

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
1156023	Технология современных материалов

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Химическая технология материалов новой техники	Код ОП 1. 18.03.01/33.02
Направление подготовки 1. Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 1. 18.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Денисова Эльмира Ивановна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	редких металлов и наноматериалов

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Технология современных материалов

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Технология современных материалов» относится к части ОП, формируемой участниками образовательных отношений по выбору студента, обеспечивает ТОП1. Дисциплины, входящие в модуль, направлены на формирование компетенций по профилю будущей профессиональной деятельности выпускника. В состав модуля входят три дисциплины: «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов», «Основы материаловедения и технологии материалов», «Редкие и радиоактивные элементы в технологии материалов новой техники», которые взаимно дополняют друг друга и направлены на формирование у студентов общекультурных, общепрофессиональных, профессиональных и дополнительных профессиональных компетенций. Данные дисциплины являются специальными дисциплинами при подготовке специалистов атомной энергетике и промышленности. Освоение модуля рассчитано на три семестра.

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	Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов	3
2	Основы материаловедения и технологии материалов	3
3	Редкие и радиоактивные элементы в технологии материалов новой техники	6
ИТОГО по модулю:		12

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Экология2. Химия
Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Управление экологической безопасностью2. Основы ядерной физики и радиохимии3. Основы химической технологии4. Производственная практика, преддипломная5. Государственная итоговая аттестация

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>Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов</p>	<p>ПК-2 - Способен определить необходимые организационные и технические меры для выполнения основных операций процессов гидрометаллургического пиро- и электрохимического производства редких и радиоактивных металлов</p>	<p>З-1 - Объяснить назначение и принцип действия основного оборудования гидрометаллургического производства редких и радиоактивных металлов</p> <p>У-1 - Использовать информационные технологии и средства для анализа и проведения расчетов параметров, режимов и показателей процесса гидрометаллургического производства редких и радиоактивных металлов</p> <p>П-1 - Организовать технически правильную эксплуатацию основного и вспомогательного оборудования, технологической обвязки и контрольно-измерительных устройств в отделении основных операций гидрометаллургического производства редких и радиоактивных металлов</p>
<p>Основы материаловедения и технологии материалов</p>	<p>ПК-2 - Способен определить необходимые организационные и технические меры для выполнения основных операций процессов гидрометаллургического пиро- и электрохимического производства редких и радиоактивных металлов</p>	<p>З-2 - Объяснить назначение и принцип действия основного оборудования пирометаллургического производства редких и радиоактивных металлов</p> <p>У-2 - Использовать информационные технологии и средства для анализа и проведения расчетов параметров, режимов и показателей процесса пирометаллургического производства редких и радиоактивных металлов</p> <p>П-2 - Организовать технически правильную эксплуатацию основного и вспомогательного оборудования, технологической обвязки и контрольно-измерительных устройств в отделении основных операций пирометаллургического производства редких и радиоактивных металлов</p>
<p>Редкие и радиоактивные элементы в</p>	<p>ПК-2 - Способен определить необходимые организационные и</p>	<p>З-1 - Объяснить назначение и принцип действия основного оборудования</p>

<p>технологии материалов новой техники</p>	<p>технические меры для выполнения основных операций процессов гидрометаллургического пиро- и электрохимического производства редких и радиоактивных металлов</p>	<p>гидрометаллургического производства редких и радиоактивных металлов</p> <p>З-2 - Объяснить назначение и принцип действия основного оборудования пирометаллургического производства редких и радиоактивных металлов</p> <p>З-3 - Объяснить назначение и принцип действия основного оборудования электрохимического производства редких и радиоактивных металлов</p> <p>У-1 - Использовать информационные технологии и средства для анализа и проведения расчетов параметров, режимов и показателей процесса гидрометаллургического производства редких и радиоактивных металлов</p> <p>У-2 - Использовать информационные технологии и средства для анализа и проведения расчетов параметров, режимов и показателей процесса пирометаллургического производства редких и радиоактивных металлов</p> <p>У-3 - Использовать информационные технологии и средства для анализа и проведения расчетов параметров, режимов и показателей процесса электрохимического производства редких и радиоактивных металлов</p> <p>П-1 - Организовать технически правильную эксплуатацию основного и вспомогательного оборудования, технологической обвязки и контрольно-измерительных устройств в отделении основных операций гидрометаллургического производства редких и радиоактивных металлов</p> <p>П-2 - Организовать технически правильную эксплуатацию основного и вспомогательного оборудования, технологической обвязки и контрольно-измерительных устройств в отделении основных операций пирометаллургического производства редких и радиоактивных металлов</p> <p>П-3 - Организовать технически правильную эксплуатацию основного и</p>
--	---	--

		вспомогательного оборудования, технологической обвязки и контрольно-измерительных устройств в отделении основных операций электрохимического производства редких и радиоактивных металлов
--	--	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Моделирование и оптимизация химико-
технологических процессов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Денисова Эльмира Ивановна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	Кафедра редких металлов и наноматериалов
2	Карпов Вячеслав Викторович	без ученой степени, без ученого звания	Ассистент	Кафедра редких металлов и наноматериалов
3	Титова Светлана Михайловна	кандидат технических наук	Доцент	редких металлов и наноматериалов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 1 от 11.09.2020 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Денисова Эльмира Ивановна, Доцент, редких металлов и наноматериалов
- Карпов Вячеслав Викторович, Ассистент, физико-химических методов анализа
- Титова Светлана Михайловна, 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	Введение	Основные определения, проблемы моделирования и оптимизации химико-технологических процессов. Место дисциплины среди других областей знаний. Цель и задачи курса на современном этапе развития химических технологий. Краткая характеристика дисциплины, её цели и задачи, объем, содержание, порядок изучения материала, связь с другими дисциплинами учебного плана и место в подготовке бакалавров по направлению 18.03.01. Формы контроля самостоятельной работы. Характеристика учебной литературы.
P2	Основные проблемы и задачи дисциплины	Цель оптимизации и моделирования химико-технологических процессов и других сложных систем. Постановка задач по моделированию и оптимизации. Этапы моделирования и оптимизации сложных систем. Физическое и математическое моделирование.
P3	Кибернетический подход к описанию сложных систем	Стратегия системного подхода при исследовании сложных объектов. Понятие системы в кибернетике при изучении сложных процессов. Уровни иерархии сложных систем. Формализация процедур построения математической модели системы. Блочный принцип построения моделей. Технологический и функциональный операторы, модуль. Этапы построения математического описания моделей с позиций системного подхода. Способы синтеза

		<p>функционального оператора системы. Проверка адекватности и идентификации</p> <p>операторов системы. Состав математического описания моделей. Типы уравнений математического описания моделей. Системы с сосредоточенными и распределенными параметрами, стационарные и динамические системы. Классификация моделей по типу математического описания.</p>
P4	<p>Основные типы моделей гидродинамических структур потоков в химических аппаратах</p>	<p>Модель идеального смешения. Модель идеального вытеснения. Однопараметрическая диффузионная модель. Двухпараметрическая диффузионная модель. Диффузионная модель с застойными зонами. Ячеечная модель. Комбинированные модели. Источники массы и тепла в потоках. Химическая реакция, как источник массы и тепла в потоке. Массо- и теплообмен потока с окружающей средой. Синтез полного функционального оператора ФХС.</p>
P5	<p>Построение математической модели технологического процесса методами математической статистики</p>	<p>Пассивный и активный эксперимент. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Матрица планирования эксперимента. Свойства информационной и ковариационной матриц планирования ПФЭ и ДФЭ. Построение линейной математической модели процесса методами ПФЭ и ДФЭ. Проверка значимости коэффициентов и адекватности линейного уравнения регрессии. Смешение оценок коэффициентов регрессии линейных уравнений, полученных по плану ДФЭ. Разрешающая способность дробной реплики. Генерирующее соотношение, определяющий контраст и обобщающий определяющий</p> <p>контраст ДФЭ. Свойства ортогональности, ротатабельности и D-оптимальности двухуровневых планов типа 2k и 2k-p. Описание почти стационарной области поверхности отклика. Оптимизация методом крутого восхождения по поверхности отклика (метод Бокса–Уилсона). Ортогональные композиционные планы 2-го порядка Бокса–Уилсона. Униформротатабельные планы Бокса–Хантера. Критерии оптимальности планов активного эксперимента. Исследование поверхности отклика системы при оптимизации химико-технологического процесса. Устойчивость оптимума системы. Виды математических критериев оптимальности химико-технологических процессов. Функция желательности.</p>
P6	<p>Заключение</p>	<p>Современные тенденции в оптимизации, моделировании и управлении сложными химико-технологическими системами. Итоги курса. Формулирование знаний, которые были получены. Направление дальнейшего обучения. Выдача заданий для самостоятельной подготовки.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной	Вид воспитательной	Технология воспитательной	Компетенция	Результаты обучения
----------------------------	--------------------	---------------------------	-------------	---------------------

деятельности	деятельности	деятельности		
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология дебатов, дискуссий	ПК-2 - Способен определить необходимые организационные и технические меры для выполнения основных операций процессов гидрометаллургического пиро- и электрохимического производства редких и радиоактивных металлов	У-3 - Использовать информационные технологии и средства для анализа и проведения расчетов параметров, режимов и показателей процесса электрохимического производства редких и радиоактивных металлов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов

Электронные ресурсы (издания)

1. Шурыгина, Л. И.; Методы оптимизации химического эксперимента : учебное пособие. 1. Статистический анализ эксперимента; Кемеровский государственный университет, Кемерово; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232734> (Электронное издание)
2. Шурыгина, Л. И.; Методы оптимизации химического эксперимента : учебное пособие. II. Регрессионный анализ и статистическое планирование эксперимента; Кемеровский государственный университет, Кемерово; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232735> (Электронное издание)
3. Аттетков, А. В.; Методы оптимизации : учебное пособие.; Вузовское образование, Саратов; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/77664.html> (Электронное издание)
4. Гумеров, А. М.; Пакет Mathcad: теория и практика : учебное пособие. 2. MathCad в исследовании математических моделей химико-технологических процессов; Фэн Академии наук Республики Татарстан, Казань; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258796> (Электронное издание)
5. Кафаров, В. В.; Гибкие автоматизированные производственные системы в химической промышленности : Учеб. для вузов по спец. "Основные процессы хим. пр-в и хим. кибернетика".; Химия, Москва; 1990 (93 экз.)
6. Кафаров, В. В.; Математическое моделирование основных процессов химических производств : Учеб. пособие для хим.-технолог. спец. вузов.; Высш. шк., Москва; 1991 (32 экз.)

Печатные издания

1. Адлер, Ю. П.; Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий : [монография].; Наука, Москва; 1976 (16 экз.)

2. Гартман, Т. Н., Клушин, Д. В.; Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Основ. процессы хим. пр-в и хим. кибернетика".; Академкнига, Москва; 2006 (18 экз.)
3. Аттетков, А. В., Галкин, С. В., Зарубин, В. С., Крищенко, А. П.; Методы оптимизации : Учебник для студентов вузов.; Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва; 2001 (11 экз.)
4. Ахназарова, С. Л., Кафаров, В. В.; Методы оптимизации эксперимента в химической технологии : Учеб. пособие.; Высшая школа, Москва; 1985 (10 экз.)
5. Кафаров, В. В.; Математическое моделирование основных процессов химических производств : Учеб. пособие для хим.-технолог. спец. вузов.; Высш. шк., Москва; 1991 (32 экз.)
6. Кафаров, В. В.; Методы кибернетики в химии и химической технологии : Учеб. для вузов.; Химия, Москва; 1985 (16 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

Электронная библиотека по материаловедению: <http://lib-bkm.ru/publ/31-1-0-690>

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

Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов

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 Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы материаловедения и технологии
материалов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Денисова Эльмира Ивановна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	Кафедра редких металлов и наноматериалов
2	Титова Светлана Михайловна	кандидат технических наук	Доцент	редких металлов и наноматериалов
3	Карташов Вадим Викторович	доктор технических наук, без ученого звания	Профессор	Кафедра редких металлов и наноматериалов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 1 от 11.09.2020 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Денисова Эльмира Ивановна, Доцент, редких металлов и наноматериалов
- Карташов Вадим Викторович, Профессор, редких металлов и наноматериалов
- Титова Светлана Михайловна, 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	Строение материалов. Дефекты кристаллического строения материалов	Атомно-кристаллическая структура металлов. Понятие о кристаллической решетке. Типы кристаллических решеток металлов и их характеристики. Кристаллографические обозначения атомных плоскостей и индексов направлений. Анизотропия и изотропия. Строение реальных металлов. Дефекты кристаллического строения. Точечные, линейные, поверхностные и объемные дефекты.
P2	Теория сплавов и диаграммы фазового равновесия	Твердые растворы замещения и внедрения. Промежуточные фазы. Процесс кристаллизации и фазовые превращения в сплавах. Правило фаз. Диаграммы фазового равновесия для случаев полной и неполной растворимости компонентов друг в друге, образования эвтектики при ограниченной растворимости компонентов, перитектической кристаллизации и наличия полиморфных превращений.
P3	Физико-химические свойства материалов	Механические свойства материалов. Испытания на растяжение. Диаграммы растяжения для пластичных и хрупких металлов. Определение характеристик прочности и пластичности. Испытания на твердость. Испытания на ударный изгиб. Порог хладноломкости. Ползучесть материалов и характеристики длительной прочности. Жаропрочность материалов, жаростойкость и коррозионная стойкость.

P4	Железо и его сплавы	<p>Фазовые равновесия в системе «Железо-цементит». Аллотропические модификации железа. Структурные составляющие сплавов железа с углеродом, их свойства. Критические точки. Структурные превращения в доэвтектоидных и заэвтектоидных сталях. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали. Влияние легирующих компонентов на свойства феррита, аустенита и на карбидную фазу. Структурные классы легированных сталей. Классификация и маркировка сталей. Свойства чугунов. Классификация чугунов. Белый, серый и отбеленный чугуны. Способы получения</p> <p>и маркировка чугунов. Модифицированный серый, ковкий и высокопрочный чугун.</p>
P5	Основы термической обработки	<p>Диффузионное и бездиффузионное превращения аустенита. Изотермическое превращение аустенита. Возврат и рекристаллизация. Отжиг первого рода рекристаллизационный, диффузионный). Отжиг второго рода. Закалка. Выбор температуры нагрева стали под закалку. Виды закалки. Закаливаемость стали. Старение и отпуск сталей и сплавов. Превращения в структуре сплавов при старении и отпуске.</p>
P6	Цветные металлы и сплавы. Неметаллические и композиционные материалы.	<p>свойства и маркировка сплавов. Сплавы на основе алюминия. Титановые сплавы. Маркировка сплавов. Термическая обработка деформируемых упрочняемых сплавов. Основные виды неметаллических конструкционных материалов. Композиты и керамики: получение, свойства, применение</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	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология дебатов, дискуссий	ПК-2 - Способен определить необходимые организационные и технические меры для выполнения основных операций процессов гидрометаллургического пиро- и электрохимического производства редких и радиоактивных металлов	П-2 - Организовать технически правильную эксплуатацию основного и вспомогательного оборудования, технологической обвязки и контрольно-измерительных устройств в отделении основных операций пирометаллургиче

				ского производства редких и радиоактивных металлов
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы материаловедения и технологии материалов

Электронные ресурсы (издания)

1. Гарифуллин, Ф. А.; *Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебно-методическое пособие.*; Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258639> (Электронное издание)
2. Ржевская, С. В.; *Материаловедение: учебник для вузов : учебник.*; Логос, Москва; 2006; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89943> (Электронное издание)
3. Ржевская, С. В.; *Материаловедение: учебник для вузов : учебник.*; Логос, Москва; 2006; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89943> (Электронное издание)
4. Солнцев, Ю. П., Солнцев, Ю. П.; *Материаловедение специальных отраслей машиностроения : учебное пособие.*; Химиздат, Санкт-Петербург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98341> (Электронное издание)
5. Солнцев, Ю. П.; *Материаловедение: применение и выбор материалов : учебное пособие.*; Химиздат, Санкт-Петербург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=102722> (Электронное издание)
6. Ржевская, С. В.; *Материаловедение: учебник для вузов : учебник.*; Логос, Москва; 2006; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89943> (Электронное издание)
7. Солнцев, Ю. П.; *Хладостойкие стали и сплавы : учебник.*; Химиздат, Санкт-Петербург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=102719> (Электронное издание)
8. Солнцев, Ю. П.; *Технология конструкционных материалов : учебник.*; Химиздат, Санкт-Петербург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=102721> (Электронное издание)
9. Солнцев, Ю. П.; *Материаловедение: применение и выбор материалов : учебное пособие.*; Химиздат, Санкт-Петербург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=102722> (Электронное издание)
10. Солнцев, Ю. П., Солнцев, Ю. П.; *Материаловедение : учебник.*; Химиздат, Санкт-Петербург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=599263> (Электронное издание)
11. Келли, А., А., Шаскольский, М. П.; *Кристаллография и дефекты в кристаллах*; Мир, Москва; 1974; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447893> (Электронное издание)
12. , Обабков, , Н. В., Шак, , А. В., Афонин, , Ю. Д., Карташов, , В. В.; *Общее материаловедение : лабораторный практикум.*; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/69648.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Мальцева, Л. А., Гервасьев, М. А., Кутьин, А. Б., Бараз, В. Р.; *Материаловедение*; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2006 (11 экз.)
2. , Филиппов, М. А.; *Цветные металлы и сплавы : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся*

по направлению подготовки 22.03.02, 22.04.02 - Metallургия, 22.03.01, 22.04.01 - Материаловедение и технологии материалов.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019 (20 экз.)

3. Колесов, С. Н., Колесов, И. С.; Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для студентов электротехн. и электромех. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 2007 (24 экз.)

4. Колесов, С. Н., Колесов, И. С.; Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. для студентов электротехн. и электромехан. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 2004 (234 экз.)

5. Новиков, И. И., Розин, К. М.; Кристаллография и дефекты кристаллической решетки : Учебни для вузов по специальности "Маталловедение, оборуд. и технология терм. обраб. металлов".; Metallургия, Москва; 1990 (22 экз.)

6. Штремель, М. А.; Прочность сплавов : Учеб. пособие для вузов по специальности "Физика металлов". Ч. 1. Дефекты решетки; Metallургия, Москва; 1982 (39 экз.)

7. , Абрамов, О. В., Виртман Д, ж., Волленбергер, Г. Й., Кан, Р. У., Хаазен, П., Хирт Д, ж. П.; Физическое металловедение : В 3 т. Т. 3. Физико-механические свойства металлов и сплавов ; Metallургия, Москва; 1987 (6 экз.)

8. Геллер, Ю. А., Рахштадт, А. Г.; Материаловедение : учеб. пособие для вузов.; Metallургия, Москва; 1989 (39 экз.)

9. Геллер, Ю. А.; Инструментальные стали; Metallургия, Москва; 1983 (25 экз.)

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

11. Захаров, А. М.; Диаграммы состояния двойных и тройных систем : Учеб. пособие для металлург. специальностей вузов.; Metallургия, Москва; 1978 (16 экз.)

12. Лахтин, Ю. М.; Маталловедение и термическая обработка металлов : Учеб. для металлург. спец. вузов.; Metallургия, Москва; 1984 (70 экз.)

13. Лахтин, Ю. М.; Химико-термическая обработка металлов : Учеб. пособие для вузов.; Metallургия, Москва; 1985 (16 экз.)

14. Штейнберг, С. С., Богачев, И. Н., Садовский, В. Д.; Маталловедение; Metallургиздат. Свердловское отделение, Свердловск; 1961 (59 экз.)

15. Гуляев, А. П., Гуляев, А. А.; Маталловедение : учеб. для вузов.; Альянс, Москва; 2011 (10 экз.)

16. Гуляев, А. П.; Маталловедение : учеб. для втузов.; Metallургия, Москва; 1977 (22 экз.)

17. Гуляев, А. П.; Маталловедение : учеб. для втузов.; Metallургия, Москва; 1986 (337 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

Электронная библиотека по материаловедению: <http://lib-bkm.ru/publ/31-1-0-690>

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

Основы материаловедения и технологии материалов

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	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
---	--------	---	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Редкие и радиоактивные элементы в
технологии материалов новой техники

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Денисова Эльмира Ивановна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	Кафедра редких металлов и наноматериалов
2	Рычков Владимир Николаевич	доктор химических наук, профессор	Заведующий кафедрой	Кафедра редких металлов и наноматериалов
3	Щетинский Андрей Валерьевич	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра редких металлов и наноматериалов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 1 от 11.09.2020 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Денисова Эльмира Ивановна, Доцент, редких металлов и наноматериалов
- Рычков Владимир Николаевич, Заведующий кафедрой, редких металлов и наноматериалов
- Щетинский Андрей Валерьевич, 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	Введение. Вторичное редкометалльное сырье.	Основные проблемы переработки вторичного редкометалльного сырья. Источники образования и классификация редкометалльного сырья. Основные подходы переработки вторичного (техногенного) редкометалльного сырья. Обогащение редкометалльного сырья.
P2	Переработка металлургических отходов, содержащих редкие элементы. Переработка отходов электронной промышленности.	Образование отходов, содержащих редкие и радиоактивные элементы, на предприятиях чёрной и цветной металлургии. Переработка ванадийсодержащих конвертерных шлаков. Переработка танталсодержащего касситерита. Переработка электронных компонентов и устройств, содержащих редкоземельные элементы.
P3	Отработавшее ядерное топливо как источник редких и радиоактивных элементов	Состав отработавшего ядерного топлива, основные факторы, влияющие на состав. Основные подходы к переработке отработавшего ядерного топлива, способы вскрытия и разделения компонентов. Особенности организации технологических процессов, требования ядерной и радиационной безопасности. Аппаратурное оформление процессов. Обращение с отходами производства.

P4	Технология пирометаллургических процессов	Роль пирометаллургии в технологии редких металлов. Области использования пирохимических процессов. Типичные технологические схемы с применением пирохимических процессов. Понятие о современных пирометаллургических процессах в технологии производства редких, рассеянных и радиоактивных элементов.
P5	Ионные расплавы в технологии получения редких элементов	Разновидности расплавов. История прикладного использования расплавленных сред. Развитие представлений о расплавленных солях (РС): модели структур РС; комплексное строение расплавленных солевых смесей; понятие – ионные расплавы (ИР). Наиболее характерные особенности ИР. Основные свойства расплавов солей и их смесей.
P6	Пирометаллургические процессы в технологии получения редких элементов	<p>Равновесные электрохимические процессы в ионных расплавах. Электролиз расплавленных солей. ИР в металлотермических способах получения редких металлов и их сплавов. Высокотемпературное спекание.</p> <p>Хлорирование. Диаграммы состояния. Металлотермия. Плавка под вакуумом; получение чистых металлов и соединений химическим осаждением из газовой фазы; электрохимические методы рафинирования; рафинировочный переплав металлов и соединений.</p>
P7	Проблемы переработки, хранения и захоронения радиоактивных отходов при выводе из эксплуатации блоков АЭС	<p>Обоснование важности и актуальности проблемы вывода из эксплуатации блоков (реакторов) АЭС. Концептуальные подходы к решению данной проблемы. Основные положения. Три основных возможных варианта вывода АЭС из эксплуатации. Основные принципы и требования, регламентирующие безопасное проведение работ при выводе из эксплуатации блока АЭС.</p> <p>Цели и этапы вывода из эксплуатации ядерных энергоблоков АЭС. Планирование вывода ядерных реакторов из эксплуатации для российских АЭС. Содержание проблемы, основные цели и задачи «программы развития атомной энергетики».</p> <p>Нормативное регулирование и основные этапы вывода из эксплуатации объектов атомной энергетики, в рамках концепции принятой в Российской Федерации.</p>
P8	Конструкционные материалы блока АЭС и пути их загрязнения радиоактивными продуктами	<p>Характеристика конструкционных материалов блока АЭС: металлические (стали и сплавы), керамические, графитовые, полимерные, строительные (бетон, кирпич) Требования, предъявляемые к реакторным материалам. Пути загрязнения реакторных материалов радиоактивными продуктами.</p> <p>Характеристика радионуклидов – продуктов загрязнений поверхностей: продукты деления, продукты активации под действием нейтронов. Первый, второй, третий барьеры удержания активности. Характеристика радиоактивных загрязнений. Характеристика радиоактивных загрязнений</p>

