

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

| <b>Код модуля</b> | <b>Модуль</b>                  |
|-------------------|--------------------------------|
| 1152616           | Методы исследования материалов |

Екатеринбург

|   |   |
|---|---|
| <b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>                                 | <b>Учетные данные</b>                                     |
| <b>Образовательная программа</b><br>1. Технология редких и редкоземельных элементов | <b>Код ОП</b><br>1. 18.04.01/33.10                        |
| <b>Направление подготовки</b><br>1. Химическая технология                           | <b>Код направления и уровня подготовки</b><br>1. 18.04.01 |

Программа модуля составлена авторами:

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия Имя Отчество</b> | <b>Ученая степень, ученое звание</b>          | <b>Должность</b> | <b>Подразделение</b>              |
|--------------|-----------------------------|---|------------------|-----------------------------------|
| 1            | Банних Сергей Александрович | кандидат технических наук, без ученого звания | Доцент           | редких металлов и наноматериалов  |
| 2            | Данилов Данил Анатольевич   | кандидат химических наук, без ученого звания  | Доцент           | физико-химических методов анализа |
| 3            | Лисиенко Дмитрий Георгиевич | кандидат химических наук, доцент              | Доцент           | физико-химических методов анализа |
| 4            | Ребрин Олег Иринархович     | д.х.н., профессор                             | профессор        | Редких металлов и наноматериалов  |

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Методы исследования материалов

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Цель модуля – изучение сущности современных методов исследований и анализа свойств редких и редкоземельных элементов, изучение принципов и методов идентификации и определения состава веществ и материалов, исследование структуры металлов и сплавов. Рассматриваются теоретические основы методов химического анализа (методов молекулярной спектromетрии, хроматографии, электрохимических методов анализа), определение границ применимости и основных метрологических характеристик методов химического анализа. Изучаются методы контроля химического состава, структуры и физико-механических свойств различных объектов в соответствии с требованиями современных производств и экологии. Изучаются принципы построения и функционирования аналитической аппаратуры, приборов изучения структуры и физико-механических свойств. Рассматриваются особенности и области применения спектральных (атомно-эмиссионных, атомно-абсорбционных, рентгенофлуоресцентных) и масс-спектрометрических методов в контроле производства материалов.

## 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                | Методы исследования состава материалов                     | 9   |
| 2                | Методы исследования структуры и свойств материалов         | 3   |
| ИТОГО по модулю: |  | 12  |

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

|   |   |
|---|---|
| <b>Пререквизиты модуля</b>                | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Методы обработки данных</li><li>2. Личностное развитие</li></ol>   |
| <b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Гидрометаллургия редкоземельных элементов</li><li>2. Физическая химия и технология ионных и металлических систем</li><li>3. Производственная практика, преддипломная</li></ol> |

## 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   |
| Методы исследования состава материалов | ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов | <p>З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения</p>           |
|  | ПК-1 - Способен ставить и решать исследовательские и опытно-конструкторские задачи совершенствования гидрометаллургических технологий редких и редкоземельных металлов, в том числе, в области ядерной энергетики   | <p>З-3 - Обосновать необходимость применения метрологии, стандартизации и сертификации для совершенствования гидрометаллургических технологий производства редких и редкоземельных металлов</p> <p>У-5 - Оценивать последствия конфликтных ситуаций и выбирать эффективные способы предотвращения и разрешения трудовых конфликтов</p>  |
|  | ПК-3 - Способен организовать проведение химического анализа технологических сред, готовых продуктов и оценку радиационной обстановки объектов гидрометаллургических переделов производства редких и редкоземельных металлов   | <p>З-1 - Объяснить назначение, устройство, конструктивные особенности, принципы работы, правила эксплуатации и технического обслуживания средств измерения, испытательного и вспомогательного оборудования, для проведения химического анализа состава и структуры объектов гидрометаллургических переделов производства</p> <p>З-2 - Объяснить методики статистической обработки результатов анализа технологических сред, готовых продуктов и объектов гидрометаллургических переделов производства</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>З-3 - Характеризовать специализированное программное обеспечение лабораторий исследования состава и структуры объектов гидрометаллургических переделов производства</p> <p>З-4 - Привести примеры негативного влияния конфликтных ситуаций на качество трудовой жизни коллектива</p> <p>У-1 - Оценить готовность химической лаборатории к выполнению производственных заданий по проведению химического анализа технологических сред, готовых продуктов и оценку радиационной обстановки объектов гидрометаллургических переделов производства редких и редкоземельных металлов</p> <p>У-2 - Обработать и анализировать результаты проведенного анализа состава и структуры объектов гидрометаллургических переделов производства</p> <p>У-3 - Применять специализированное программное обеспечение лабораторий исследования состава и структуры объектов гидрометаллургических переделов производства</p> <p>П-1 - Организовать материально-техническое обеспечение химических лабораторий для выполнения производственных заданий по проведению анализа состава и структуры объектов гидрометаллургических переделов производства редких и редкоземельных металлов</p> <p>П-2 - Организовать техническое обслуживание и ремонт средств измерения, испытательного и вспомогательного оборудования для проведения химического анализа состава и структуры объектов гидрометаллургических переделов производства</p> |
|  | <p>ПК-5 - Способен организовать разработку пиро- и электрохимических технологий производства</p> | <p>З-3 - Обосновать необходимость применения метрологии, стандартизации и сертификации для совершенствования пиро- и электрометаллургических технологий</p>  |

|   |  |
|---|--|
| редких и редкоземельных металлов и их соединений  | <p>производства редких и редкоземельных металлов</p> <p>З-4 - Привести примеры негативного влияния конфликтных ситуаций на качество трудовой жизни коллектива</p>  |
| ПК-7 - Способен организовать проведение химического анализа технологических сред, готовых продуктов и оценку радиационной обстановки объектов пиро- и электрохимических переделов производства редких и редкоземельных металлов | <p>З-1 - Объяснить назначение, устройство, конструктивные особенности, принципы работы, правила эксплуатации и технического обслуживания средств измерения, испытательного и вспомогательного оборудования, для проведения химического анализа состава и структуры объектов пиро- и электрометаллургических переделов производства</p> <p>З-2 - Объяснить методики статистической обработки результатов анализа технологических сред, готовых продуктов и объектов пиро- и электрометаллургических переделов производства</p> <p>З-3 - Характеризовать специализированное программное обеспечение лабораторий исследования состава и структуры объектов пиро- и электрометаллургических переделов производства</p> <p>З-4 - Привести примеры негативного влияния конфликтных ситуаций на качество трудовой жизни коллектива</p> <p>У-1 - Оценить готовность химической лаборатории к выполнению производственных заданий по проведению химического анализа технологических сред, готовых продуктов и оценку радиационной обстановки объектов пиро- и электрометаллургических переделов производства редких и редкоземельных металлов</p> <p>У-2 - Обработать и анализировать результаты проведенного анализа состава и структуры объектов пиро- и электрометаллургических переделов производства</p> <p>У-3 - Применять специализированное программное обеспечение лабораторий исследования состава и структуры объектов</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  |   | <p>пиро- и электрометаллургических переделов производства</p> <p>У-4 - Оценивать последствия конфликтных ситуаций и выбирать эффективные способы предотвращения и разрешения трудовых конфликтов</p> <p>П-1 - Организовать материально-техническое обеспечение химических лабораторий для выполнения производственных заданий по проведению анализа состава и структуры объектов пиро- и электрометаллургических переделов производства редких и редкоземельных металлов</p> <p>П-2 - Организовать техническое обслуживание и ремонт средств измерения, испытательного и вспомогательного оборудования для проведения химического анализа состава и структуры объектов пиро- и электрометаллургических переделов производства</p> <p>П-3 - Предлагать способы эффективного поведения в разнообразных ситуациях трудовых конфликтов</p> |
| Методы исследования структуры и свойств материалов | ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов | <p>З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения</p>  |
|  | ПК-3 - Способен организовать проведение химического анализа технологических сред, готовых продуктов и оценку радиационной обстановки объектов гидрометаллургических   | З-1 - Объяснить назначение, устройство, конструктивные особенности, принципы работы, правила эксплуатации и технического обслуживания средств измерения, испытательного и вспомогательного оборудования, для проведения химического анализа состава и  |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>переделов производства редких и редкоземельных металлов</p> | <p>структуры объектов гидрометаллургических переделов производства</p> <p>З-2 - Объяснить методики статистической обработки результатов анализа технологических сред, готовых продуктов и объектов гидрометаллургических переделов производства</p> <p>З-3 - Характеризовать специализированное программное обеспечение лабораторий исследования состава и структуры объектов гидрометаллургических переделов производства</p> <p>З-4 - Привести примеры негативного влияния конфликтных ситуаций на качество трудовой жизни коллектива</p> <p>У-1 - Оценить готовность химической лаборатории к выполнению производственных заданий по проведению химического анализа технологических сред, готовых продуктов и оценку радиационной обстановки объектов гидрометаллургических переделов производства редких и редкоземельных металлов</p> <p>У-2 - Обработать и анализировать результаты проведенного анализа состава и структуры объектов гидрометаллургических переделов производства</p> <p>У-3 - Применять специализированное программное обеспечение лабораторий исследования состава и структуры объектов гидрометаллургических переделов производства</p> <p>П-1 - Организовать материально-техническое обеспечение химических лабораторий для выполнения производственных заданий по проведению анализа состава и структуры объектов гидрометаллургических переделов производства редких и редкоземельных металлов</p> <p>П-2 - Организовать техническое обслуживание и ремонт средств измерения, испытательного и вспомогательного оборудования для проведения химического анализа состава и структуры объектов</p> |
|--|--|---|

|  |   |   |
|--|---|---|
|  |   | гидрометаллургических переделов производства  |
|  | ПК-5 - Способен организовать разработку пиро- и электрохимических технологий производства редких и редкоземельных металлов и их соединений  | З-4 - Привести примеры негативного влияния конфликтных ситуаций на качество трудовой жизни коллектива   |
|  | ПК-7 - Способен организовать проведение химического анализа технологических сред, готовых продуктов и оценку радиационной обстановки объектов пиро- и электрохимических переделов производства редких и редкоземельных металлов | <p>З-1 - Объяснить назначение, устройство, конструктивные особенности, принципы работы, правила эксплуатации и технического обслуживания средств измерения, испытательного и вспомогательного оборудования, для проведения химического анализа состава и структуры объектов пиро- и электрометаллургических переделов производства</p> <p>З-2 - Объяснить методики статистической обработки результатов анализа технологических сред, готовых продуктов и объектов пиро- и электрометаллургических переделов производства</p> <p>З-3 - Характеризовать специализированное программное обеспечение лабораторий исследования состава и структуры объектов пиро- и электрометаллургических переделов производства</p> <p>З-4 - Привести примеры негативного влияния конфликтных ситуаций на качество трудовой жизни коллектива</p> <p>У-1 - Оценить готовность химической лаборатории к выполнению производственных заданий по проведению химического анализа технологических сред, готовых продуктов и оценку радиационной обстановки объектов пиро- и электрометаллургических переделов производства редких и редкоземельных металлов</p> <p>У-2 - Обработать и анализировать результаты проведенного анализа состава и структуры объектов пиро- и</p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>электрометаллургических переделов производства</p> <p>У-3 - Применять специализированное программное обеспечение лабораторий исследования состава и структуры объектов пиро- и электрометаллургических переделов производства</p> <p>У-4 - Оценивать последствия конфликтных ситуаций и выбирать эффективные способы предотвращения и разрешения трудовых конфликтов</p> <p>П-1 - Организовать материально-техническое обеспечение химических лабораторий для выполнения производственных заданий по проведению анализа состава и структуры объектов пиро- и электрометаллургических переделов производства редких и редкоземельных металлов</p> <p>П-2 - Организовать техническое обслуживание и ремонт средств измерения, испытательного и вспомогательного оборудования для проведения химического анализа состава и структуры объектов пиро- и электрометаллургических переделов производства</p> <p>П-3 - Предлагать способы эффективного поведения в разнообразных ситуациях трудовых конфликтов</p> |
|--|--|---|

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Методы исследования состава материалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия Имя Отчество</b>    | <b>Ученая степень,<br/>ученое звание</b>              | <b>Должность</b> | <b>Подразделение</b>                     |
|--------------|--------------------------------|---|------------------|--|
| 1            | Данилов Данил<br>Анатольевич   | кандидат<br>химических наук,<br>без ученого<br>звания | Доцент           | физико-<br>химических<br>методов анализа |
| 2            | Лисиенко Дмитрий<br>Георгиевич | к.х.н., доцент  | доцент           | ФХМА                                     |

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 5 от 17.01.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Данилов Данил Анатольевич, Доцент, физико-химических методов анализа
- Лисиенко Дмитрий Георгиевич, доцент, ФХМА

## 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  |
|-------------------|---------------------------|---|
| P1                | Введение                  | Методы исследования состава и свойств материалов, их место в современном контроле технологии. Аналитические сигналы, селективные и неселективные. Интенсивная компонента сигнала. Зависимость от концентрации определяемого компонента. Влияние состава и структуры пробы. Зависимость от условий выполнения измерений. Градуировка аналитических методов, способы градуировки (теоретическая, экспериментальная).<br><br>Метрологические характеристики методов. Точность анализа и ее составляющие – повторяемость, воспроизводимость, промежуточная прецизионность, правильность. Погрешность результата анализа. Предел обнаружения. Разрешающая способность. Экспрессность определений.<br><br>Экономические характеристики методов. |
| P2                | Атомно-эмиссионный анализ | Происхождение атомных эмиссионных спектров. Зависимость характера спектра элемента от его положения в периодической системе элементов. Резонансные линии. Качественный АЭС анализ.<br><br>Возбуждение атомных спектров. Характеристика элементарных процессов в плазме: конверсии, диссоциации молекул, ионизации и возбуждения атомов. Распределение   |

|    |                             |  |
|----|-----------------------------|--|
|    |                             | <p>элементов плазме по сортам частиц. Интенсивность спектральных линий, зависимость ее от характеристик плазмы (температуры, концентрации электронов, химического состава) и свойств элементов (энергии диссоциации молекул, энергии ионизации атомов).</p> <p>Контур и ширина спектральных линий. Самопоглощение в плазме. Зависимость интенсивности излучения от концентрации элемента. Уравнение Ломакина-Шейбе. Количественный анализ. Гомологичные линии.</p> <p>Техника АЭСА. Источники возбуждения атомных спектров. Пламена, дуговые разряды постоянного и переменного тока, низковольтная и высоковольтная искры, тлеющий разряд, разряд в полой катод, разряд Гримма, высокочастотные источники. Процессы в источниках, способы введения вещества, спектроаналитические характеристики и области применения.</p> <p>Спектральные приборы. Принцип работы плоских, профилированных дифракционных (эшелле и эшеллет), вогнутых решеток. Оптические схемы спектральных приборов с плоскими и вогнутыми решетками, назначение отдельных узлов. Характеристики приборов – линейная дисперсия, разрешающая способность, светосила.</p> <p>Регистрация эмиссионных спектров. Особенности визуальная и фотографической регистрации. Фотоэлектрическая регистрация. Способы измерения фототока. Твердотельные фотоприемники. Обработка спектральной информации с применением твердотельных фотоприемников.</p> <p>Методы градуировки при различных способах регистрации спектров.</p> |
| Р3 | Атомно- абсорбционный метод | <p>Физические процессы, лежащие в основе метода. Резонансные линии. Закономерности поглощения излучения. Концентрация атомов в атомизаторах, зависимость от условий атомизации и характеристик аналита. Зависимость абсорбции от концентрации элемента в пробе.</p> <p>Техника ААСА. Источники излучения и монохроматоры, требования к ним, лампы с полым катодом, безэлектродные ВЧ лампы, источники сплошного спектра. Атомизаторы: пламена, графитовые и металлические электротермические; особенности процессов образования свободных атомов. Измерение аналитического сигнала в ААСА. Одно- и двухлучевые схемы. Схемы учета неселективного поглощения.</p>   |
| Р4 | Рентгеноспектральный анализ | <p>Происхождение характеристических рентгеновских спектров. Система термов ионизированного атома, переходы внутри системы с поглощением и излучением квантов энергии. Серии в рентгеновских спектрах, зависимость характера спектра от положения элемента в периодической системе. Качественный анализ.</p>  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>Возбуждение характеристического излучения электронным ударом, характеристический и непрерывный спектры. Электронно-зондовый микро- анализ. Применение в электронных микроскопах.</p> <p>Поглощение рентгеновского излучения веществом, зависимость от длины волны излучения. Особенности рентгено-абсорбционного анализа Интенсивность флуоресцентного излучения. Количественный анализ. Понятие "толстого" и "тонкого" образца, критическая глубина слоя. Зависимость интенсивности флуоресцентного излучения от концентрации определяемого элемента и состава пробы. Форма градуировочных зависимостей. Эффекты взаимных влияний компонентов. Области применения и характеристики рентгенофлуоресцентного метода</p> <p>Техника РФА. Источники первичного излучения. Рентгеноспектральные приборы с волновой дисперсией. Выбор кристаллов-анализаторов. Схемы приборов с плоским и вогнутым кристаллами. Регистрация рентгеновского излучения. Энергодисперсионные рентгеноспектральные приборы. Принципы энергетической селекции, амплитудный анализатор.</p> |
| P5 | Масс- спектрометрия                            | <p>Физические принципы метода, образование масс-спектра. Источники ионов, процессы ионизации и типы ионов, рабочие характеристики источника ионов: разброс по энергиям, эффективность ионизации. Типы источников, применяемых для анализа: с электронным ударом, химической ионизацией, термоэмиссионный, лазерный, искровой разряд, индукционно-связанная плазма.</p> <p>Масс-анализаторы, принципы работы магнитных, с двойной фокусировкой, квадрупольных, время-пролетных анализаторов. Методы регистрации ионов.</p> <p>Особенности и характеристики методов исследования металлов, изоляторов, жидкостей, газов при изотопном, элементном и структурном анализе. Изотопный анализ урана и трансурановых элементов. Хромато-масс-спектрометрия.</p>  |
| P6 | Инфракрасная спектрометрия и спектрометрия КРС | <p>Нормальные колебания молекул. Частоты нормальных колебаний. Классификация нормальных колебаний по форме и симметрии. Энергия колебательных состояний молекул. ИК спектр поглощения и спектр комбинационного рассеяния света: основные частоты, обертоны, составные частоты; активность колебаний в спектрах. Качественный анализ. Характеристичность частот в спектрах как основа структурно-группового анализа.</p> <p>Техника ИК спектрометрии. Структурная схема Фурье ИК-спектрометра. Источники и детекторы ИК излучения. Особенности приготовления образцов для анализа. Метод НПВО. Техника спектроскопии КРС. Источники</p>  |

|           |                                  |  |
|-----------|----------------------------------|--|
|           |                                  | возбуждающего излучения, особенности спектральных приборов для КРС.  |
| <b>P7</b> | Методы электронной спектроскопии | <p>Спектрофотометрия. Закономерности поглощения излучения молекулами в видимой и ультрафиолетовой области спектра. Спектр поглощения, молярный коэффициент поглощения. Типы хромофоров, их отличительные особенности. Диффузное отражение излучения. Выбор условий фотометрических определений. Аналитическая реакция и обеспечение полноты ее протекания. Помехи со стороны сопутствующих компонентов, способы их подавления. Повышение точности анализа методом дифференциальной фотометрии.</p> <p>Определение основных характеристик поглощающих комплексов (состава, молярного коэффициента поглощения, константы нестойкости).</p> <p>Аппаратура метода. Принципиальные схемы приборов. Одно- и двухлучевые приборы. Характеристика источников излучения, диспергирующих устройств, приемников излучения. Фотометры и спектрофотометры. Колориметры.</p> <p>Люминесцентный анализ. Механизм и виды молекулярной люминесценции. Спектральный состав и длительность. Закономерности люминесцентного излучения (правило Коши, правило Стокса-Ломмеля). Квантовый выход люминесценции, зависимость от структуры молекул и свойств раствора. Закон Вавилова. Тушение люминесценции (концентрационное, температурное, примесями).</p> <p>Количественный люминесцентный анализ. Зависимость яркости флуоресценции от концентрации молекул. Выбор условий определений. Аппаратура методов. Принципиальные схемы приборов. Характеристика источников излучения, диспергирующих устройств, приемников излучения.</p> |
| <b>P8</b> | Электрохимические методы анализа | <p>Кондуктометрия. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов, зависимость от концентрации электролита. Типы электролитов. Эквивалентная электропроводность иона. Прямая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование, типичные кривые титрования. Измерение электропроводности электролитов: мост Кольрауша, метод внутреннего делителя, бесконтактный индукционный метод.</p> <p>Потенциометрия. Виды электродных потенциалов: окислительно-восстановительные и ионообменные (мембранные) потенциалы, механизмы их возникновения. Основные типы электродов для потенциометрии: водородный, металлические, электроды 2-го рода, металлоксидные, хингидронный, стеклянные, мембраны на основе труднорастворимых соединений, жидкие и пластифицированные мембраны. Сенсоры. Зависимость</p>  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>потенциала электрода от состава раствора, уравнения Нернста, Никольского-Эйзеймана.</p> <p>Измерение электродных потенциалов. Электроды сравнения. ЭДС гальванического элемента. Диффузионный потенциал и его элиминирование. Измерение ЭДС ячеек компенсационным методом и с помощью электронных потенциометров.</p> <p>Методы потенциометрии. Ионметрия, способы градуировки. Погрешности ионметрии. Потенциометрическое титрование. Выбор индикаторных электродов. Автоматизация титрования. Характеристики и области применения потенциометрических методов.</p> <p>Вольтамперометрия. Кинетика электрохимических процессов. Электродная поляризация и ее виды. Электрохимическая поляризация, перенапряжение. Уравнение Тафеля. Концентрационная поляризация. Диффузионный ток. Уравнение обратимой полярографической волны. Потенциал полуволны, его зависимость от природы деполяризатора и состава раствора.</p> <p>Вольтамперометрическая ячейка. Электролит, требования к нему. Поляризуемые электроды. Ртутные и твердые микроэлектроды, их основные характеристики.</p> <p>Классическая полярография. Предельный диффузионный ток, уравнение Ильковича. Остаточные (фарадеевский и емкостный), миграционный и конвективные токи, способы их подавления.</p> <p>Качественный полярографический анализ. Полярографический спектр. Условие одновременного определения ионов. Фоновые электролиты и их выбор. Количественный анализ, способы градуировки. Погрешности анализа.</p> <p>Дифференциальная, осциллографическая, переменноточковая, импульсная и инверсионная вольтамперометрии.</p> <p>Аппаратура вольтамперометрии.</p> <p>Области применения и перспективы развития методов вольтамперометрии.</p> <p>Кулонометрия. Законы Фарадея и условия их применения в кулонометрическом анализе. Степень завершения электродных процессов и ее регулирование. Обеспечение полноты выхода по току.</p> <p>Потенциостатическая кулонометрия. Изменение силы тока при электролизе. Измерение количества электричества графическими методами, кулонометрами, интеграторами тока. Принципиальная схема потенциостата.</p> <p>Гальваностатическая кулонометрия (кулонометрическое титрование). Титрование с внешней генерацией и внутренней генерацией титранта. Принципиальная схема установки для кулонометрического титрования.</p> |
|--|--|--|

|                   |  |   |
|-------------------|--|---|
| <p><b>P9</b></p>  | <p>Термический анализ</p>                    | <p>Предмет, задачи и виды термического анализа. Термогравиметрический (ТГ) и дифференциальный термогравиметрический анализ (ДТГ). Процессы, связанные с изменением массы, происходящие при изменении температуры и состава окружающей среды. Способы определения температурных интервалов разложения веществ, определение потерь массы. Современное оборудование для термогравиметрического анализа. Совмещение ТГ анализатора с масс- или ИК-спектрометром.</p> <p>Дифференциальный термический анализ (ДТА), дифференциальная сканирующая колориметрия (ДСК). Принципы методов. Виды процессов, сопровождаемых тепловыми эффектами. Влияние операционных параметров и состава материалов на характер термограмм. Способы определения температурных интервалов разложения веществ и фазовых переходов. Количественное определение тепловых эффектов. Структура современных приборов ДТА и ДСК.</p> |
| <p><b>P10</b></p> | <p>Введение в технический анализ</p>         | <p>Аналитический контроль производства, его задачи, объекты, значение. Краткая характеристика и перспективы развития методов изучения химического состава веществ и материалов. Производственная классификация методов технического анализа.</p>  |
| <p><b>P11</b></p> | <p>Пробоотбор</p>                            | <p>Назначение и требования, предъявляемые к нему. Классификация объектов анализа и виды проб. Систематические погрешности при пробоотборе. Отбор проб сыпучих материалов, общие принципы. Отбор проб из штабелей, вагонов, с транспортера, из мелкой тары. Разделка пробы: измельчение, перемешивание, сокращение. Выбор схемы сокращения проб. Схемы пробоприготовления. Отбор проб монолитных и жидких металлов и сплавов, проб ферросплавов. Отбор проб жидкостей. Отбор проб газов.</p>   |
| <p><b>P12</b></p> | <p>Разложение проб в аналитической химии</p> | <p>Цели и задачи разложения проб. Техника разложения проб газом, жидкостями, плавнями. Использование автоклавов и микроволновых печей. Механизм нагрева образцов с помощью микроволнового излучения за счет ионной проводимости и вращения диполей. Конструкции микроволновых печей. Воздействие ультразвука. Электролитическое окисление. Физические методы разложения проб. Характеристика и область применения материалов для химической посуды: стекла, фарфора, кварца, металлов, оксидов, стеклоуглерода, пластмасс. Разложение кислотами, их смесями, щелочами. Классификация растворителей и их применение. Разложение проб щелочными и кислотными плавнями. Источники погрешностей при разложении проб и меры борьбы с ними. Контрольный опыт.</p>   |

|               |                                    |   |
|---------------|------------------------------------|---|
| <b>P13</b>    | Разделение и концентрирование      | Классификация методов. Количественные факторы разделения, выбор методов.  |
| <b>P13.T1</b> | Осаждение и соосаждение            | Основные требования, виды осадков. Осаждение матрицы, осаждение и соосаждение микроэлементов. Осаждение гидроксидов и основных солей, солей органических кислот и оснований, сульфидов, фосфатов.   |
| <b>P13.T2</b> | Электрохимические методы           | Электровыделение, цементация, электроосмос, электрофорез.   |
| <b>P13.T3</b> | Дистилляция, сублимация и отгонка  | Разделение дистилляцией из растворов и твердых образцов, сублимация. Отгонка после химических реакций. Сухая и мокрая минерализация проб.   |
| <b>P13.T4</b> | Пробирная плавка                   | Шихтование, тигельная и шерберная плавка, купелирование, анализ королька.   |
| <b>P13.T5</b> | Экстракция                         | Коэффициент распределения, факторы разделения, многократная экстракция. Классификация экстракционных систем. Экстракция микроэлементов и матрицы. Техника и аппаратура экстракционного концентрирования. Экстракционная хроматография: достоинства, требования к носителям неподвижной фазы.  |
| <b>P13.T6</b> | Хроматография                      | Классификация, принципы и области применения различных хроматографических методов. Выбор хроматографических фаз, твердого носителя. Идентификация разделяемых компонентов. Препаративная хроматография.   |
| <b>P14</b>    | Маскирование                       | Применение маскирующих реагентов в анализе. Типы основных маскирующих реакций, приемы маскирования, маскирующие реагенты, демаскирование.   |
| <b>P15</b>    | Аналитическая химия чистых веществ | Источники загрязнений пробы. Чистые комнаты. Организация лабораторий для анализа чистых веществ: размещение, герметизация, строительное оформление, отделка помещений, оборудование, очистка и подача воздуха, организация труда, контроль чистоты. Очистка и хранение реактивов. Очистка воды дистилляцией, ионным обменом, обратным осмосом. Контроль качества воды и реактивов. Вскрытие проб, удаление поверхностных загрязнений, измельчение и усреднение проб. Методы анализа чистых веществ. |

|            |  |  |
|------------|--|--|
| <b>P16</b> | Автоматизация аналитического контроля    | Основные направления автоматизации, этапы контроля, параметрическая чувствительность метода. Методы автоматического анализа газовых, жидких и твердых технологических сред. Проточно-инжекционный анализ. Микроаналитические системы. Функции ЭВМ в автоматизации аналитического контроля. Автоматизированные системы аналитического контроля. |
| <b>P17</b> | Постановка и решение аналитических задач | Этапы работы: постановка задачи, планирование эксперимента, проведение эксперимента, обобщение и оценка полученных результатов. Выбор метода анализа. Поиск аналитической информации.  |

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Методы исследования состава материалов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Золотов, Ю. А.; Очерки истории аналитической химии : научно-популярное издание.; Техносфера, Москва; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496615> (Электронное издание)
2. Золотов, Ю. А.; Проблемы аналитической химии : монография.; Наука, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468706> (Электронное издание)
3. Бёккер, Ю., Ю.; Спектроскопия : монография.; РИЦ Техносфера, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=88994> (Электронное издание)
4. Микелева, Г. Н., Шишкина, Н. В.; Аналитическая химия: электрохимические методы анализа : учебное пособие.; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, Кемерово; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141512> (Электронное издание)
5. Юстратова, В. Ф., Юстратова, В. Ф.; Аналитическая химия: количественный химический анализ : учебное пособие.; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, Кемерово; 2005; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141299> (Электронное издание)
6. Сизова, Л. С., Шишкина, Н. В.; Аналитическая химия. Оптические методы анализа : учебное пособие.; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, Кемерово; 2006; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141307> (Электронное издание)
7. Сизова, Л. С., Шишкина, Н. В.; Аналитическая химия: титриметрический и гравиметрический методы анализа : учебное пособие.; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, Кемерово; 2006; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141302> (Электронное издание)
8. ; Аналитическая химия : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический

университет, Новосибирск; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228946> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. , Золотов, Ю. А.; Основы аналитической химии : Учебник для вузов: В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения; Высшая школа, Москва; 2000 (5 экз.)
2. , Шпигун, О. А., Иванов, В. М., Фадеева, В. И., Золотов, Ю. А., Дмитриенко, С. Г., Шаповалова, Е. Н., Дорохова, Е. Н., Гармаш, А. В., Большова, Т. А., Брыкина, Г. Д., Шеховцова, Т. Н., Долманова, И. Ф.; Основы аналитической химии : учеб. для студентов хим. направления и хим. специальностей вузов : в 2 т. Т. 1 / [Т. А. Большова, Г. Д. Брыкина, А. В. Гармаш и др.]. ; Академия, Москва; 2010 (6 экз.)
3. , Прохорова, Г. В., Шеховцова, Т. Н., Фадеева, В. И., Проскурин, М. А., Плетнев, И. В., Пасекова, Н. А., Барбалат, Ю. А., Борзенко, А. Г., Гармаш, А. В., Карякин, А. А., Золотов, Ю. А., Алов, Н. В., Моросанова, Е. И., Долманова, И. Ф., Сергеев, Н. М.; Основы аналитической химии : учеб. для студентов хим. направления и хим. специальностей вузов : в 2 т. Т. 2 / [Н. В. Алов, Ю. А. Барбалат, А. Г. Борзенко и др.]. ; Академия, Москва; 2010 (6 экз.)
4. Васильев, В. П.; Аналитическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. специальностям : [в 2 кн.]. Кн. 1. Титриметрические и гравиметрические методы анализа; Дрофа, Москва; 2009 (10 экз.)
5. Отто, Отто М., Гармаш, А. В.; Современные методы аналитической химии; Техносфера, Москва; 2008 (3 экз.)
6. Кристиан, Г., Гармаш, А. В., Григорьева, Е. Э., Иванова, А. В., Мосолова, Т. П., Прохорова, Г. В.; Т.2 : [учебник] : в 2 томах.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2013 (50 экз.)
7. Лурье, Ю. Ю.; Справочник по аналитической химии; Альянс, Москва; 2007 (40 экз.)
8. Ананьев, М. В., Зайков, Ю. П.; Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии : учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по программе магистратуры по направлению подготовки 240100 "Химическая технология".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2015 (10 экз.)
9. Миролюбов, В. Р., Десятник, В. Н.; Получение промышленной продукции методом химического осаждения : учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата и по направлению подготовки 240100 "Химическая технология".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2013 (25 экз.)
10. Кристиан, Г., Гармаш, А. В., Григорьева, Е. Э., Иванова, А. В., Мосолова, Т. П., Прохорова, Г. В.; Т.2 : [учебник] : в 2 томах.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2013 (50 экз.)
11. Терещенко, А. Г.; Внутрилабораторный контроль качества результатов анализа с использованием лабораторной информационной системы; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2015 (1 экз.)
12. Терещенко, А. Г.; Внутрилабораторный контроль качества результатов анализа с использованием лабораторной информационной системы; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2012 (1 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

ТехЛит.ру URL: <http://www.tehlit.ru/>.

<http://en.wikibooks.org> - Химическая литература

<http://books.google.com> – Google books

<http://fcior.edu.ru/> - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов

<http://scopus.com> – Scopus

Поисковые системы: <http://www.yandex.ru>, <http://www.google.com>

Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>

Российская государственная библиотека: <http://www.rsl.ru>

Государственная публичная научно-техническая библиотека: <http://www.gpntb.ru>

Библиотека Академии наук РФ: <http://www.rasl.ru>

### **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**

ТехЛит.ру URL: <http://www.tehlit.ru/>.

<http://en.wikibooks.org> - Химическая литература

<http://books.google.com> – Google books

<http://fcior.edu.ru/> - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов

<http://scopus.com> – Scopus

Поисковые системы: <http://www.yandex.ru>, <http://www.google.com>

Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>

Российская государственная библиотека: <http://www.rsl.ru>

Государственная публичная научно-техническая библиотека: <http://www.gpntb.ru>

Библиотека Академии наук РФ: <http://www.rasl.ru>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Методы исследования состава материалов**

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

| <b>№ п/п</b> | <b>Виды занятий</b> | <b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>    | <b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>           |
|--------------|---------------------|---|--|
| 1            | Лекции              | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG<br>SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |

|   |                      |  |  |
|---|----------------------|--|--|
|   |                      | Рабочее место преподавателя<br>Доска аудиторная  |  |
| 2 | Практические занятия | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br>Рабочее место преподавателя<br>Доска аудиторная<br>Персональные компьютеры по количеству обучающихся<br>Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG<br>SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 3 | Лабораторные занятия | Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами   | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG<br>SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Методы исследования структуры и свойств**  
**материалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия Имя Отчество</b>   | <b>Ученая степень,<br/>ученое звание</b>               | <b>Должность</b> | <b>Подразделение</b>                |
|--------------|-------------------------------|--|------------------|-------------------------------------|
| 1            | Баннх Сергей<br>Александрович | кандидат<br>технических наук,<br>без ученого<br>звания | Доцент           | редких металлов и<br>наноматериалов |

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 5 от 17.01.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Баннх Сергей Александрович, Доцент, редких металлов и наноматериалов**

## 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  |
|-------------------|--|---|
| P1                | Классификация исследования материалов в соответствии с задачами исследования | Краткая характеристика содержания и места дисциплины в программе магистратуры. Образовательная технология смешанного обучения. Результаты обучения и инструментарий проверки их достижения.<br>Методы анализа морфологии веществ, материалов и изделий:<br>- Методы исследования свойств;<br>- Методы анализа структуры;<br>- Методы анализа физических, химических и других свойств. |
| P2                | Общие представления о природе структуры материалов                           | Природа возникновения структуры материалов.<br>Понятие о кристаллической решетке.<br>Полиморфизм.<br>Дефекты кристаллического строения материалов.<br>Металлические сплавы.<br>Сплавы железа с углеродом.<br>Термическая и химико-термическая обработка сталей:<br>отжиг, закалка и отпуск, поверхностное упрочнение.   |

|           |   |  |
|-----------|---|--|
|           |   | <p>Систематизация структуры с геометрической точки зрения.</p> <p>Дефекты структуры.</p>   |
| <b>P3</b> | Методы исследования структуры материалов          | <p>Макроанализ. Анализ излома металлов.</p> <p>Микроанализ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Методы оптической микроскопии;</li> <li>- Методы подготовки металлографических шлифов;</li> <li>- Изучение микроструктуры при микроанализе;</li> <li>- Методы травления микрошлифов.</li> </ul> <p>Электронная микроскопия.</p> <p>Рентгеноструктурный микроанализ.</p> <p>Микрорентгеноспектральный анализ.</p> <p>Современные ядерно-физические методы исследования структуры и состава. Активационный анализ. Ядерно - резонансные методы. Аппаратура, реализующая различные ядерно-физические методики.</p> |
| <b>P4</b> | Методы исследования физических свойств материалов | <p>Значение физических свойств веществ, материалов.</p> <p>Методы определения фазового состава физическими методами.</p> <p>Физические методы дефектоскопии.</p>   |
| <b>P5</b> | Методы испытания механических свойств материалов  | <p>Испытания на растяжение.</p> <p>Динамические испытания на изгиб образцов с надрезом.</p> <p>Определение твердости материалов (микро и макротвердость).</p>  |
| <b>P6</b> | Примеры структур различных материалов             | <p>Структура медных сплавов.</p> <p>Структура алюминиевых сплавов.</p> <p>Структура магниевых сплавов.</p> <p>Структура титановых сплавов.</p> <p>Структура материалов высокой твердости.</p> <p>Структура полимерных материалов.</p>  |
| <b>P7</b> | Электронная спектроскопия                         | <p>Физические основы метода. Взаимодействие электронного зонда с веществом. Просвечивающая (трансмиссионная) ЭМ – ПЭМ (ТЕМ). Сканирующая (растровая) ЭМ – РЭМ (SEM). Блок-схема приборов. Методы РЭМ – Топография. Химический и структурный анализ. Груша возбуждения. Детекторы вторичных сигналов: сцинтилляционный детектор,</p>  |

|           |   |   |
|-----------|---|---|
|           |   | по- лупроводниковый детектор, пропорциональный детектор, детектор излу- чения катодолюминесценции. Подготовка объектов для исследований и особые требования к ним. Анализ с использованием вторичных электронов. Возможности, аналитические характеристики, достоинства и недостатки. |
| <b>Р8</b> | Методы измерения размера частиц и удельной поверхности нанопо- рошков | Дифракция лазерного излучения частицами. Теории Фраунгофера и Ми. Фотонно-корреляционная спектрометрия. Измерение удельной поверхности адсорбционными методами.   |

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Методы исследования структуры и свойств материалов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. , Ржевская, С. В.; Материаловедение: практикум : учебное пособие.; Логос, Москва; 2006; <https://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=89915> (Электронное издание)
2. Солнцев, Ю. П.; Материаловедение: применение и выбор материалов : учебное пособие.; Химиздат, Санкт-Петербург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=102722> (Электронное издание)
3. Гарифуллин, Ф. А.; Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебно-методическое пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2013; <https://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=258639> (Электронное издание)
4. Аленичева, Е. В.; Материаловедение: конспект лекций : курс лекций.; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2011; <https://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=277958> (Электронное издание)
5. Моисеев, О. Н.; Материаловедение : учебное пособие.; Директ-Медиа, Москва, Берлин; 2017; <https://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=464215> (Электронное издание)
6. , Штольц, А. К., Курбатов, Л. В., Медведев, А. И., Стоцкий, В. М.; Рентгеновские спектры : метод. указания к лаб. работам по курсу "Атом. физика" для студентов дневной формы обучения физ.-техн. фак.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2004; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/1591> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Геллер, Ю. А., Рахштадт, А. Г.; Материаловедение : учебное пособие.; Металлургия, Москва; 1989 (9 экз.)
2. Беккерт, Беккерт М., Фридляндер, И. Н.; Способы металлографического травления : Справочник.;

Металлургия, Москва; 1988 (5 экз.)

3. Беккерт, М., Клемм, Х., Туркина, Н. И., Капуткин, Е. Я., Коновалова, Н. А., Фридляндер, И. Н., Квасов, Ф. И., Строганов, Г. Б.; Справочник по металлографическому травлению; Metallurgia, Москва; 1979 (5 экз.)

4. , Арзамасов, Б. Н., Макарова, В. И., Мухин, Г. Г.; Материаловедение : Учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. и специальностям в обл. техники и технологии.; Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва; 2002 (27 экз.)

5. Кларк, Э. Р., Эшли Р., Баженов, С. Л.; Микроскопические методы исследования материалов; Техносфера, Москва; 2007 (2 экз.)

6. Уайэтт, О. Г., Беленький, А. Я., Любов, Б. Я., Дью-Хьюз, Дью-Хьюз Д.; Металлы, керамики, полимеры : Введ. к изуч. структуры и свойств техн. материалов.; Атомиздат, Москва; 1979 (4 экз.)

7. , Батаев, А. А., Батаев, В. А., Которов, С. А., Тушинский, Л. И.; Физические методы контроля структуры и качества материалов : Учеб. пособие.; НГТУ, Новосибирск; 2000 (5 экз.)

8. Брандон, Д., Баженов, С. Л., Егорова, О. В.; Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : [учеб. пособие для вузов]; Техносфера, Москва; 2006 (2 экз.)

9. , Городниченко, В. И., Давиденко, Б. Ю., Исаев, В. А., Капустин, А. А., Ржевская, С. В., Янченко, Г. А.; Материаловедение : практикум.; Логос, Москва; 2004 (23 экз.)

10. 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.)

11. Готтштайн, Готтштайн Г., Золотова, К. Н., Чаркин, Д. О., Зломанов, В. П.; Физико-химические основы материаловедения : [учеб. пособие]; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2009 (2 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

ЭБС "Лань" <http://e.lanbook.com/>

Полнотекстовая БД Oxford University Press <http://www.oxfordjournals.org/en/>

Международная полнотекстовая база данных научных диссертаций и дипломных работ компании ProQuest <http://search.proquest.com/>

Wiley Journal Database <http://onlinelibrary.wiley.com/>

Полнотекстовая БД Химия <http://pubs.acs.org/>

eLibrary ООО Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

Springer Materials Springer Nature <https://materials.springer.com/>

Web of Science Core Collection <http://apps.webofknowledge.com/>

ВИНИТИ РАН on-line

ЭБС IPRbooks (Библиокомплектатор) ООО «Ай Пи Эр Медиа» <http://www.bibliocomplectator.ru/available>

Национальная электронная библиотека (НЭБ) URL: <https://rusneb.ru>.

Academic Search Ultimate EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com>

### **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**

ТехЛит.ру URL: <http://www.tehlit.ru/>.

<http://en.wikibooks.org> - Химическая литература

<http://books.google.com> – Google books

<http://fcior.edu.ru/> - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов

<http://scopus.com> – Scopus

Поисковые системы: <http://www.yandex.ru>, <http://www.google.com>

Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>

Справочник по цветным металлам: <https://tmetally.ru/>

Российская государственная библиотека: <http://www.rsl.ru>

Государственная публичная научно-техническая библиотека: <http://www.gpntb.ru>

Библиотека Академии наук РФ: <http://www.rasl.ru>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Методы исследования структуры и свойств материалов**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

| <b>№ п/п</b> | <b>Виды занятий</b> | <b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>   | <b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>           |
|--------------|---------------------|--|--|
| 1            | Лекции              | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br><br>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами<br><br>Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG<br>SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |

|   |                      |   |  |
|---|----------------------|---|--|
| 2 | Практические занятия | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG<br>SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |
| 3 | Лабораторные занятия | <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>  | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG<br>SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |