Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет естественных наук

Согласовано

Декан ФЕН

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Резников В.А..

*подпись*

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Высокотемпературные материалы**

направление подготовки: 04.04.01 Химия

направленность (профиль): Химия

Форма обучения: очная

Разработчик:

К.х.н. Уткин А.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Зав. каф. физической химии

академик РАН, д.х.н., проф. Пармон В.Н. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель программы:

чл.-корр. РАН, проф. Нетесов С.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Новосибирск, 2020

**Содержание**

[1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 3](#_Toc21097778)

[2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 3](#_Toc21097779)

[3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося 4](#_Toc21097780)

[4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 4](#_Toc21097781)

[5. Перечень учебной литературы 5](#_Toc21097782)

[6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся 5](#_Toc21097783)

[7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины 6](#_Toc21097784)

[8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине 6](#_Toc21097785)

[9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине 7](#_Toc21097786)

[10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине 7](#_Toc21097787)

Приложение 1 Аннотация по дисциплине

Приложение 2 Оценочные средства по дисциплине

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

| Результаты освоения образовательной программы  (компетенции) | Индикаторы | Результаты обучения по дисциплине |
| --- | --- | --- |
| **М-ПК-5.** Способен выбирать обоснованные подходы к анализу связи структура-свойство и к конструированию веществ и материалов c заданными химическими, физическими, физико-химическими свойствами и/или биологической активностью | **М-ПК-5.1.** Применяет знания о химических, физических, физико-химических свойствах и биологической активности известных веществ и материалов при анализе соотношения «структура-свойство» | - знает основы получения, характеризации и использования высокотемпературных материалов |
| **М-ПК-5.2.** Проводит анализ закономерностей «структура – свойство» в рядах известных аналогов, выявляет корреляции «структура – свойство» | - умеет использовать знания механических свойств высокотемпературных материалов при анализе закономерностей «структура – свойство» |
| **М-ПК-5.3.** Вырабатывает стратегию поиска структурных прототипов новых веществ и материалов с заданными свойствами с учетом требований к их структуре и возможных ограничений | - знаком с методами формирования керамических матриц, избранными механическими свойствами, сверхвысокотемпературными материалами и соответствующими покрытиями |

# 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), изучение которых необходимо для освоения дисциплины *Высокотемпературные материалы*: физика, физическая химия, неорганическая химия, химия твердого тела.

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины *Высокотемпературные материалы*: производственная практика, научно-исследовательская работа, итоговая государственная аттестация.

# 3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Трудоемкость дисциплины – 2 з.е. (72 ч)

Форма промежуточной аттестации: 2 семестр – дифференцированный зачет

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Вид деятельности | Семестр |
| 2 |
| 1 | Лекции, ч | 22 |
| 2 | Практические занятия, ч | 22 |
| 3 | Лабораторные занятия, ч |  |
| 4 | Занятия в контактной форме, ч  из них | 46 |
| 5 | из них аудиторных занятий, ч | 44 |
| 6 | групповая работа с преподавателем, ч | - |
| 7 | консультаций, час. | - |
| 8 | промежуточная аттестация, ч | 2 |
| 9 | Самостоятельная работа, час. | 26 |
| 10 | Всего, ч | 72 |

Реализация дисциплины включена в практическую подготовку в ИХТТМ СО РАН при проведении следующих видов занятий, часть из которых предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью:

- лекции;

- практические занятия.

# 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

***3 семестр***

Лекции (22 ч)

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование темы и их содержание | Объем,  час |
| Раздел 1. Введение. Понятие температуры. Способы измерения температуры. Понятие материала. Классификация высокотемпературных материалов. Требования к материалам. История развития высокотемпературных материалов. Основные сферы применения. | 2 |
| Раздел 2. Тугоплавкие металлы. Понятие ползучести. Физические и химические свойства тугоплавких металлов: вольфрам, молибден, рений, тантал, ниобий. Применение тугоплавких металлов. | 2 |
| Раздел 3. Жаропрочные сплавы. Понятие суперсплава. Механизмы пластической деформации. Способы снижения пластической деформации: иммобилизация дислокаций примесными атомами, зернограничное и дисперсное упрочнение. Жаропрочные сплавы на основе железа, никеля и титана. | 4 |
| Раздел 4. Огнеупоры (тугоплавкие оксиды). Оксид алюминия. Оксид кремния. Их полиморфные модификации и свойства. Муллит. Оксид магния. Аллотропные формы диоксида циркония, их структура, свойства и применение. | 4 |
| Раздел 5. Тугоплавкие карбиды. Металлоподобные карбиды титана, циркония, гафния, ванадия, ниобия, тантала, молибдена и вольфрама. Структура, теплофизические свойства, окислительная устойчивость. Ковалентные карбиды кремния и бора. Способы получения и применение. | 4 |
| Раздел 6. Углеродные материалы. Аллотропные формы углерода. Графит: теплофизические свойства, окисление, промышленное получение и применение. Стеклоуглерод. Углеродное волокно. Углерод-углеродные композиционные материалы | 2 |
| Раздел 7. Композиты с керамической матрицей. Матрица, волокно, межфазная граница. Теплостойкие волокна, методы получения и свойства. Механические свойства и окислительная устойчивость керамических композитов. | 4 |

Практические занятия (22 ч)

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание практического занятия | Объем, час |
| Семинар по теме раздела 1 | 2 |
| Семинар по теме раздела 2 | 2 |
| Семинар 1 по теме раздела 3 | 2 |
| Семинар 2 по теме раздела 3 | 2 |
| Семинар 1 по теме раздела 4 | 2 |
| Семинар 2 по теме раздела 4 | 2 |
| Семинар 1 по теме раздела 5 | 2 |
| Семинар 2 по теме раздела 5 | 2 |
| Семинар по теме раздела 6. | 2 |
| Семинар 1 по теме раздела 7 | 2 |
| Семинар 2 по теме раздела 7 | 2 |

Самостоятельная работа студентов (26 ч)

|  |  |
| --- | --- |
| Перечень занятий на СРС | Объем, час |
| Закрепление, обобщение и повторение пройденного учебного материала | 6 |
| Уточнение и дополнение сведений и знаний, полученных на лекциях | 4 |
| Выполнение домашнего задания | 4 |
| Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях | 2 |
| Подготовка к дифференцированному зачету | 10 |

# 5. Перечень учебной литературы

1. Перельман, Фаина Моисеевна. Молибден и вольфрам / Ф. М. Перельман, А. Я. Зворыкин; АН СССР, Ин-т общей и неорган. химии им. Н.С. Курнакова; Москва : Наука, 1968; 141 с. : ил. ; 21 см.

2. Ниобий и тантал : сборник статей / под ред. О.П. КолчинаМосква : Изд-во иностр. лит., 1960485 с. : ил. ; 27 см.

3. Савватимский, Александр Иванович. Высокотемпературные свойства металлов атомной энергетики : цирконий, гафний и железо при плавлении и в жидком состоянии / А.И. Савватимский, В.Н. Коробенко; Москва : Изд. дом МЭИ, 2012214, [1] с. : ил. ; 22 см. ISBN 978-5-383-00800-3

4. Авиационные материалы и технологии : юбилейный научно-технический сборник / Федер. гос. унитар. предприятие "Всерос. науч.-исслед. ин-т авиац. материалов", Гос. науч. центр Рос. Федерации; под общей ред. Е.Н. Каблова; Москва : ВИАМ, 2017595 с. : ил. ; 24 см.ISBN 978-5-905217-13-5

5. Соединения редкоземельных элементов: Гидриды, бориды, карбиды, фосфиды, пниктиды, халькогениды, псевдогалогениды / [М.Е. Кост, А.Л. Шилов, В.И. Михеева и др. ; Ред. А.А. Елисеев] ; АН СССР, Ин-т общей и неорган. химии им. Н.С. Курнакова М. : Наука, 1983270 с. : ил. ; 22 см.

6. Графит в науке и ядерной технике / Е.И. Жмуриков, И.А. Бубненков, В.В. Дрёмов [и др] ; отв. ред. П.В. Логачев ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т ядер. физики им. Г.И. Будкера [и др.]Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2013159, [3] с. : ил. ; 22 см.ISBN 978-5-7692-1314-4.

7. Технология и проектирование углерод-углеродных композитов и конструкций / [Ю.В. Соколкин, А.М. Вотинов, А.А. Ташкинов и др.]М. : Наука : Физматлит, 1996239 с. : ил.ISBN 5-02-015201-3

8. Армирующие химические волокна для композиционных материалов / [Г.И. Кудрявцев, В.Я. Варшавский, А.М. Щетинин, М.Е. Казаков] ; Под ред. Г.И. Кудрявцева; М. : Химия, 1992329 с. : ил. ISBN 5724504510.

# 6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

9. Высокотемпературные материалы: Высокотемпературные теплозащитные материалы: курс лекций. Челноков, В. С.; Елютин, В. П., МИСИС, 1988.

10. Волокнистые высокотемпературные керамические материалы. И.Н.Ермоленко, Т.М.Ульянова, П.А.Витязь, И.Л.Федорова. Навука i тэхнiка, 1991

# 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

***7.1 Ресурсы сети Интернет***

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);

- образовательные интернет-порталы;

- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС, электронную почту, социальные сети.

***7.2 Современные профессиональные базы данных:***

- Реферативно-библиографическая база данных Scopus (Elsevier)

- Реферативно-библиографическая база данных Springer Materials (Springer)

- Реферативно-библиографическая база данных Scifinder (Chemical Abstracts Service)

- Библиометрическая база данных Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.)

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

***8.1 Перечень программного обеспечения***

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

***8.2 Информационные справочные системы***

Не используются.

# 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации;

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся;

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

# 10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень результатов обучения по дисциплине *Высокотемпературные материал*ы и индикаторов их достижения представлен в разделе 1.

***10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине***

***Текущий контроль успеваемости:***

В течение семестра преподаватель контролирует посещаемость, оценивает уровень подготовки студента к каждому занятию в коллективном обсуждении тем, рассматриваемых в рамках курса, проверяет выполнение домашнего задания.

***Промежуточная аттестация:***

Итоговую оценку за семестр студент получает, сдавая дифференцированный зачет в устной форме.

***Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Высокотемпературные материалы***

Таблица 10.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Код компетенции** | **Индикатор** | **Результат обучения по дисциплине** | **Оценочное средство** |
| **М-ПК-5** | **М-ПК-5.1.** Применяет знания о химических, физических, физико-химических свойствах и биологической активности известных веществ и материалов при анализе соотношения «структура-свойство» | - знает основы получения, характеризации и использования высокотемпературных материалов | дифференциро-ванный зачет |
| **М-ПК-5.2.** Проводит анализ закономерностей «структура – свойство» в рядах известных аналогов, выявляет корреляции «структура – свойство» | - умеет использовать знания механических свойств высокотемпературных материалов при анализе закономерностей «структура – свойство» | дифференциро-ванный зачет |
| **М-ПК-5.3.** Вырабатывает стратегию поиска структурных прототипов новых веществ и материалов с заданными свойствами с учетом требований к их структуре и возможных ограничений. | - знаком с методами формирования керамических матриц, избранными механическими свойствами, сверхвысокотемпературными материалами и соответствующими покрытиями | дифференциро-ванный зачет |

Таблица 10.2

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценивания результатов обучения** | **Шкала**  **оценивания** |
| **Дифференцированный зачет:**  –  наличие полных ответов на все вопросы с непринципиальными неточностями,  – осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность ответов,  – точность и корректность применения терминов и понятий,  – наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы. | *Отлично* |
| **Дифференцированный зачет:**  –  наличие полных ответов на все вопросы с несущественными ошибками,  – осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность ответов, наличие затруднений в объяснении отдельных процессов и явлений,  – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок,  – наличие полных ответов на дополнительные вопросы с возможным присутствием ошибок. | *Хорошо* |
| **Дифференцированный зачет:**  –  наличие ответов на все вопросы, часть из которых неполные и/или с существенными ошибками,  – осмысленность и структурированность в изложении материала, наличие ошибок в логике, аргументации и объяснении отдельных процессов и явлений,  – корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок,  – наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы. | *Удовлетворительно* |
| **Дифференцированный зачет:**  –  наличие ответов не на все вопросы, часть из которых неполные и/или с существенными ошибками,  – отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала,  –  грубые ошибки в применении терминов и понятий,  – отсутствие ответов на дополнительные вопросы. | *Неудовлетворительно* |

***Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения***

Примеры вопросов к экзамену:

1. Аллотропные модификации углерода. Графит: структура, теплофизические свойства, окисление.

2. Механизмы пластической деформации. Способы снижения высокотемпературной ползучести.

3. Диоксид циркония. Взаимосвязь структуры полиморфов с их свойствами. Способы стабилизации высокотемпературных форм диоксида циркония.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации (приложение 2), предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

**«Высокотемпературные материалы»**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа) | Дата и №  протокола Ученого совета ФЕН | Подпись  ответственного |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |