



|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство образования и науки Российской Федерации<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа по дисциплине  |       |   |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины:

- освоение студентами фундаментальных знаний в области электронной микроскопии, изучение физических основ и возможностей работы просвечивающего b сканирующего электронного микроскопа.

### Задачи освоения дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области физического материаловедения;
- приобретение теоретических знаний в области исследования различных процессов, происходящих при взаимодействии электронного пучка с образцом, принципов и физических основ работы просвечивающего электронного микроскопа
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области электронной микроскопии;
- обучение навыков обработки данных, полученных на электронном микроскопе.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «**Электронная микроскопия**» относится к вариативной части Блока 1 дисциплин по выбору цикла подготовки бакалавров по направлению **22.03.01. «Материаловедение и технологии материалов»**.

В дисциплине рассматриваются основы кристаллического строения материалов, физические основы рентгеновского излучения и методы анализа и диагностики кристаллов с его помощью.

Освоение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин:

- Механика материалов и основы конструирования
- научно-исследовательская работа
- Основы теорий упругости, пластичности и разрушения материалов
- Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
- Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
- Практикум по механике
- Практикум по молекулярной физике
- Практикум по электричеству
- Преддипломная практика
- Сопротивление материалов
- Теоретическая механика
- Технологическая практика
- Физика конденсированного состояния
- Физико-химические методы контроля и анализа материалов
- Физические основы технологии полупроводниковых приборов и интегральных микросхем
- Физические свойства твердых тел
- Численные методы в физике и химии
- Электродинамика
- Электронная микроскопия
- Электротехника и электроника

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство образования и науки Российской Федерации<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа по дисциплине  |       |   |

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при прохождении преддипломной практики и государственной итоговой аттестации.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| Код и наименование реализуемой компетенции  | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций   |
|---|--|
| ПК-2<br>Способен проводить комплексные исследования, испытания и диагностику наноструктурированных композиционных материалов и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания | Знать:<br>основы устройства электронного микроскопа, процессы, протекающие в твердом теле при его взаимодействии с электронным пучком<br>.<br>Уметь:<br>анализировать стандартные электронограммы и РЭМ изображения микроструктуры материалов.<br>Владеть:<br>основными методами анализа кристаллической структуры и микроструктуры металлов и сплавов по электронограммам и снимкам РЭМ |

### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 3 ЗЕ.

4.2. По видам учебной работы (в часах):

| Вид учебной работы   | Количество часов (форма обучения – очная) |                     |                            |
|--|---|---------------------|----------------------------|
|  | Всего по плану                            | в т.ч. по семестрам |                            |
|  |   | 1-6,8               | 7                          |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем   | 54  | -                   | 54                         |
| Аудиторные занятия:  |   |                     |                            |
| • лекции   | 18  | -                   | 18                         |
| • практические и семинарские занятия   | 36  | -                   | 36                         |
| • лабораторные работы (лабораторный практикум)   | -   | -                   | -                          |
| Самостоятельная работа   | 54  | -                   | 54                         |
| Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др.(не менее 2 видов) | Устный опрос, тестирование                | -                   | Устный опрос, тестирование |
| Курсовая работа  | -   | -                   | -                          |
| Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)   | Зачет                                     | -                   | Зачет                      |

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство образования и науки Российской Федерации<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа по дисциплине  |       |   |

|                                  |     |   |     |
|----------------------------------|-----|---|-----|
| <b>Всего часов по дисциплине</b> | 108 | - | 108 |
|----------------------------------|-----|---|-----|

\* В случае необходимости использования в учебном процессе частично/ исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.

#### 4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

| Название разделов и тем   | Всего      | Виды учебных занятий |                                |                     |                                      |                        | Форма текущего контроля знаний |
|---|------------|----------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------|
|   |            | Аудиторные занятия   |                                |                     | в т.ч. занятия в интерактивной форме | Самостоятельная работа |                                |
|   |            | лекции               | практические занятия, семинары | лабораторные работы |                                      |                        |                                |
| 7 семестр   |            |                      |                                |                     |                                      |                        |                                |
| Тема 1. Физические основы применения ускоренных электронов.       | 17         | 4                    | 4                              | –                   | –                                    | 9                      | Устный опрос, задание          |
| Тема 2. Просвечивающий электронный микроскоп (ПЭМ).               | 21         | 6                    | 6                              | –                   | –                                    | 9                      | Устный опрос, задание          |
| Тема 3. Приготовление образцов для ПЭМ                            | 17         | 4                    | 4                              | –                   | –                                    | 9                      | Устный опрос                   |
| Тема 4. Растровая электронная микроскопия (РЭМ).                  | 17         | 4                    | 4                              | –                   | –                                    | 9                      | Устный опрос                   |
| 8 семестр   |            |                      |                                |                     |                                      |                        |                                |
| Тема 5. Дифракция электронов                                      | 18         | –                    | 10                             | –                   | –                                    | 8                      | Устный опрос, задание          |
| Тема 6. Микроскопическое изображение структуры металлов и сплавов | 18         | –                    | 10                             | –                   | –                                    | 8                      | Устный опрос                   |
| <b>ИТОГО:</b>   | <b>108</b> | <b>18</b>            | <b>36</b>                      | <b>–</b>            | <b>–</b>                             | <b>54</b>              |                                |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

### Тема 1. Физические основы применения ускоренных электронов.

Использование электронных лучей для структурных исследований твердых тел. Электронная оптика: принцип действия электромагнитной электронной линзы.

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство образования и науки Российской Федерации<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа по дисциплине  |       |   |

Аберрации электронных линз.

**Тема 2. Просвечивающий электронный микроскоп (ПЭМ).**

Система формирования пучка электронов. Источники электронов. Электроннооптические системы. Конденсорные линзы. Глубина поля, глубина резкости, увеличение и разрешение ПЭМ. Вакуумная система микроскопа. Юстировка и калибровка ПЭМ. Нахождение угла разворота изображения относительно дифракционной картины. Формирование изображения и дифракционный контраст. Дифракция от выбранного участка, точность микродифракции.

**Тема 3. Приготовление образцов для ПЭМ.**

Методики получения тонких фольг. Основные требования к фольгам. Предварительная механическая обработка образцов. Методы получения тонких фольг. Артефакты тонких пленок, дислокационная структура, свойства и стабильность фольг в электронном микроскопе. Метод реплик: окислирование и напыление реплик, одно- и двухступенчатые реплики, отенение реплик, реплики с извлечениями. Разрешение и контрастность метода реплик.

**Тема 4. Растровая электронная микроскопия (РЭМ).**

Принцип получения изображения в РЭМ. Физические основы вторичной электронной эмиссии. Электронная пушка и конденсорная система РЭМ. Формирование изображения в РЭМ. Увеличение, разрешающая способность, глубина фокуса в РЭМ. Система сканирования, детекторы, усилители, видеоконтрольное устройство. Контраст изображения, элемент изображения, детектирование сигнала, обработка сигнала.

**Тема 5. Дифракция электронов.**

Упругое и неупругое рассеяние. Атомный фактор рассеяния электронов Приближение Борна. Уравнения Лауэ. Структурный фактор. Расчет структурного фактора для ОЦК и ГЦК решеток. Условия появления и погасания рефлексов. Обратная решетка. Сфера отражения (сфера Эвальда) для электронов. Условие дифракции. Кристаллическая зона, уравнение зональности. Расшифровка точечных и кольцевых электронограмм. Постоянная прибора. Влияние кривизны сферы отражения. Лауэ-зоны. Некоторые случаи электронной дифракции: эффект формы кристалла, влияние несовершенств кристалла, изгиб, деформация. Особенности анализа дифракционных картин от объектов с малым размером зерен и неравновесной структурой.

**Тема 6. Микроскопическое изображение структуры металлов и сплавов.**

Изображение периодических структур. Прямое изображение периодических структур. Косвенное изображение плоскостей решетки, муаровый узор. Дифракционный контраст. Определение вектора Бюргерса дислокации. Особенности анализа изображений от объектов с малым размером зерен и неравновесной структурой.

## 6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Основные системы и узлы просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ). Особенности конструкций ПЭМ.

Тема 2. Юстировка и калибровка ПЭМ. Определение угла разворота изображения структуры относительно картины дифракции.

Тема 3. Электронные линзы. Глубина поля и глубина резкости, разрешение.

Тема 4. Геометрия дифракционной картины от электронов.

Тема 5. Получение изображения с амплитудным и фазовым контрастом.

Тема 6. Электронная микроскопия наноструктурных материалов и материалов с малым размером структурных составляющих.

Тема 7. Основные системы и узлы растрового электронного микроскопа (РЭМ). Особенности конструкций РЭМ.

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство образования и науки Российской Федерации<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа по дисциплине  |       |   |

Тема 8. Фазовый микроанализ с использованием быстрых электронов в РЭМ. Волновая и энергетическая дисперсия.

### 7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

### 8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

### 9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

#### 7 семестр

1. Использование электронных лучей для структурных исследований твердых тел.
2. Электронная оптика: принцип действия электромагнитной электронной линзы.
3. Аберрации электронных линз.
4. Система формирования пучка электронов. Источники электронов.
5. Электроннооптические системы. Конденсорные линзы.
6. Глубина поля, глубина резкости, увеличение и разрешение ПЭМ.
7. Вакуумная система микроскопа.
8. Юстировка и калибровка ПЭМ. Нахождение угла разворота изображения относительно дифракционной картины.
9. Формирование изображения и дифракционный контраст. Дифракция от выбранного участка, точность микродифракции.
10. Методики получения тонких фольг. Основные требования к фольгам.
11. Предварительная механическая обработка образцов. Методы получения тонких фольг.
12. Артефакты тонких пленок, дислокационная структура, свойства и стабильность фольг в электронном микроскопе.
13. Метод реплик: оксидирование и напыление реплик, одно- и двухступенчатые реплики, оттенивание реплик, реплики с извлечениями. Разрешение и контрастность метода реплик.
14. Принцип получения изображения в РЭМ. Физические основы вторичной электронной эмиссии.
15. Электронная пушка и конденсорная система РЭМ.
16. Формирование изображения в РЭМ. Увеличение, разрешающая способность, глубина фокуса в РЭМ.
17. Система сканирования, детекторы, усилители, видеоконтрольное устройство. Контраст изображения, элемент изображения, детектирование сигнала, обработка сигнала.

#### 8 семестр

1. Упругое и неупругое рассеяние. Атомный фактор рассеяния электронов. Приближение Борна. Уравнения Лауэ.
2. Структурный фактор. Расчет структурного фактора для ОЦК и ГЦК решеток. Условия появления и погасания рефлексов. Обратная решетка.
3. Сфера отражения (сфера Эвальда) для электронов. Условие дифракции.
4. Кристаллическая зона, уравнение зональности. Расшифровка точечных и кольцевых электронограмм. Постоянная прибора.
5. Влияние кривизны сферы отражения. Лауэ-зоны. Некоторые случаи электронной

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство образования и науки Российской Федерации<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа по дисциплине  |       |   |

- дифракции: эффект формы кристалла, влияние несовершенств кристалла, изгиб, деформация.
6. Особенности анализа дифракционных картин от объектов с малым размером зерен и неравновесной структурой.
  7. Изображение периодических структур. Прямое изображение периодических структур.
  8. Косвенное изображение плоскостей решетки, муаровый узор. Дифракционный контраст.
  9. Определение вектора Бюргерса дислокации.
  10. Особенности анализа изображений от объектов с малым размером зерен и неравновесной структурой.

## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Форма обучения **очная**

| Название разделов и тем   | Вид самостоятельной работы<br>(проработка учебного материала,<br>решение задач, реферат, доклад,<br>контрольная работа, подготовка<br>к сдаче зачета, экзамена и др.) | Объем<br>в часах | Форма<br>контроля<br>(проверка<br>решения<br>задач,<br>реферата и<br>др.) |
|---|---|------------------|---|
| Раздел 1. Кристаллография   |   |                  |   |
| Тема 1. Физические основы применения ускоренных электронов.       | Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета  | 9                | Устный опрос, задание   |
| Тема 2. Просвечивающий электронный микроскоп (ПЭМ).               | Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета  | 9                | Устный опрос, задание   |
| Тема 3. Приготовление образцов для ПЭМ                            | Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета  | 9                | Устный опрос  |
| Тема 4. Растровая электронная микроскопия (РЭМ).                  | Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета  | 9                | Устный опрос  |
| Раздел 2. Рентгенография.   |   |                  |   |
| Тема 5. Дифракция электронов                                      | Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета  | 8                | Устный опрос, задание   |
| Тема 6. Микроскопическое изображение структуры металлов и сплавов | Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета  | 8                | Устный опрос  |

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### Основная:

1. Филимонова, Н. И. Методы электронной микроскопии : учебное пособие / Н. И. Филимонова, А. А. Величко, Н. Е. Фадеева. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 61 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/69545.html>

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство образования и науки Российской Федерации<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа по дисциплине  |       |   |

2. Панова, Т. В. Современные методы исследования вещества. Электронная и оптическая микроскопия : учебное пособие / Т. В. Панова. — Омск : Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2016. — 80 с. — ISBN 978-5-7779-2052-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/60748.html>

#### Дополнительная:

3. Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы / Под ред. Ю. Д. Третьякова. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 456 с. - ISBN 978-5-9221-1120-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111201.html>
4. Горелик С.С. Рентгенографический и электронно-оптический анализ : учеб. пособие для вузов, по направл. 550 500 - Metallургия, 651 300 - Metallургия, 651 800 - Физическое материаловедение / С.С. Горелик, Ю. А. Скаков, Л. Н. Расторгуев. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Мисис, 2002. - 358 с.
5. Красильников Н. А. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия : метод. указания к лаб. работам / Н. А. Красильников. - Ульяновск : УлГУ, 2008.

#### Учебно-методическая:

6. Махмуд-Ахунов М. Ю. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Электронная микроскопия» для студентов бакалавриата, специалитета и магистратуры всех форм обучения / М. Ю. Махмуд-Ахунов; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019.
7. Выполнение расчетно-графической работы по теме «Растровая электронная микроскопия» : учебно-методическое пособие / составители Д. В. Фомин, В. Л. Дубов. — Саратов : Вузовское образование, 2017. — 41 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/57256.html>

Согласовано:

*И. Библиотечна 0017 №1 Тамбиева Л.Ф.* | *АМ* |  
 Должность сотрудника научной библиотеки | ФИО | подпись | дата

#### б) Программное обеспечение

не предусмотрено

#### в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

##### 1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2023]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru>. — Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство «ЮРАЙТ». — Москва, [2023]. - URL: <https://urait.ru>. — Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство образования и науки Российской Федерации<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа по дисциплине  |       |   |

студента)) : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Политехресурс». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2023]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2023]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2023]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон.дан. - Москва :КонсультантПлюс, [2023].

### **3. Базы данных периодических изданий:**

3.1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2023]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.2. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД «Гребенников». – Москва, [2023]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

**4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»:** электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2023]. – URL:<https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**5. Российское образование:** федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

**6. Электронная библиотечная система УлГУ :** модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

Инженер ведущий / Щуренко Ю.В. /  / \_\_\_\_\_  
Должность сотрудника УИТТ ФИО подпись дата

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство образования и науки Российской Федерации<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф - Рабочая программа по дисциплине  |       |   |

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащенности образовательного процесса, размещенными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

## 13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

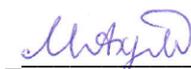
– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей

Разработчик



подпись

доцент, Махмуд-Ахунов Марат Юсупович

должность, ФИО