

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Факультет наук о материалах

**УТВЕРЖДАЮ**  
**Зам. декана ФНМ по учебной**  
**работе**  
\_\_\_\_\_/А.В. Кнотько /  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины:**

**Спецпрактикум "Современные приборы для диагностики материалов"**

---

**Уровень высшего образования:**  
*магистратура*

---

**Направление подготовки:**  
**04.04.02 Химия, физика и механика материалов**

---

**Направленность (профиль)/специализация ОПОП:**  
**Фундаментальное материаловедение**

---

**Форма обучения:**  
*очная*

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Методической комиссией факультета наук о материалах  
(протокол №\_\_\_\_\_, дата)

Москва 2016

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Химия, физика и механика материалов» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки) в редакции приказа МГУ от \_\_\_\_\_20\_\_ г.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО:** Вариативная часть, профессиональная подготовка, курс предназначен для студентов магистратуры факультета наук о материалах **2-го года обучения (3-й семестр)**, курс является обязательным

---

**2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть):**

Спецпрактикум «Методы диагностики материалов»

**3. Результаты обучения по дисциплине:**

*Знать:* физико-химические основы метода диагностики, особенности использования конкретного прибора для анализа материалов, его возможности и ограничения

*Уметь:* проводить исследование материалов, используя различные функциональные особенности прибора

*Владеть:* методологическими приемами для анализа различных материалов с применением конкретного прибора, практическими навыками самостоятельной работы на приборе

**4. Объем дисциплины составляет 17 з.е. (612 ак.ч.)**

**5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:**

**5.1. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)**

| Вид работы                                     | Семестр |  |  |  | Всего |
|------------------------------------------------|---------|--|--|--|-------|
|                                                | 3       |  |  |  |       |
| <b>Общая трудоёмкость, акад. Часов</b>         | 612     |  |  |  | 612   |
| <b>Аудиторная работа:</b>                      | 252     |  |  |  | 252   |
| Лекции, акад. Часов                            |         |  |  |  |       |
| Семинары, акад. Часов                          | 72      |  |  |  | 72    |
| Лабораторные работы, акад. часов               | 180     |  |  |  | 180   |
| <b>Самостоятельная работа, акад. Часов</b>     | 360     |  |  |  | 360   |
| <b>Вид итогового контроля (зачёт, экзамен)</b> | Экз.    |  |  |  |       |

**5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины**

В ходе прохождения спецпрактикума студенты выбирают один из методов анализа материалов, который они будут подробно изучать для получения глубоких знаний в его применении для анализа широкого спектра материалов. При выборе метода студент и его научный руководитель руководствуются тематикой научной работы студента и необходимостью использования данного метода исследования при выполнении дипломной работы. Семинарские занятия направлены на глубокое освоение теоретических основ изучаемых экспериментальных методов.

Работа проводится в группах по 1-2 студента.

**1. Рентгенодифракционные методы.**

Вводный инструктаж по правилам использования прибора Rigaku D/MAX-2500 и технике безопасности. Освоения действий штатного включения и выключения прибора. Освоения действий по аварийному выключению прибора. Конструкционные особенности и методики анализа материалов доступные с использованием рентгеновского дифрактометра Rigaku D/MAX-2500. Освоение программного обеспечения для управления прибором с использованием ПК.

Освоение методов калибровки и юстировки прибора с использованием стандартных образцов. Знакомство с методиками пробоподготовки для проведения рентгенодифракционного анализа материалов. Знакомство с особенностями пробоподготовки материалов для проведения рентгенодифракционного анализа с использованием рентгеновского дифрактометра Rigaku D/MAX-2500. Освоение на примере стандартных образцов базовых операций по помещению образца в прибор, проведению анализа, сохранению аналитических данных. Освоение программного обеспечения для выделения полезной научной информации из данных конкретного измерения на примере стандартных образцов. Определение ошибок измерения, ошибок расчета аналитического сигнала по результатам конкретного измерения. Практическая реализация методик исследования экспериментальных образцов с использованием рентгенодифракционных методов на дифрактометре Rigaku D/MAX-2500.

## 2. Рамановская спектроскопия.

Вводный инструктаж по правилам использования прибора Renishaw InVia Reflex и технике безопасности. Освоения действий штатного включения и выключения прибора. Освоения действий по аварийному выключению прибора. Конструкционные особенности и методики анализа материалов доступные с использованием рамановского спектрометра Renishaw InVia Reflex. Освоение программного обеспечения для управления прибором с использованием ПК. Освоение методов калибровки и юстировки прибора с использованием стандартных образцов. Знакомство с методиками пробоподготовки для проведения анализа материалов методом рамановской спектроскопии. Знакомство с особенностями пробоподготовки материалов для проведения анализа материалов с использованием рамановского спектрометра Renishaw InVia Reflex. Освоение на примере стандартных образцов базовых операций по помещению образца в прибор, проведению анализа, сохранению аналитических данных. Освоение программного обеспечения для выделения полезной научной информации из данных конкретного измерения на примере стандартных образцов. Определение ошибок измерения, ошибок расчета аналитического сигнала по результатам конкретного измерения. Практическая реализация методик исследования экспериментальных образцов с использованием рамановского спектрометра Renishaw InVia Reflex.

## 3. Хроматография и хромато-масс спектрометрия.

Вводный инструктаж по правилам использования прибора Perkin Elmer Clarus 600 и технике безопасности. Освоения действий штатного включения и выключения прибора. Освоения действий по аварийному выключению прибора. Конструкционные особенности и методики анализа материалов доступные с использованием газового хроматографа Perkin Elmer Clarus 600. Освоение программного обеспечения для управления прибором с использованием ПК. Освоение методов калибровки и юстировки прибора с использованием стандартных образцов. Знакомство с методиками пробоподготовки для проведения анализа материалов методом газовой хроматографии. Знакомство с особенностями пробоподготовки материалов для проведения анализа материалов с использованием газового хроматографа Perkin Elmer Clarus 600. Освоение на примере стандартных образцов базовых операций по помещению образца в прибор, проведению анализа, сохранению аналитических данных. Освоение программного обеспечения для выделения полезной научной информации из данных конкретного измерения на примере стандартных образцов. Определение ошибок измерения, ошибок расчета аналитического сигнала по результатам конкретного измерения. Практическая реализация методик исследования экспериментальных образцов с использованием газового хроматографа Perkin Elmer Clarus 600.

## 4. Электрохимические методы.

Вводный инструктаж по правилам использования прибора Solartron 1287 с анализатором частот Solartron 1255B и технике безопасности. Освоения действий штатного включения и выключения прибора. Освоения действий по аварийному выключению прибора. Конструкционные особенности и методики анализа материалов доступные с использованием потенциостата Solartron 1287 с анализатором частот Solartron 1255B. Освоение программного обеспечения для управления

прибором с использованием ПК. Освоение методов калибровки и юстировки прибора с использованием стандартных образцов. Знакомство с методиками пробоподготовки для проведения электрохимических методов анализа материалов. Знакомство с особенностями пробоподготовки материалов для проведения электрохимического анализа материалов с использованием потенциостата Solartron 1287 с анализатором частот Solartron 1255B. Освоение на примере стандартных образцов базовых операций по помещению образца в прибор, проведению анализа, сохранению аналитических данных. Освоение программного обеспечения для выделения полезной научной информации из данных конкретного измерения на примере стандартных образцов. Определение ошибок измерения, ошибок расчета аналитического сигнала по результатам конкретного измерения. Практическая реализация методик исследования экспериментальных образцов с использованием потенциостата Solartron 1287 с анализатором частот Solartron 1255B.

#### 5. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой.

Вводный инструктаж по правилам использования прибора Perkin Elmer ELAN 9000 и технике безопасности. Освоения действий штатного включения и выключения прибора. Освоения действий по аварийному выключению прибора. Конструкционные особенности и методики анализа материалов доступные с использованием атомно-эмиссионного масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой Perkin Elmer ELAN 9000. Освоение программного обеспечения для управления прибором с использованием ПК. Освоение методов калибровки и юстировки прибора с использованием стандартных образцов. Знакомство с методиками пробоподготовки для проведения анализа материалов методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Знакомство с особенностями пробоподготовки материалов для проведения анализа материалов с использованием атомно-эмиссионного масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой Perkin Elmer ELAN 9000. Освоение на примере стандартных образцов базовых операций по помещению образца в прибор, проведению анализа, сохранению аналитических данных. Освоение программного обеспечения для выделения полезной научной информации из данных конкретного измерения на примере стандартных образцов. Определение ошибок измерения, ошибок расчета аналитического сигнала по результатам конкретного измерения. Практическая реализация методик исследования экспериментальных образцов с использованием атомно-эмиссионного масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой Perkin Elmer ELAN 9000.

#### 6. Люминесцентная спектроскопия.

Вводный инструктаж по правилам использования прибора Perkin Elmer LS 55 и технике безопасности. Освоения действий штатного включения и выключения прибора. Освоения действий по аварийному выключению прибора. Конструкционные особенности и методики анализа материалов доступные с использованием люминесцентного спектрометра Perkin Elmer LS 55. Освоение программного обеспечения для управления прибором с использованием ПК. Освоение методов калибровки и юстировки прибора с использованием стандартных образцов. Знакомство с методиками пробоподготовки для проведения анализа материалов методом люминесцентной спектроскопии. Знакомство с особенностями пробоподготовки материалов для проведения анализа материалов с использованием люминесцентного спектрометра Perkin Elmer LS 55. Освоение на примере стандартных образцов базовых операций по помещению образца в прибор, проведению анализа, сохранению аналитических данных. Освоение программного обеспечения для выделения полезной научной информации из данных конкретного измерения на примере стандартных образцов. Определение ошибок измерения, ошибок расчета аналитического сигнала по результатам конкретного измерения. Практическая реализация методик исследования экспериментальных образцов с использованием люминесцентного спектрометра Perkin Elmer LS 55.

#### 7. Магнитные измерения.

Вводный инструктаж по правилам использования весов Фарадея и индукционного магнетометра и технике безопасности. Освоения действий штатного включения и выключения прибора. Освоения

действий по аварийному выключению прибора. Конструкционные особенности и методики анализа материалов доступные с использованием весов Фарадея и вибрационного магнетометра. Освоение программного обеспечения для управления прибором с использованием ПК. Освоение методов калибровки и юстировки прибора с использованием стандартных образцов. Знакомство с методиками пробоподготовки для проведения анализа материалов магнитными методами. Знакомство с особенностями пробоподготовки материалов для проведения анализа материалов с весов Фарадея и вибрационного магнетометра. Освоение на примере стандартных образцов базовых операций по помещению образца в прибор, проведению анализа, сохранению аналитических данных. Освоение программного обеспечения для выделения полезной научной информации из данных конкретного измерения на примере стандартных образцов. Определение ошибок измерения, ошибок расчета аналитического сигнала по результатам конкретного измерения. Практическая реализация методик исследования экспериментальных образцов с использованием весов Фарадея и вибрационного магнетометра.

#### 8. Растровая электронная микроскопия и дифракция обратно рассеянных электронов.

Вводный инструктаж по правилам использования прибора Zeiss NVision 40 с системой регистрации дифракции обратно рассеянных электронов и технике безопасности. Освоения действий штатного включения и выключения прибора. Освоения действий по аварийному выключению прибора. Конструкционные особенности и методики анализа материалов доступные с использованием растрового электронного микроскопа Zeiss NVision 40 с системой регистрации дифракции обратно рассеянных электронов. Освоение программного обеспечения для управления прибором с использованием ПК. Освоение методов калибровки и юстировки прибора с использованием стандартных образцов. Знакомство с методиками пробоподготовки для проведения анализа материалов методом растровой электронной микроскопии. Знакомство с особенностями пробоподготовки материалов для проведения анализа материалов с использованием растрового электронного микроскопа Zeiss NVision 40 с системой регистрации дифракции обратно рассеянных электронов. Освоение на примере стандартных образцов базовых операций по помещению образца в прибор, проведению анализа, сохранению аналитических данных. Освоение программного обеспечения для выделения полезной научной информации из данных конкретного измерения на примере стандартных образцов. Определение ошибок измерения, ошибок расчета аналитического сигнала по результатам конкретного измерения. Практическая реализация методик исследования экспериментальных образцов с использованием растрового электронного микроскопа Zeiss NVision 40 с системой регистрации дифракции обратно рассеянных электронов.

#### 9. Термический анализ.

Вводный инструктаж по правилам использования прибора NETZSCH STA 409 PC Luxx и технике безопасности. Освоения действий штатного включения и выключения прибора. Освоения действий по аварийному выключению прибора. Конструкционные особенности и методики анализа материалов доступные с использованием термоанализатора NETZSCH STA 409 PC Luxx. Освоение программного обеспечения для управления прибором с использованием ПК. Освоение методов калибровки и юстировки прибора с использованием стандартных образцов. Знакомство с методиками пробоподготовки для проведения термических методов анализа материалов. Знакомство с особенностями пробоподготовки материалов для проведения анализа материалов с использованием термоанализатора NETZSCH STA 409 PC Luxx. Освоение на примере стандартных образцов базовых операций по помещению образца в прибор, проведению анализа, сохранению аналитических данных. Освоение программного обеспечения для выделения полезной научной информации из данных конкретного измерения на примере стандартных образцов. Определение ошибок измерения, ошибок расчета аналитического сигнала по результатам конкретного измерения. Практическая реализация методик исследования экспериментальных образцов с использованием термоанализатора NETZSCH STA 409 PC Luxx.

#### 10. Просвечивающая электронная микроскопия.

Вводный инструктаж по правилам использования прибора ZEISS Libra 200 и технике безопасности. Освоения действий штатного включения и выключения прибора. Освоения действий по аварийному выключению прибора. Конструкционные особенности и методики анализа материалов доступные с использованием просвечивающего электронного микроскопа ZEISS Libra 200. Освоение программного обеспечения для управления прибором с использованием ПК. Освоение методов калибровки и юстировки прибора с использованием стандартных образцов. Знакомство с методиками пробоподготовки для проведения анализа материалов методами просвечивающей электронной микроскопии. Знакомство с особенностями пробоподготовки материалов для проведения анализа материалов с использованием просвечивающего электронного микроскопа ZEISS Libra 200. Освоение на примере стандартных образцов базовых операций по помещению образца в прибор, проведению анализа, сохранению аналитических данных. Освоение программного обеспечения для выделения полезной научной информации из данных конкретного измерения на примере стандартных образцов. Определение ошибок измерения, ошибок расчета аналитического сигнала по результатам конкретного измерения. Практическая реализация методик исследования экспериментальных образцов с использованием просвечивающего электронного микроскопа ZEISS Libra 200.

#### 11. Растровая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ.

Вводный инструктаж по правилам использования прибора LEO Supra 50VP с комбинированной системой волнового и рентгеноспектрального микроанализа и технике безопасности. Освоения действий штатного включения и выключения прибора. Освоения действий по аварийному выключению прибора. Конструкционные особенности и методики анализа материалов доступные с использованием растрового электронного микроскопа LEO Supra 50VP с комбинированной системой волнового и рентгеноспектрального микроанализа. Освоение программного обеспечения для управления прибором с использованием ПК. Освоение методов калибровки и юстировки прибора с использованием стандартных образцов. Знакомство с методиками пробоподготовки для проведения анализа материалов методом растровой электронной микроскопии. Знакомство с особенностями пробоподготовки материалов для проведения анализа материалов с использованием растрового электронного микроскопа LEO Supra 50VP с комбинированной системой волнового и рентгеноспектрального микроанализа. Освоение на примере стандартных образцов базовых операций по помещению образца в прибор, проведению анализа, сохранению аналитических данных. Освоение программного обеспечения для выделения полезной научной информации из данных конкретного измерения на примере стандартных образцов. Определение ошибок измерения, ошибок расчета аналитического сигнала по результатам конкретного измерения. Практическая реализация методик исследования экспериментальных образцов с использованием растрового электронного микроскопа LEO Supra 50VP с комбинированной системой волнового и рентгеноспектрального микроанализа.

#### 12. Атомно-силовая микроскопия.

Вводный инструктаж по правилам использования прибора NTEGRA Aura. Освоения действий штатного включения и выключения прибора. Освоения действий по аварийному выключению прибора. Конструкционные особенности и методики анализа материалов доступные с использованием атомно-силового микроскопа NTEGRA Aura. Освоение программного обеспечения для управления прибором с использованием ПК. Освоение методов калибровки и юстировки прибора с использованием стандартных образцов. Знакомство с методиками пробоподготовки для проведения анализа материалов методом атомно-силовой микроскопии. Знакомство с особенностями пробоподготовки материалов для проведения анализа материалов с использованием атомно-силового микроскопа NTEGRA Aura. Освоение на примере стандартных образцов базовых операций по помещению образца в прибор, проведению анализа, сохранению аналитических данных. Освоение программного обеспечения для выделения полезной научной информации из данных конкретного измерения на примере стандартных образцов. Определение ошибок измерения, ошибок расчета аналитического сигнала по результатам конкретного

измерения. Практическая реализация методик исследования экспериментальных образцов с использованием атомно-силового микроскопа NTEGRA Aura.

### 13. ИК спектроскопия.

Вводный инструктаж по правилам использования прибора Perkin-Elmer Spectrum One и технике безопасности. Освоения действий штатного включения и выключения прибора. Освоения действий по аварийному выключению прибора. Конструкционные особенности и методики анализа материалов доступные с использованием ИК-спектрометра Perkin-Elmer Spectrum One. Освоение программного обеспечения для управления прибором с использованием ПК. Освоение методов калибровки и юстировки прибора с использованием стандартных образцов. Знакомство с методиками пробоподготовки для проведения анализа материалов методом ИК-спектроскопии. Знакомство с особенностями пробоподготовки материалов для проведения анализа материалов с использованием ИК-спектрометра Perkin-Elmer Spectrum One. Освоение на примере стандартных образцов базовых операций по помещению образца в прибор, проведению анализа, сохранению аналитических данных. Освоение программного обеспечения для выделения полезной научной информации из данных конкретного измерения на примере стандартных образцов. Определение ошибок измерения, ошибок расчета аналитического сигнала по результатам конкретного измерения. Практическая реализация методик исследования экспериментальных образцов с использованием ИК-спектрометра Perkin-Elmer Spectrum One.

### 14. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.

Вводный инструктаж по правилам использования прибора Kratos Axis DLD ultra и технике безопасности. Освоения действий штатного включения и выключения прибора. Освоения действий по аварийному выключению прибора. Конструкционные особенности и методики анализа материалов доступные с использованием рентгеновского фотоэлектронного спектрометра Kratos Axis DLD ultra. Освоение программного обеспечения для управления прибором с использованием ПК. Освоение методов калибровки и юстировки прибора с использованием стандартных образцов. Знакомство с методиками пробоподготовки для проведения анализа материалов методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Знакомство с особенностями пробоподготовки материалов для проведения анализа материалов с использованием рентгеновского фотоэлектронного спектрометра Kratos Axis DLD ultra. Освоение на примере стандартных образцов базовых операций по помещению образца в прибор, проведению анализа, сохранению аналитических данных. Освоение программного обеспечения для выделения полезной научной информации из данных конкретного измерения на примере стандартных образцов. Определение ошибок измерения, ошибок расчета аналитического сигнала по результатам конкретного измерения. Практическая реализация методик исследования экспериментальных образцов с использованием рентгеновского фотоэлектронного спектрометра Kratos Axis DLD ultra.

### 15. Использование синхротронного излучения.

Вводный инструктаж по правилам использования станции структурного материаловедения Курчатовского источника синхротронного излучения и технике безопасности. Освоения действий штатного включения и выключения прибора. Освоения действий по аварийному выключению прибора. Конструкционные особенности и методики анализа материалов доступные с использованием станции структурного материаловедения Курчатовского источника синхротронного излучения. Освоение программного обеспечения для управления прибором с использованием ПК. Освоение методов калибровки и юстировки прибора с использованием стандартных образцов. Знакомство с методиками пробоподготовки для проведения анализа материалов с использованием синхротронного излучения. Знакомство с особенностями пробоподготовки материалов для проведения анализа материалов с использованием станции структурного материаловедения Курчатовского источника синхротронного излучения. Освоение на примере стандартных образцов базовых операций по помещению образца в прибор, проведению анализа, сохранению аналитических данных. Освоение программного обеспечения



для выделения полезной научной информации из данных конкретного измерения на примере стандартных образцов. Определение ошибок измерения, ошибок расчета аналитического сигнала по результатам конкретного измерения. Практическая реализация методик исследования экспериментальных образцов с использованием станции структурного материаловедения Курчатовского источника синхротронного излучения.

16. Определение удельной площади поверхности низкотемпературной сорбцией азота. Вводный инструктаж по правилам использования прибора Quantachrome NOVA 4200e и технике безопасности. Освоения действий штатного включения и выключения прибора. Освоения действий по аварийному выключению прибора. Конструкционные особенности и методики анализа материалов доступные с использованием поразиметра Quantachrome NOVA 4200e. Освоение программного обеспечения для управления прибором с использованием ПК. Освоение методов калибровки и юстировки прибора с использованием стандартных образцов. Знакомство с методиками пробоподготовки для проведения анализа материалов методом низкотемпературной сорбции азота. Знакомство с особенностями пробоподготовки материалов для проведения анализа материалов с использованием поразиметра Quantachrome NOVA 4200e. Освоение на примере стандартных образцов базовых операций по помещению образца в прибор, проведению анализа, сохранению аналитических данных. Освоение программного обеспечения для выделения полезной научной информации из данных конкретного измерения на примере стандартных образцов. Определение ошибок измерения, ошибок расчета аналитического сигнала по результатам конкретного измерения. Практическая реализация методик исследования экспериментальных образцов с использованием поразиметра Quantachrome NOVA 4200e.

## 6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

Демонстрация приобретенных навыков комиссии преподавателей в ходе самостоятельной работы на приборе

### 6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

Оценка выставляется по сумме следующих компонент: письменный отчет, доклад по результатам использования прибора с описанием теоретических основ метода, методических рекомендаций по использованию прибора, описанием исследованных образцов и результатов исследования материалов с применением метода. Демонстрация практических навыков самостоятельной работы на приборе.

## 7. Ресурсное обеспечение:

### 7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Техническая документация к приборам.

#### 1. Рентгенодифракционные методы

| № п/п | Автор | Название книги / статьи | Отв. редактор (для коллективных работ) | Место издания | Издательство | Год издания |
|-------|-------|-------------------------|----------------------------------------|---------------|--------------|-------------|
|       |       |                         |                                        |               |              |             |

|   |                                      |                                           |  |        |            |      |
|---|--------------------------------------|-------------------------------------------|--|--------|------------|------|
| 1 | Ковба Л.М.,<br>Трунов В.К.           | Рентгенофазовый анализ                    |  | Москва | Изд-во МГУ | 1976 |
| 2 | Сиенко М.,<br>Плейн Р.,<br>Хестер Р. | Структурная неорганическая химия          |  | Москва | Мир        | 1968 |
| 3 | Вест А.                              | Химия твердого тела. Теория и приложения. |  | Москва | Мир        | 1988 |

## 2. Раман спектроскопия

| № п/п | Автор                           | Название книги / статьи                                                                                                                | Отв. редактор (для коллективных работ) | Место издания | Издательство | Год издания |
|-------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|--------------|-------------|
| 1     | К. Накамото                     | ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений                                                                    | Ю.А. Пентин                            | Москва        | МИР          | 1991        |
| 2     | Д.Ф. Горожанкин,<br>А.А.Елисеев | Спектроскопия комбинационного рассеяния методическое пособие по проведению измерений на рамановском спектрометре RENISHAW InVia Reflex |                                        | Москва        | ФНМ МГУ      |             |

## 3. Хроматография и хромато-масс спектрометрия

| № п/п | Автор                                 | Название книги / статьи                 | Отв. редактор (для коллективных работ) | Место издания | Издательство                                          | Год издания |
|-------|---------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------|-------------|
| 1     | Я.И. Яшин, Е.Я. Яшин, А.Я. Яшин       | Газовая хроматография                   |                                        | Москва        | Транслит                                              | 2008        |
| 2     | Н.И. Царев, В.И. Царев, И.Б. Катраков | Практическая газовая хроматография      |                                        | Барнаул       | Издательство Алтайского государственного университета | 2000        |
| 3     | К.И. Сакодынский                      | Аналитическая хроматография             |                                        | Москва        | Химия                                                 | 1993        |
| 4     | А.Т.Лебедев                           | Масс-спектрометрия в органической химии |                                        | Москва        | Бином                                                 | 2003        |

## 4. Электрохимические методы

| № п/п | Автор                       | Название книги / статьи | Отв. редактор (для коллективных работ) | Место издания | Издательство | Год издания |
|-------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------------------|---------------|--------------|-------------|
| 1     | Иванов-Шиц А.К., Мурын И.В. | Ионика твердого тела    |                                        | С.-Петербург  | Изд.СПбГУ    | 2000        |

|   |               |                                                                                                                           |  |        |         |  |
|---|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------|---------|--|
| 2 | Р.Б. Васильев | Методические рекомендации<br>Метод спектроскопии<br>импеданса для исследования<br>электрофизических свойств<br>материалов |  | Москва | ФНМ МГУ |  |
|---|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------|---------|--|

### 5. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой

| №<br>п/п | Автор                                              | Название книги / статьи                                                            | Отв.<br>редактор<br>(для<br>коллектив-<br>ных работ) | Место<br>издания | Издательство | Год<br>издания |
|----------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------|--------------|----------------|
| 1        | Томпсон М.,<br>Уолш Д.Н.                           | Руководство по<br>спектрометрическому анализу<br>с индуктивно-связанной<br>плазмой |                                                      | Москва           | Недра        | 1988           |
| 2        | Васильева И.Е.,<br>Шабанова Е.В.,<br>Васильев И.Л. | Диагностика материалов                                                             |                                                      | Москва           | Мир          | 2001           |
| 3        | А.А. Пупышев,<br>В.Т. Суриков                      | Масс-спектрометрия с<br>индуктивно связанной<br>плазмой                            |                                                      | Екатерин<br>бург | УРО РАН      | 2006           |

### 6. Люминесцентная спектроскопия

| №<br>п/п | Автор                              | Название книги / статьи                                       | Отв.<br>редактор<br>(для<br>коллектив-<br>ных работ) | Место<br>издания | Издательство | Год<br>издания |
|----------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------|--------------|----------------|
| 1        | Лакович Дж.                        | Основы флуоресцентной<br>спектроскопии                        |                                                      | Москва           | МИР          | 1986           |
| 2        | Столяров К. П.,<br>Григорьев Н. Н. | Введение в люминесцентный<br>анализ неорганических<br>веществ |                                                      | Ленингра<br>д    |              | 1967           |
| 3        | Захаров И. А.,<br>Тимофеев В. Н.   | Люминесцентные методы<br>анализа                              |                                                      | Ленингра<br>д    |              | 1978           |

### 7. Магнитные измерения

| №<br>п/п | Автор                          | Название книги /<br>статьи           | Отв.<br>редактор<br>(для<br>коллектив-<br>ных<br>работ) | Место<br>издания | Издатель-<br>ство | Год<br>издания | Название<br>журнала<br>(сборника) | Том<br>(выпуск)<br>журнала/<br>сборника | Номер<br>журнала |
|----------|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|------------------|
| 1        | Карлин Р.                      | Магнетохимия                         |                                                         | Москва           | Мир               | 1989           |                                   |                                         |                  |
| 2        | Калинников<br>В.Г.,<br>Ракитин | Введение в<br>магнетохимию.<br>Метод |                                                         | Москва           | Мир               | 1984           |                                   |                                         |                  |
| 3        | Вонсовский                     | Магнетизм                            |                                                         | Москва           | Наука             | 1971           |                                   |                                         |                  |

### 8. Растровая электронная микроскопия и дифракция обратно рассеянных электронов

| № п/п | Автор                                                             | Название книги / статьи                                  | Отв. редактор (для коллективных работ) | Место издания | Издательство    | Год издания |
|-------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|-----------------|-------------|
| 1     | Гоулдстейн Дж., Ньюбери Д., Эчлин П., Джой Д., Фиори Ч., Лифшин Э | Растровая электронная микроскопия и рентгеновский анализ |                                        | Москва        | МИР             | 1984        |
| 2     | А.Г. Гуртовник, У.Г. Точинский, Ф.М. Яблонский.                   | Электровакуумные приборы и основы их проектирования      |                                        | Москва        | Энергоатомиздат | 1988        |

### 9. Термический анализ

| № п/п | Автор       | Название книги / статьи       | Отв. редактор (для коллективных работ) | Место издания | Издательство | Год издания |
|-------|-------------|-------------------------------|----------------------------------------|---------------|--------------|-------------|
| 1     | Егунов В.П. | Введение в термический анализ |                                        | Москва        | Мир          | 1996        |
| 2     | Шестак Я.   | Теория термического анализа   |                                        | Москва        | Мир          | 1987        |

### 10. Просвечивающая электронная микроскопия

| № п/п | Автор                                | Название книги / статьи                    | Отв. редактор (для коллективных работ) | Место издания | Издательство | Год издания | Название журнала (сборника) | Том (выпуск) журнала/сборника | Номер журнала |
|-------|--------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|--------------|-------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------|
| 1     | Хирш П., Хови А., Николсон Р., Пэшли | Электронная микроскопия тонких кристаллов. |                                        | Москва        | Мир          | 1968        |                             |                               |               |
| 2     | Томас Г., Гориндж                    | Просвечивающая электронная                 |                                        | Москва        | Наука        | 1983        |                             |                               |               |
| 3     | Дж. Спенс                            | Экспериментальная электронная микроскопия  |                                        | Москва        | Наука        | 1986        |                             |                               |               |
| 4     | Синто Д., Оикава Т.                  | Аналитическая просвечивающая               |                                        | Москва        | Техносфера   | 2006        |                             |                               |               |
| 5     | Williams D.B., Carter C.B.           | Transmission Electron Microscopy           |                                        | NY and London | Plenum Press | 1996        |                             | I-IV                          |               |
| 6     | Горелик С.С., Скаков                 | Рентгенографический и электроннооптический |                                        | Москва        | МИСиС        | 1994        |                             |                               |               |

### 11. Растровая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ

| № п/п | Автор | Название книги / статьи | Отв. редактор (для коллективных работ) | Место издания | Издательство | Год издания | Название журнала (сборника) | Том (выпуск) журнала/сборника | Номер журнала |
|-------|-------|-------------------------|----------------------------------------|---------------|--------------|-------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------|
|-------|-------|-------------------------|----------------------------------------|---------------|--------------|-------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------|

|   |                                            |                                                          |  |        |                 |      |  |  |  |
|---|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--|--------|-----------------|------|--|--|--|
| 1 | Гоулдстейн Дж., Ньюбери Д., Эчлин П., Джой | Растровая электронная микроскопия и рентгеновский анализ |  | Москва | МИР             | 1984 |  |  |  |
| 2 | А.Г. Гуртовник, У.Г. Точинский, Ф.М.       | Электроракуумные приборы и основы их проектирования      |  | Москва | Энергоатомиздат | 1988 |  |  |  |

## 12. Атомно-силовая микроскопия

| № п/п | Автор       | Название книги / статьи                 | Отв. редактор (для коллективных работ) | Место издания | Издательство | Год издания | Название журнала (сборника) | Том (выпуск) журнала/сборника | Номер журнала |
|-------|-------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|---------------|--------------|-------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------|
| 1     | В.Л.Миронов | Основы сканирующей зондовой микроскопии |                                        | Н.Новгород    |              | 2004        |                             |                               |               |

## 13. ИК спектроскопия

| № п/п | Автор                       | Название книги / статьи                                             | Отв. редактор (для коллективных работ) | Место издания | Издательство | Год издания |
|-------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|--------------|-------------|
| 1     | Накамото К.                 | ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений |                                        | Москва        | Мир          | 1991        |
| 2     | Давыдов А.А                 | ИК-спектроскопия в химии поверхности окислов.                       |                                        | Москва        | Наука        | 1984        |
| 4     | Пентин Ю.А., Курамшина Г.М. | Основы молекулярной спектроскопии                                   |                                        | Москва        | Мир          | 2008        |

## 14. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия

| № п/п | Автор               | Название книги / статьи                                                        | Отв. редактор (для коллективных работ) | Место издания | Издательство | Год издания |
|-------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|--------------|-------------|
| 1     | Бриггс Д., Сих М.П. | Анализ поверхности методами Оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии |                                        | Москва        | Мир          | 1987        |

|   |                    |                                                                                                           |  |        |        |      |
|---|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------|--------|------|
| 2 | Ригс В., Паркер М. | Анализ поверхности методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии – в кн. Методы анализа поверхности |  | Москва | Мир    | 1987 |
| 3 | Нефедов В.И.       | Рентгеноэлектронная и фотоэлектронная спектроскопия                                                       |  | Москва | Знание | 1983 |

## 15. Использование синхротронного излучения

| № п/п | Автор        | Название книги / статьи                                        | Отв. редактор (для коллективных работ) | Место издания | Издательство | Год издания |
|-------|--------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|--------------|-------------|
| 1     | Г.В. Фетисов | Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ |                                        | Москва        | Физматлит    | 2007        |

## 16. Определение удельной площади поверхности низкотемпературной сорбцией азота

| № п/п | Автор                        | Название книги / статьи                        | Отв. редактор (для коллективных работ) | Место издания | Издательство | Год издания | Название журнала (сборника) | Том (выпуск) журнала/сборника | Номер журнала |
|-------|------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|--------------|-------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------|
| 1     | Краснов К.С., Воробьев Н.К., | Физическая химия. В 2 кн. Кн. 2. Электрохимия. | Краснов К.С.                           | Москва        | Высшая школа | 1995        |                             |                               |               |
| 2     | Байрамов В.М.                | Катализ / Уч. пособие для студ. химич.         |                                        | Москва        |              | 2000        |                             |                               |               |
| 3     |                              | Курс физической                                | Герасимов Я.И.                         | Москва        | Химия        | 1973        |                             | 1                             |               |
| 4     | Сокольский Д.В., Друзь В.А.  | Введение в теорию гетерогенного                |                                        | Москва        | Высшая школа | 1981        |                             |                               |               |

## 7.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости)

Программное обеспечение для работы с приборами, профессиональные базы данных и программы для работы с ними

## 7.3. Описание материально-технического обеспечения.

### 1. Рентгенодифракционные методы

Рентгеновский дифрактометр Rigaku D/MAX-2500.

### 2. Раман спектроскопия

Рамановский спектрометр Renishaw InVia Reflex.

### 3. Хроматография и хромато-масс спектрометрия

Газовый хроматограф Perkin Elmer Clarus 600.

**4. Электрохимические методы**

Потенциостат Solartron 1287 с анализатором частот Solartron 1255B.

**5. Масс-спектропия с индуктивно-связанной плазмой**

Атомно-эмиссионный масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Perkin Elmer ELAN 9000.

**6. Люминесцентная спектроскопия**

Люминесцентный спектрометр Perkin Elmer LS 55.

**7. Магнитные измерения**

Магнетометр типа "весы Фарадея". Индукционный магнетометр с криогенной установкой APD Cryogenics.

**8. Растровая электронная микроскопия и дифракция обратно рассеянных электронов**

Растровый электронный микроскоп Zeiss NVision 40 с системой регистрации дифракции обратно рассеянных электронов.

**9. Термический анализ**

Термоанализатор STA 409 PC Luxxs

**10. Просвечивающая электронная микроскопия**

Просвечивающий электронный микроскоп Zeiss Libra 200

**11. Растровая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ**

Растровый электронный микроскоп LEO Supra 50VP с комбинированной системой волнового и рентгеноспектрального микроанализа..

**12. Атомно-силовая микроскопия**

Атомно-силовой микроскоп NTEGRA Aura

**13. ИК спектроскопия**

ИК-спектрометр Perkin-Elmer Spectrum One

**14. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия**

Рентгеновский фотоэлектронный спектрометр Kratos Axis DLD ultra

**15. Использование синхротронного излучения**

Станция структурного материаловедения Курчатовского источника синхротронного излучения

**16. Определение удельной площади поверхности низкотемпературной сорбцией азота**

Поразиметр Quantachrome NOVA 4200e

8. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

**9. Разработчик (разработчики) программы.**

Гаршев Алексей Викторович, к.х.н.

Васильев Роман Борисович, к.х.н.,

Путляев Валерий Иванович, к.х.н.

Кнотько Александр Валерьевич, д.х.н.

Шаталова Татьяна Борисовна, к.х.н.

Елисеев Андрей Анатольевич, к.х.н.

Казин Павел Евгеньевич, д.х.н.

Яшина Лада Валерьевна, д.х.н.

Иткис Даниил Михайлович, к.х.н.

Колесник Ирина Валерьевна, к.х.н.