		(локальные, массовые, первичные, вторичные, многократные и др.).
Р9	Процессы дезактивации поверхностей, загрязнённых радиоактивными веществами	<p>Дезактивация радиоактивных загрязнений. Количественная оценка эффективности дезактивации. Классификация способов дезактивации. Физико-химические основы способов дезактивации. Безжидкостные способы дезактивации: дезактивация струей газа, абразивный обдув, дезактивация механическим воздействием с пылеотсасыванием, дезактивация путем снятия загрязненного слоя и изоляции загрязненной поверхности. Дезактивация струей воды. Механизм процесса дезактивации струей воды. Пути повышения эффективности дезактивации струей воды. Дезактивация растворами: обработка растворами на основе ПАВ и комплексообразующих добавок, обработка растворами, содержащими окислители и восстановители, применение растворов, содержащих сорбенты. Интенсификация процесса дезактивации растворами путем наложения электрического поля и ультразвука. Применение пленок и покрытий различного состава. Назначение и состав пленок и покрытий. Локализация радиоактивных загрязнений изолирующими покрытиями. Локализация радиоактивных загрязнений эмульсиями и твердеющими составами (локализирующие покрытия). Дезактивация методом нанесения и удаления дезактивирующих пленок.</p>
Р10	Методы обращения с жидкими радиоактивными отходами при выводе из эксплуатации блока АЭС	<p>Обращение с жидкими радиоактивными отходами при выводе блока АЭС из эксплуатации. Жидкие радиоактивные отходы ЖРО (высокоактивные, среднеактивные, низкоактивные). Типы ЖРО по концентрации солей: (бессолевые, малосолевые, высокосолевые). Механические и физико-химические методы дезактивации. Термический метод. Сорбционные методы. Коагуляция и флокуляция. Электрическая переработка ЖРО. Известняково-содовый способ. Метод химического осаждения.</p> <p>Ионообменная очистка. Виды ионообменных сорбентов. Мембранные методы очистки: электродиализ, обратный осмос, ультрафильтрация, ультрафильтрация с добавками.</p> <p>Концентрирование и отверждение жидких радиоактивных отходов. Механический и термический способы обезвреживания ЖРО. Методы отверждения ЖРО. Битумирование. Цементирования. Полимеризация. Связующие для отверждения ЖРО: термопластичные (битум и др.), терморезистивные (смолы полиэфирные, карбамидные и др.); неорганические (цемент, гипс, стекло и др.). Остекловывание РАО. Заключение РАО в керамику. Хранение концентратов ЖРО.</p>
Р11	Методы обращения с твердыми радиоактивными	Обращение с твердыми радиоактивными отходами при выводе блока АЭС из эксплуатации. Классификация твердых радиоактивных отходов. Низкоактивные, среднеактивные,

	отходами при выводе из эксплуатации блока АЭС	высокоактивные ТРАО. Прессуемые, непрессуемые, сжигаемые, металлические ТРАО. Характеристика способов переработки твёрдых отходов. Концентрирование твердых радиоактивных отходов. Измельчение ТРАО. Сжигание ТРАО. Прессование, компактирование, суперкомпактирование. Организация технологических процессов с участием вышеуказанных операций.
--	---	--

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	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология дебатов, дискуссий	ПК-2 - Способен определить необходимые организационные и технические меры для выполнения основных операций процессов гидрометаллургического пиро- и электрохимического производства редких и радиоактивных металлов	П-2 - Организовать технически правильную эксплуатацию основного и вспомогательного оборудования, технологической обвязки и контрольно-измерительных устройств в отделении основных операций пирометаллургического производства редких и радиоактивных металлов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Редкие и радиоактивные элементы в технологии материалов новой техники

Электронные ресурсы (издания)

1. Бетенеков, Н. Д., Егоров, Ю. В.; Радиоэкологический мониторинг : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/65979.html> (Электронное издание)
2. Егоров, Ю. В., Егоров, Ю. В.; Методы концентрирования и разделения радионуклидов : учебно-

методическое пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/66550.html> (Электронное издание)

3. Ахмедзянов, В. Р.; Обращение с радиоактивными отходами : учебное пособие.; Энергия, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=58368> (Электронное издание)

4. Ахмедзянов, В. Р.; Обращение с радиоактивными отходами : учебное пособие.; Энергия, Институт энергетической стратегии, Москва; 2008; <http://www.iprbookshop.ru/5719.html> (Электронное издание)

5. Пронкин, Н. С.; Обеспечение безопасности обращения с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла : учебное пособие.; Логос, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233787> (Электронное издание)

6. Мержанов, А. Г.; Инновационные энергосберегающие технологии переработки радиоактивных отходов; Книжный мир, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=274523> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Воронина, А. В., Бетенеков, Н. Д., Недобух, Т. А.; Прикладная радиоэкология : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2010 (11 экз.)

2. Егоров, Ю. В., Бетенеков, Н. Д., Пузако, В. Д.; Радиоактивность и смежные проблемы : Учеб. пособие по курсу "Радиоэкология". Ч. 1. Физические основы радиоактивности и методы обработки результатов измерений; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2000 (10 экз.)

3. Скачек, М. А.; Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Атом. электр. станции и установки" направления подгот. "Техн. физика"; МЭИ, Москва; 2007 (12 экз.)

4. Никифоров, А. Ф., Липунов, И. Н., Мигалатий, Е. В., Южанинов, А. Г.; Сорбционные и мембранные методы очистки воды : Учеб. пособие.; УПИ, Свердловск; 1989 (10 экз.)

5. Зимон, А. Д.; Популярная физическая химия : [учеб. пособие для студентов высш. и сред. учеб. заведений]; Научный мир, Москва; 2005 (15 экз.)

6. Громов, Б. В., Савельева, В. И., Шевченко, В. Б.; Химическая технология облученного ядерного топлива : Учебник для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1983 (32 экз.)

7. ; Редкие и рассеянные элементы : Химия и технология: В 3 кн.: Учебник для вузов. Кн. 1. ; МИСИС, Москва; 1996 (15 экз.)

8. Коровин, С. С.; Редкие и рассеянные элементы : Химия и технология: В 3 кн.: Учебник для вузов. Кн. 2. ; МИСИС, Москва; 1999 (15 экз.)

9. ; Букин, В. И., Коровин, С. С., Резник, А. М., Федоров, П. И.; Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология : Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Хим. технология редких и рассеянных элементов и материалов на их основе" направления подгот. дипломир. специалистов "Хим. технология материалов соврем. энергетики". Кн. 3. ; МИСИС, Москва; 2003 (15 экз.)

10. ; Подготовка облученного ядерного топлива к химической переработке; Энергоатомиздат, Москва; 1982 (11 экз.)

11. Колобов, Г. А., Бредихин, В. Н., Чернобаев, В. М.; Сбор и обработка вторичного сырья цветных металлов : Учеб. для вузов по специальности "Металлургия цв. металлов"; Metallurgia, Москва; 1993 (12 экз.)

12. Антипин, Л. Н.; Электрохимия расплавленных солей.; Metallurgizdat, Москва; 1963 (10 экз.)

13. ; Электрохимия расплавленных солей : учебно-методическое пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/68317.html> (Электронное издание)

издание)

14. Зеликман, А. Н., Коршунов, Б. Г.; Металлургия редких металлов : Учеб. для вузов по специальности "Металлургия цв. металлов".; Металлургия, Москва; 1991 (28 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

Электронная библиотека по материаловедению: <http://lib-bkm.ru/publ/31-1-0-690>

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

Редкие и радиоактивные элементы в технологии материалов новой техники

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 Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES