру сплавов.</p> <p>Превращения в сплавах при старении пересыщенных твёрдых растворов замещения.</p>
4	Конструкционная прочность материала в деталях машин.	Принцип “фазовой композитности” структуры материалов, как способ получения повышенных уровней прочности машиностроительных деталей.
5	Металлургическое производство.	Производство чугуна. Сталеплавильное производство. Схемы производства цветных металлов: меди, алюминия, титана.
6	Обработка металлов давлением.	Физические основы ОМД. Прокатка. Прессование. Волочение. Ковка. Объемная штамповка. Листовая штамповка.
7	Литейное производство.	<p>Сущность способа. Определение терминов. Значение литейного производства в машиностроении. Виды литейных форм. Классификация литейных сплавов, их механические и литейные свойства.</p> <p>Технология изготовления отливок в песчано-глинистых формах.</p> <p>Специальные виды литья: в оболочковые формы, в кокиль, под высоким давлением, по выплавляемым моделям, центробежное, центрифугированием.</p>
8	Сварка металлов.	<p>Сущность процесса образования сварного соединения. Классификация способов сварки. Классификация сварных швов. Классификация сварных соединений.</p> <p>Ручная дуговая сварка. Дуговая сварка под флюсом. Дуговая сварка в защитных газах. Электрошлаковая сварка. Газовая сварка и резка. Электроконтактная сварка. Специальные способы сварки.</p>
9	Обработка металлов резанием.	Общая характеристика процесса резания металлов. Токарная обработка. Фрезерование. Обработка на сверлильных станках. Шлифование.
10	Полимерные материалы и композиты.	<p>Общие сведения о полимерах и их физико-химических свойствах. Понятия “термопластичный” и “термореактивный” (“реактивный”) полимер. Соотношение понятий полимер и пластмасса. Классификации пластмасс. Назначение компонентов (ингредиентов) сложных пластмасс. Основные технологии (способы производства) изделий из пластмасс.</p> <p>Понятие “композитный материал” (“композит”). Классификация композитных материалов по типу матрицы, типу армирующего элемента, особенностям макростроения и методам получения.</p>

		<p>Композитные материалы на полимерной матрице.</p> <p>Композитные материалы на металлической матрице.</p> <p>Композитные материалы на неорганической матрице: инфракерметы, и ультракерметы. Виды, свойства и применение керамических композитных материалов</p>
11	Заключение.	Перспективы развития производства конструкционных материалов.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2 - Способен анализировать дефекты и несоответствия продукции лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий, описывая причины их появления и меры предотвращения	<p>У-3 - Анализировать предложения по конструкции изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий с целью улучшения эксплуатационных характеристик.</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт анализа качества продукции изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий в соответствии со стандартами качества и оформлять заключения.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умения взаимодействовать со смежными подразделениями.</p>

				Д-2 - Демонстрировать внимательность и ответственное отношение к делу.
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Конструкционные материалы в машиностроении

Электронные ресурсы (издания)

1. , Воробьева, Г. А.; Конструкционные стали и сплавы : учебное пособие.; Политехника, Санкт-Петербург; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447615> (Электронное издание)
2. ; Конструкционные и композиционные материалы : учебное пособие.; Омский государственный технический университет (ОмГТУ), Омск; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682120> (Электронное издание)
3. Орлов, , А. С.; Конструкционные металлы и сплавы. Технология конструкционных материалов : лабораторный практикум.; Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, Воронеж; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/30839.html> (Электронное издание)
4. Ржевская, С. В.; Материаловедение: учебник для вузов : учебник.; Логос, Москва; 2006; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89943> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Пинчук, Л. С., Белый, В. А., Мышкин, Н. К., Свириденко, А. И., Струк, В. А.; Материаловедение и конструкционные материалы : Учеб. пособие для втузов.; Вышэйшая школа, Минск; 1989 (10 экз.)
2. , Фролов, К. Ф., Арзамасов, Б. Н.; Конструкционные материалы : справочник.; Машиностроение, Москва; 1990 (12 экз.)
3. Болтон, Туринов, В. Н., Симонов, В. Я., Юдина, Ю. А.; Конструкционные материалы: металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты : карман. справочник.; Додэка-XXI, Москва; 2004 (13 экз.)
4. Солнышкин, Н. П., Дмитриев, С. И., Чижевский, А. Б.; Технологические процессы в машиностроении : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Технология, оборудование и автоматизация пр-ва".; Издательство СПбГТУ, Санкт-Петербург; 2001 (16 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Конструкционные материалы в машиностроении

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		Подключение к сети Интернет	
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Металловедение и термообработка

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Злыгостев Сергей Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра литейного производства и упрочняющих технологий

Рекомендовано учебно-методическим советом института Metallургии и металлoведения

Протокол № 20230201-01 от 01.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Злыгостев Сергей Николаевич, Доцент, литейного производства и упрочняющих технологий

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Строение металлов и основные методы исследования	Введение. Металлография и металловедение. Металловедение как наука о связи между составом, структурой и свойствами металлов. Характеристика металлического состояния. Атомно-кристаллическое строение металлов. Дефекты кристаллографического строения металлов. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия. Полиморфизм. Методы исследования атомно-кристаллического строения. Микроструктура металлов. Монокристаллы и поликристаллы. Микроскопический анализ. Приготовление шлифов. Методы микроскопического анализа. Макроскопический анализ. Макроскопический анализ изломов и шлифов. Понятие о возможностях электронной микроскопии. Методы исследования фазовых превращений.
2	Свойства металлов	Механические испытания свойства металлов. Статические, динамические и циклические испытания. Испытания на растяжение. Кривые растяжения. Характеристики пластичности при растяжении. Испытания на сжатие и на

		<p>изгиб. Испытания на твердость. Микротвердость. Ударная вязкость. Типы концентратора напряжений.</p> <p>Физические свойства. Жаропрочность. Жаростойкость. Коррозионная стойкость.</p>
3	Кристаллизация чистых металлов	<p>Структура металлов в жидком состоянии. Термодинамические условия процесса кристаллизации. Механизм процесса кристаллизации. Параметры кристаллизации (число зародышей, скорость роста).</p> <p>Теория затвердевания. Гомогенное и гетерогенное зарождение. Самопроизвольное образование зародышей. Критический размер зародыша. Влияние степени переохлаждения на число зародышей. Скорость образования зародышей.</p> <p>Гетерогенное зарождение. Соотношения энергии флуктуации при самопроизвольной и несамопроизвольной кристаллизации. Принцип структурного соответствия. Модифицирование. Требования предъявляемые к модификаторам.</p> <p>Скорость роста зародышей. Механизм роста кристаллов - образование двухмерных зародышей. Кинетика кристаллизации. Закалка из жидкого состояния. Аморфное состояние.</p> <p>Размер зерна после кристаллизации. Факторы, определяющие размер зерна. Форма кристаллов, образующихся при затвердевании металла. Характер роста кристаллов. Дендритный способ кристаллизации металлов. Структура слитка. Образование зон в слитке. Условия для возникновения той или иной зоны. Технологические свойства слитков с различной структурой.</p> <p>Усадочные явления при кристаллизации слитков. Усадочная раковина. Зависимость объема усадочной раковины от различных факторов. Микропоры и газовые пузыри. Меры борьбы с отрицательным влиянием усадочных раковин. Выращивание монокристаллов.</p>
4	Фазы в металлических сплавах	<p>Виды связи. Энергия связи и обусловленные ею свойства твердых тел. Виды химической связи в твердых телах, характеристики этих видов связей, физические свойства и строение кристаллов, образованных с помощью этих видов связей. Металлическое состояние. Классификация металлов по физическим свойствам, по строению внешних электронных оболочек.</p> <p>Фазовые переходы I и II рода.</p> <p>Классификация фаз. Твердые растворы и промежуточные фазы. Типы твердых растворов.</p> <p>Твердые растворы замещения. Основные факторы, определяющие пределы растворимости в твердом состоянии. Упорядоченные и неупорядоченные твердые растворы.</p>

		<p>Сверхструктуры. Точка Курнакова. Ближний порядок. Термодинамические свойства твердых растворов замещения. Термодинамический анализ склонности твердых растворов к упорядочению и расслоению.</p> <p>Твердые растворы внедрения. Условия образования твердых растворов внедрения.</p> <p>Промежуточные фазы. Твердые растворы на базе промежуточных фаз. Классификация промежуточных фаз. Соединения с нормальной валентностью. Электронные соединения. Фазы Лавеса. Сигма-фазы. Фазы внедрения.</p>
5	<p>Диаграммы состояния двойных систем</p>	<p>Общие представления о диаграммах состояния. Правило рычага.</p> <p>Система с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состоянии. Кристаллизация твердых растворов.</p> <p>Образование эвтектики при полной взаимной растворимости в жидком состоянии и отсутствии растворимости в твердом состоянии. Кинетика и механизм эвтектической кристаллизации.</p> <p>Понятие о структурных составляющих. Структура эвтектических сплавов. Образование эвтектики при наличии ограниченной растворимости в твердом состоянии.</p> <p>Перитектическое превращение при наличии ограниченной растворимости в твердом состоянии.</p> <p>Диаграмма состояния с монотектическим превращением.</p> <p>Диаграммы состояния с конгруэнтно- и инконгруэнтноплавящимися промежуточными фазами.</p> <p>Связь между диаграммами состояния и свойствами сплавов (законы Курнакова).</p> <p>Примеры реальных диаграмм двойных систем. Изображение состава в двойных системах в процентах по массе и в атомных процентах.</p>
6	<p>Неравновесная кристаллизация</p>	<p>Микроликвация (дендритная ликвация) как результат неравновесной кристаллизации твердых растворов. Коэффициент равновесного распределения и коэффициент ликвации. Гомогенизационный отжиг как мера борьбы с микроликвацией. Появление неравновесной эвтектики как результат ликвации в системах эвтектического типа. Использование явления ликвации (направленная кристаллизация и зонная плавка).</p> <p>Макроликвация: прямая и обратная зональная ликвация, ликвация по удельному весу, условия их развития.</p>

		<p>Применение явления ликвации: очистка металлов методами направленной кристаллизации и зонной плавки.</p> <p>Кристаллизация метастабильных фаз.</p>
7	Связь литейных свойств двойных сплавов с диаграммой состояния	<p>Основные литейные свойства (жидкотекучесть, горячеломкость, усадка).</p> <p>Зависимость литейных свойств от состава в системах с непрерывным рядом твердых растворов и эвтектического типа. Выбор состава литейных сплавов с использованием диаграмм состояния.</p>
8	Система железо-углерод	<p>Роль железа и его сплавов в современной технике. Компоненты и фазы в системе Fe-C. Диаграмма состояния Fe-C.</p> <p>Кристаллизация и фазовые превращения в твердом состоянии сплавов Fe-Fe₃C.</p> <p>Фазовые и структурные превращения в сплавах железо-графит. Фазовый состав и структура. Основные характеристики. Области применения. Чугуны как сплавы с хорошими литейными свойствами. Особенности состава технических чугунов как многокомпонентных сплавов. Влияние условий охлаждения на структуру чугунов. Чугуны белые, серые, половинчатые.</p> <p>Серые, ковкие и высокопрочные чугуны. Формирование металлической основы в чугунных отливках. Влияние строения графитной составляющей и металлической основы на свойства чугуна. Марки серых чугунов.</p> <p>Классификация углеродистых сталей и белых чугунов по структуре. Примеси и легирующие элементы в сталях. Влияние легирующих элементов на полиморфные превращения железа. Классификация легирующих элементов по их отношению к углероду. Классификация сталей по структуре и применению. Маркировка.</p>
9	Диаграммы состояния тройных систем	<p>Геометрическое изображение состава тройных сплавов. Концентрационный треугольник. Свойства концентрационного треугольника. Правила рычага и центра тяжести треугольника.</p> <p>Геометрическое изображение диаграмм состояния тройных систем. Диаграмма состояния тройной системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состояниях. Пространственная диаграмма простейшего типа. Кристаллизация тройных однофазных сплавов. Изменение состава жидкой и твердой фаз. Горизонтальные (изотермические) и вертикальные (политермические) сечения.</p> <p>Диаграмма состояния тройной системы с тройной эвтектикой и отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии.</p>

		<p>Кристаллизация сплавов, изотермические и политермические сечения. Строение тройной эвтектики.</p> <p>Диаграмма состояния тройной системы с тройной эвтектикой и ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Кристаллизация сплавов, изотермические и политермические сечения.</p> <p>Другие типы тройных диаграмм.</p>
--	--	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2 - Способен анализировать дефекты и несоответствия продукции лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий, описывая причины их появления и меры предотвращения	<p>3-1 - Сделать обзор отечественной и международной системы менеджмента качества продукции, стандартов в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий.</p> <p>3-2 - Классифицировать виды и способы лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий, описывая области применения и ограничения в использовании.</p> <p>3-3 - Классифицировать характерные дефекты и несоответствия продукции, описывать причины</p>

				<p>появления и меры предотвращения.</p> <p>У-1 - Оценивать качество продукции в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий на соответствие отечественным и международным стандартам качества и выявлять дефекты и несоответствия.</p> <p>У-2 - Анализировать причины появления характерных дефектов и несоответствия продукции, выбирать меры их предотвращения.</p> <p>У-3 - Анализировать предложения по конструкции изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий с целью улучшения эксплуатационных характеристик.</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт анализа качества продукции изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий в соответствии со стандартами качества и</p>
--	--	--	--	--

				<p>оформлять заключения.</p> <p>П-2 - Разрабатывать предложения по мерам предотвращения дефектов и несоответствий продукции и оптимизации технологического процесса с учетом требований к качеству и современного опыта в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий.</p> <p>П-3 - Оформлять документацию по дефектам и несоответствиям в соответствии со стандартом по документообороту.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умения взаимодействовать со смежными подразделениями.</p> <p>Д-2 - Демонстрировать внимательность и ответственное отношение к делу.</p>
--	--	--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Металловедение и термообработка

Электронные ресурсы (издания)

1. Селиванова, , О. В., Попова, , А. А.; Структура материалов и методы ее исследования. Кристаллизация материалов. Двойные сплавы; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/106526.html> (Электронное издание)
2. Аленичева, Е. В.; Материаловедение: конспект лекций : курс лекций.; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277958> (Электронное издание)
3. Левинский, Ю. В.; Р-Т-х-диаграммы состояния двойных металлических систем: методы расчета и построения : монография.; Научный мир, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467906> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Захаров, А. М.; Диаграммы состояния двойных и тройных систем : Учеб. пособие для металлург. и машиностроит. специальностей вузов.; Металлургия, Москва; 1990 (24 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Металловедение и термообработка

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Оптическое материаловедение и
оптотехника

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Парамонова Ольга Леонидовна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	технологии стекла
2	Фарафонтова Елена Павловна	Кандидат технических наук, Доцент	Доцент; руководитель образовательной программы	технологии стекла; школа базового инженерного образования

Рекомендовано учебно-методическим советом института Metallургии и металлoведения

Протокол № 20230201-01 от 01.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Парамонова Ольга Леонидовна, Старший преподаватель, технологии стекла**
- **Фарафонтова Елена Павловна, Доцент; руководитель образовательной программы, технологии стекла; школа базового инженерного образования**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Оптические материалы	Требования к оптическим материалам. Классификация оптических материалов. Отличительные свойства оптических материалов. Оптическое стекло. Номенклатура оптических стекол. Силикатные, боратные, боросиликатные, германатные, фосфатные, галогенидные, халькогенидные, алюминатные и галлатные, теллуридные стёкла. Кварцевое стекло: свойства, методы получения, применение. Оптические кристаллы: классификация, свойства, применение, методы получения. Методы выращивания кристаллов. Оптическая керамика: классификация, применение, свойства, методы получения. Кристаллы для использования в ИК-области спектра. Кристаллы для генерации лазерного излучения (лазерные кристаллы). Кристаллы для управления оптическим излучением. Оптические ситаллы: обозначение, свойства, применение, технология получения.
2	Основные понятия и законы геометрической оптики.	Предмет геометрической оптики. Основные

	Теория идеальной оптической системы	законы геометрической оптики. Явление полного внутреннего отражения. Правила знаков. Отражение, преломление света плоскими и сферическими поверхностями. Идеальная оптическая система. Кардинальные точки оптической системы. Графическое построение изображений. Основные формулы идеальной оптической системы.
3	Оптические детали приборов	Плоскопараллельные пластинки. Сферические зеркала. Оптические клинья. Вращающиеся клинья. Поступательное перемещение клина. Призмы. Типы призм. Развертка отражательных призм. Системы призм. Линзы. Типы линз. Светофильтры. Асферические поверхности. Растры. Светопроводы и волоконная оптика
4	Аберрации оптических систем	Понятие об аберрациях оптических систем. Хроматическая аберрация положения изображения на оси. Вторичный спектр. Хроматическая аберрация увеличения. Сферическая аберрация. Кома. Условие синусов. Астигматизм, кривизна изображения и дисторсия
5	Телескопические системы	Ограничение пучков в оптических системах. Диафрагмы и их назначение. Ограничение апертуры оптических приборов. Ограничение поля зрения оптических приборов. Полевая диафрагма. Общие основы теории телескопической системы. Основные оптические характеристики. Видимое увеличение. Угловое поле зрения. Диаметр выходного зрачка и его удаление. Разрешающая способность. Простые зрительные трубы. Зрительная труба Галилея. Зрительная труба Кеплера. Зрительные трубы с призмными оборачивающими системами. Зрительные трубы с линзовыми оборачивающими системами. Телескопические системы с переменным увеличением. Объективы и окуляры зрительных труб.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2 - Способен анализировать дефекты и несоответствия продукции лазерных, аддитивных и	З-1 - Сделать обзор отечественной и международной системы менеджмента качества

		<p>ой деятельности</p>	<p>упрочняющих технологий, описывая причины их появления и меры предотвращения</p>	<p>продукции, стандартов в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий.</p> <p>3-2 - Классифицировать виды и способы лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий, описывая области применения и ограничения в использовании.</p> <p>3-3 - Классифицировать характерные дефекты и несоответствия продукции, описывать причины появления и меры предотвращения.</p> <p>У-1 - Оценивать качество продукции в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий на соответствие отечественным и международным стандартам качества и выявлять дефекты и несоответствия.</p> <p>У-2 - Анализировать причины появления характерных дефектов и несоответствия продукции,</p>
--	--	------------------------	--	--

				<p>выбирать меры их предотвращения.</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт анализа качества продукции изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий в соответствии со стандартами качества и оформлять заключения.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умения взаимодействовать со смежными подразделениями.</p> <p>Д-2 - Демонстрировать внимательность и ответственное отношение к делу.</p>
--	--	--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Оптическое материаловедение и оптотехника

Электронные ресурсы (издания)

1. Серова, В. Н.; Оптические и другие материалы на основе прозрачных полимеров : монография.; Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270574> (Электронное издание)
2. ; Оптическое материаловедение. Материалы и оптические элементы в фотонике : учебное пособие.; Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/75385.html> (Электронное издание)
3. Зверев, , В. А.; Оптические материалы. Часть 1 : учебное пособие для конструкторов оптических систем и приборов.; Университет ИТМО, Санкт-Петербург; 2009; <http://www.iprbookshop.ru/67433.html> (Электронное издание)
4. Зверев, , В. А.; Оптические материалы. Часть 2 : учебное пособие для конструкторов оптических систем и приборов.; Университет ИТМО, Санкт-Петербург; 2013; <http://www.iprbookshop.ru/67434.html> (Электронное издание)

5. , Шабанов, В. Ф., Зырянов, В. Я.; Фотонные кристаллы и нанокompозиты: структурообразование, оптические и диэлектрические свойства : монография.; Сибирское отделение Российской академии наук, Новосибирск; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98005> (Электронное издание)
6. , Шабанов, В. Ф., Зырянов, В. Я.; Фотонные кристаллы и нанокompозиты: структурообразование, оптические и диэлектрические свойства : монография.; Сибирское отделение Российской академии наук, Новосибирск; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98005> (Электронное издание)
7. ; Ионные кристаллы. Оптические и голографические свойства : учебное пособие по выполнению лабораторного практикума.; Университет ИТМО, Санкт-Петербург; 2013; <http://www.iprbookshop.ru/66481.html> (Электронное издание)
8. Иванова, С. Д.; Прикладная оптика : учебно-методическое пособие.; Директ-Медиа, Москва, Берлин; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=597928> (Электронное издание)
9. Гоголева, , Е. М., Дерябин, , В. А.; Прикладная оптика : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/66194.html> (Электронное издание)
10. Агапов, , Н. А.; Прикладная оптика : учебное пособие.; Томский политехнический университет, Томск; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/84030.html> (Электронное издание)
11. Цуканова, , Г. И.; Прикладная оптика. Часть 1 : учебно-методическое пособие.; Университет ИТМО, Санкт-Петербург; 2013; <http://www.iprbookshop.ru/67577.html> (Электронное издание)
12. Цуканова, , Г. И.; Прикладная оптика. Часть 2 : учебно-методическое пособие.; Университет ИТМО, Санкт-Петербург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/67825.html> (Электронное издание)
13. Перунова, М., М.; Геометрическая оптика в примерах и задачах : учебное пособие.; Оренбургский государственный университет, Оренбург; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259215> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Москалев, В. А., Нагибина, И. М., Полушкина, Н. А., Рудин, В. Л.; Прикладная физическая оптика : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Оптотехника".; Высшая школа, Москва; 2002 (20 экз.)
2. Шишловский, А. А.; Прикладная физическая оптика : учеб. пособие для ун-тов.; ФИЗМАТГИЗ, Москва; 1961 (4 экз.)
3. Коликов, А. П., Заказнов, Н. П.; Прикладная оптика : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. 200200 - Оптотехника и оптическим специальностям.; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2009 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Оптический журнал : ежемес. науч.-техн. журн. / учредители: Гос. оптич. ин-т им. С. И.Вавилова, Оптич. о-во им. Д. С. Рождественского .— Санкт-Петербург, 1931 .— ISSN 0030-4042.
2. Полнотекстовая база данных по оптике Optical Society of America (OSA). Режим доступа по подписке УрФУ: <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
3. Универсальная база данных Web of Science Core Collection. Режим доступа по подписке УрФУ <http://apps.webofknowledge.com/>
4. Универсальная база данных Scopus Elsevier. Режим доступа по подписке УрФУ <http://www.scopus.com/>
5. Техэксперт (Кодекс) Режим доступа по подписке УрФУ <http://sk5-410-lib-te.at.urfu.ru/docs/>

6. Электронная библиотека кафедры прикладной и компьютерной оптики СПбГУ ИТМО. Режим доступа: <http://aco.ifmo.ru/library.html>

7. Справочник технолога-оптика/ М. А. Окатов [и др.]: под ред. канд. хим. наук М. А. Окатова 2-е изд., испр. и

доп. СПб.: Политехника, 2004 680 с.: ил.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Оптическое материаловедение и оплотехника

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p>

	<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
--	--	--