

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИПР  
А.Ю. Дмитриев  
« 21 » 09 2015 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕЩЕСТВА

НАПРАВЛЕНИЕ ООП: 05.04.06. Экология и природопользование  
ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ: Экологические проблемы окружающей среды  
КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ): магистр  
БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2015 г.  
КУРС 1 СЕМЕСТР 2  
КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ: 3  
КОД ДИСЦИПЛИНЫ М1.ВМ4.1.3.1

#### ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

ЛЕКЦИИ	11	часов (ауд.)
ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	33	часов (ауд.)
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	-	часов (ауд.)
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	44	час
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	64	часа
ИТОГО	108	часа

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: 3 семестр – зачет; 3 семестр – диф. зачет

ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ КАФЕДРА: «Геоэкологии и геохимии»

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ: д.г.-м.н., профессор Е.Г. Язиков

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП: д.б.н., профессор Н.В. Барановская

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ: д.г.-м.н., профессор Е.Г. Язиков

2015г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью преподавания данной дисциплины является подготовка специалистов с углубленными знаниями по изучению вещественного и элементного состава ядерно-геохимическими и электронно-микроскопическими методами. Знакомство с основными современными методами исследования элементного и вещественного состава при решении геологических и геоэкологических задач.

Для этой цели рассматриваются:

- разрушающие и неразрушающие методы анализа вещества;
- качественные и количественные анализы;
- современные методы в геологических и геоэкологических исследованиях;
- ядерно-физические методы определения химического состава;
- методы электронной микроскопии
- общая методика исследования природных объектов;
- методы пробоподготовки.

По окончании изучения данной дисциплины магистрант должен знать общие теоретические вопросы в области исследования вещественного и элементного состава природных и техногенных образований; современные ядерно-геохимическими и электронно-микроскопические методы исследования и приборную базу; освоить методики и приобрести навыки работы на современном оборудовании, имеющемся в лабораториях кафедры.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Ядерно-физические и электронно-микроскопические методы исследования вещества» относится к дисциплинам вариативной части, междисциплинарному профессиональному модулю, вариативная часть (М1.ВМ4.1) и опирается на освоенные знания и умения, полученные при изучении модуля общенаучных дисциплин «Геохимия природных сред», «Проблемы геоэкология», «Отходы и экологический риск».

Кореквизитами для дисциплины «Ядерно-физические и электронно-микроскопические методы исследования вещества» являются дисциплина профессионального цикла: «Эколого-геохимические методы и виды исследования природных сред».

## 3. Результаты освоения дисциплины

Магистрант, изучивший «Ядерно-физические и электронно-микроскопические методы исследования вещества» должен **знать** основные современные методы изучения вещественного и элементного состава

природных объектов, физическую основу методов, устройство приборов и предназначение методов изучаемых в курсе.

Студент должен **уметь**:

- выбрать методику исследований в зависимости от решаемых задач;
- правильно провести пробоподготовку;
- проанализировать полученные результаты комплексом методов.

Студент должен **владеть** методиками, которые применяются на кафедре ГЭГХ и изучаются в процессе выполнения лабораторных занятий.

В процессе изучения данной дисциплины студенты приобретают знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы. Соответствие результатов освоения дисциплины «Ядерно-физические и электронно-микроскопические методы исследования вещества» формируемым компетенциям ООП представлено в таблице.

Формируемые компетенции в соответствии с ООП*	Результаты освоения дисциплины
ОК-1, ОК-2	<p><i>В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими <b>общекультурными компетенциями</b>:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;</li> <li>- уметь логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь</li> </ul>
ПК-6, ПК-13	<p><i>В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими <b>профессиональными компетенциями</b>:</i></p> <p><i>общенаучными:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знать виды современных аналитических методов применяющихся для исследования природных объектов,</li> <li>- знать теоретические основы методов исследования вещественного и элементного состава,</li> <li>- быть способным понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области экологии и природопользования</li> </ul>

\*Расшифровка кодов результатов обучения и формируемых компетенций представлена в ФГОС ВПО по направлению подготовки бакалавров по направлению 05.04.06 «Экология и природопользование»

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Содержание разделов дисциплины

**Тема 1. Введение. Цели и задачи курса. Метрологические основы аналитических работ.** Методы исследования вещества (структура курса). Классификации методов. Разрушающие и неразрушающие методы исследования. Метрологические основы контроля качества аналитических

работ. Достоверность. Стандартные образцы состава. Типы погрешностей. Метрологические характеристики аналитических работ.

**Тема 2. Подготовка проб для аналитических и минералогических исследований.** Подготовка материала к анализу. Организация аналитического опробования. Понятие представительности. Дробление, истирание, расситовка, квартование. Предупреждения ошибок, вызванных загрязнением пробы. Изготовление шлифов, аншлифов, брикетов и других препаратов. Этапы и основы методики изготовления. Современные приборы для шлифовки и полировки. Изготовление шлифов и аншлифов. Подготовка объектов для растровой электронной микроскопии. Изготовление иммерсионных препаратов. Подготовка пробы для качественного микрохимического анализа. Основные стадии подготовки проб.

**Тема 3. Методы электронной микроскопии.** Общие сведения об электронной микроскопии. Определение электронной микроскопии. Разновидности электронных микроскопов. Классы электронных микроскопов и их разрешающие способности. Просвечивающая электронная микроскопия. Определение просвечивающей электронной микроскопии. Физически основы методики просвечивающей электронной микроскопии. Устройство и принципы работы просвечивающего электронного микроскопа. Растровая электронная микроскопия. Определение растровой электронной микроскопии. Физически основы методики растровой электронной микроскопии. Устройство и принципы работы растрового электронного микроскопа. Электронно-зондовый микроанализ. Задачи, которые позволяет решать электронно-зондовый микроанализ. Оборудование, используемое при электронно-зондовом микроанализе.

*Лабораторная работа 1.* Исследование вещества методом растровой электронной микроскопии.

#### **Тема 4. Радиографические методы.**

Сущность радиографических методов. Виды радиографии. Методы обнаружения следов от заряженных частиц и многозарядных ионов. Типы детекторов, применяемых для фиксации треков. Макро- и микро-радиография. Виды детекторов, применяемых в макрорадиографии. Методика макрорадиографических исследований на фотопластинках и на рентгеновской пленке. Задачи, решаемые методами макрорадиографии. Микрорадиография. Виды микрорадиографии и решаемые задачи. Основные виды детекторов, применяемых для микрорадиографии. Методика f-радиографии на лавсановой пленке. Подготовка препаратов для исследования. Подсчет числа треков. Определение характера распределения и концентрации элемента в минералах, горных породах и рудах.

*Лабораторная работа 2.* Определение характера распределения и содержания радиоактивных элементов в минералах методом осколочной радиографии (f-радиографии).

**Тема 5. Активационные методы.** Понятие активационного анализа. Источники нейтронов. Нейтронно-активационный анализ. Определение нейтронно-активационный анализ и его разновидности. Методика

нейтронно-активационный анализа. Полупроводниковые детекторы. Метод запаздывающих нейтронов. Определение и основные принципы методики. Характеристики метода. Радиохимический анализ. Определение. Специфические особенности радиохимических методов. Разновидности метода.

*Лабораторная работа №3* Определение элементного состава нейтронно-активационным анализом и методом запаздывающих нейтронов.

#### **Тема 6. Радиометрические методы.**

Виды радиометрических методов.  $\gamma$ -метод.  $\beta$ -метод.  $\alpha$ -метод. Современная приборная база. Полевые и стационарные радиометрические методы.

*Лабораторная работа 4.* Определение радиоактивных элементов методом  $\alpha$ -спектрометрии.

### **4.2. Структура дисциплины по разделам и формам организации обучения**

	Название раздела/темы	Аудиторная работа, час			СРС (час)	Контр. раб	Итого
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. зан			
1	Введение. Цели и задачи курса. Метрологические основы аналитических работ	1			4		5
2	Подготовка проб для аналитических и минералогических исследований	1		4	10		15
3	Методы электронной микроскопии	3		8	20		31
4	Радиографические методы	3		8	10		21
5	Активационные методы	1		6	10		17
6	Радиометрические методы	2		7	10		19
	<b>Итого:</b>	<b>11</b>		<b>33</b>	<b>64</b>		<b>108</b>

### **5. Образовательные технологии**

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности бакалавров для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

#### **Методы и формы организации обучения**

Методы активизации деятельности	Формы организации обучения			
	ЛК	Лабораторная работа	СРС	К. пр.
Дискуссия	х	х		х

IT-методы	х		х	х
Работа в команде		х	х	
Опережающая СРС	х	х	х	х
Индивидуальное обучение		х	х	х
Обучение на основе опыта	х	х		х
Проблемное обучение		х	х	х
Поисковый метод			х	
Исследовательский метод		х	х	х

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных и интерактивных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных работ с использованием лабораторной базы кафедры, коллекций, атласов, специальной литературы, выполнение проблемно-ориентированных индивидуальных заданий.
- выполнение курсовой исследовательской работы по проблемной теме

## **6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)**

**6.1 Текущая СРС** направлена на углубление и закрепление знаний, а также на развитие практических умений.

Текущая СРС включает следующие виды работ:

- работа с учебной и научной литературой по теоретическим разделам курса, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме. Углубленное изучение отдельных вопросов теории курса или теоретических основ некоторых специальных методов лабораторного исследования минерального вещества.
- индивидуальные задания по всем разделам курса, с введенными задачами повышенной сложности.
- подготовка к выполнению проверочных и контрольных работ;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- изучение коллекций необходимых для выполнения лабораторных занятий;
- подготовке к экзамену.
- выполнение курсовой работы с углубленным изучением методов исследования вещественного материала.

**6.2 Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)** направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов и заключается в поиске, анализе и презентации материалов по заданным темам рефератов.

**6.2.1. Перечень тем для самостоятельной работы:**

- 1 Классификации методов исследования вещественного состава
- 2 Методы пробоподготовки для различных аналитических методик
- 3 Метод радиографических исследований.
- 4 Радиометрические методы.
- 5 Электронная микроскопия.
- 6 Активационные методы

**6.3 Курсовая работа.**

Курсовая работа имеет своей целью развить у студентов способности самостоятельно вести исследования вещественного состава природных объектов различными методами анализа.

Задачи курсовой работы сводятся к решению конкретной задачи по изучению определенного природного объекта. Студенты под руководством преподавателя решают вопрос исследования вещества, используя весь комплекс лабораторных методов, в том числе с использованием лабораторных установок кафедры (ДРОН-3М, LMA-10, Hitachi S3400N, Axioskop 40 A, Leica EZ4D, Флюорат-02-Панорама, РА 915+, Хроматэк-Кристалл 5000, OSTRPL-U0450) и других подразделений института.

Успешное выполнение курсовой работы возможно при условии знания студентами минералогии, петрографии, геохимии, генетических типов месторождений полезных ископаемых, методов петрографических и минераграфических исследований.

Базой для составления курсовой работы служат реальные материалы, собранные магистрантами в процессе прохождения производственной практики, а также материалы кафедры, по которым совместно со студентами ведутся научно-исследовательские работы.

Студенты-заочники, не имеющие возможности по характеру своей производственной деятельности собрать необходимые материалы для выполнения курсовой работы, могут получить также материалы на кафедре.

**Примерные темы курсовых работ:**

- 1 Геохимическая характеристика углей шахты (угольного бассейна, пласта);
- 2 Изучения вещественного состава продуктов сжигания углей шахты (угольного бассейна, пласта);
- 3 Изучение вещественного состава отходов производства;
- 4 Геохимическая оценка загрязнений территории по результатам исследования снеговых проб;

- 5 Геохимическая характеристика участка работ по результатам исследования почвенных проб;
- 6 Изучение вещественного и элементного состава накипи;
- 7 Исследования методом f-радиографии почечных камней;
- 8 Изучение элементного состава крови и волос человека;
- 9 Изучение вещественного состава руд методом электронной микроскопии
- 10 Изучение элементного состава методом ИНАА;

### **6.3 Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы осуществляется в виде двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

## **7. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины (фонд оценочных средств)**

Контроль знаний студентов по дисциплине осуществляется по 2 видам: текущий и промежуточный.

Текущий контроль приучает студентов к систематической работе по изучаемой дисциплине и позволяет определить уровень усвоения студентами теоретического материала. Он осуществляется в виде контрольных и проверочных работ, тестовых опросов. Оценка знаний при текущем контроле проводится в соответствии с рейтинг-планом по дисциплине.

Промежуточная аттестация – в соответствии с учебным планом: 2 семестр – зачет; 2 семестр – диф. зачет.

### **7.1. Вопросы рубежных контрольных работ**

1. Рубежный контроль проводится в виде контрольной работы (1 час занятия) в середине семестра, целью его является проверка пройденного материала.

#### **Вариант 1**

1. Структура методов исследования.
2. Основные отличия методов макрорадиографии и микрорадиографии.
3. Методы исследования фазового состава

#### **Вариант 2**

1. Методы исследования элементного состава.
2. Основные узлы и агрегаты осветительной системы электронного микроскопа.
3. Методы пробоподготовки используемые для ИНАА

#### **Вариант 3**

1. Методика осколочной радиографии (f-радиография).
2. Основные отличия растрового и просвечивающего электронных микроскопов.
3. Основные методы радиометрических исследований

#### **Вариант 4**

1. Методика альфа-спектрометрических исследований.
2. Метод электронной микроскопии, применяемый на кафедре ГЭГХ ИГНД.
3. Метод запаздывающих нейтронов.

#### **Вариант 5**

1. Основные этапы пробоподготовки для аналитических методов.
2. Радиографические методы, применяемые на кафедре ГЭГХ ИГНД.
3. Виды  $\gamma$ -спектрометрических исследований.

#### **Вариант 6**

1. Классификация методов исследования.
2. Активационные методы, применяемые на кафедре ГЭГХ ИГНД.
3. Энерго-дисперсионные спектрометры.

#### **7.3. Примеры вопросов для зачета**

1. Методы изучения фазового состава природных объектов.
2. Методы  $\alpha$ -спектрометрии.
3. Методы изучения элементного состава природных объектов.
4. Растровая электронная микроскопия.
5. Качественный и количественный методы анализа.
6. Разрушающие и неразрушающие методы исследования.
7. Просвечивающая электронная микроскопия.
8. Классификации методов исследования.
9. Достоверность результатов анализа.
10. Электронно-зондовый микроанализ.
11. Дать характеристику разрушающим методам исследования и привести примеры.
12. Методы  $\gamma$ -спектрометрии.
13. Дать характеристику неразрушающим методам исследования и привести примеры.
14. Нейтронно-активационный анализ.
15. Основные метрологические характеристики аналитических работ.
16. Метод запаздывающих нейтронов.
17. Методы электронной микроскопии.
18. Осколочная радиография (f-радиография).
19. Радиографические методы.
20. Макрорадиография.
21. Активационные методы.
22. Радиометрические методы.
23. Микрорадиография.

#### **8. Рейтинг качества освоения дисциплины**

В соответствии с рейтинговой системой\* текущий контроль производится ежемесячно в течение семестра путем балльной оценки качества освоения теоретического материала. Текущий контроль для магистрантов осуществляется по результатам краткого письменного опроса перед началом лекции по материалам предыдущего занятия и результатам практической деятельности. Зачет проводится в конце семестра путем балльной оценки. Диф. зачет проводится в конце курса в 2 семестре также путем балльной оценки. Итоговый контроль результатов изучения дисциплины складывается из суммы баллов по результатам текущего контроля (баллов), подготовки и защиты курсовой работы (баллов) и зачета (баллов). Максимальная сумма баллов – 100.

\*– рейтинг-план освоения дисциплины в течение семестра см. в приложении.

## **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Основная**

1. Исаенко М.П., Афанасьева Е.Л. Лабораторные методы исследования руд. – М.: Недра, 1992.
2. Лазерный спектральный микроанализ: Методическое руководство по работе на ЛМА-10 с использованием МАЭС. – Томск: Изд-во ТПУ, – 2003. – 52 с.
3. Методы исследования радиоактивных руд и минералов: учебное пособие / А.В. Волостнов – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007. – 160 с.
4. Методы лабораторного исследования вещественного состава руд и диагностические свойства промышленно-ценных рудных минералов в отраженном свете: учебное пособие / С.В. Воробьева; Томский политехнический университет (ТПУ) – Томск : Изд-во ТПУ, 2008 – 164 с.
5. Рид С.Дж.Б. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии. – М.: Техносфера, 2008. – 232 с.
6. Синдо Д. Оикава Т. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия. – М.: Техносфера, 2006. –256 с.
7. Язиков Е.Г. Минералогия урана: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 223 с.

### **Дополнительная**

1. Жуковский А.Н. Высокочувствительный рентгенофлуоресцентный анализ с полупроводниковыми детекторами. – М.: Химия, – 1991. – 159 с.
2. Косовец Ю.Г., Ставров О.Д. Локальный спектральный анализ в геологии. – М.: Недра, 1983. –103 с.
3. Синдо Д. Оикава Т. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия. – М.: Техносфера, 2006. –256 с.

4. Фролов В.В. Ядерно-физические методы контроля делящихся веществ. – М.: Энергоатомиздат, – 1989. – 184 с.

### **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебно-методическое обеспечение включает в себя наличие учебной литературы, имеющейся на кафедре и в библиотеке, коллекции рудных минералов, шлихообразующих минералов, спектрограмм, дифрактограмм, термограмм. На кафедре имеются новейшие микроскопы марки ПОЛАМ, Axioskop 40 A, позволяющие исследовать шлифы, аншлифы в проходящем и отраженном свете, биноккулярные стереоскопические микроскопы, Leica EZ4D для изучения вещества в боковом свете, люминесцентные приборы, рентгеноструктурный прибор ДРОН-3М, лазерный микроанализатор ЛМА-10 для спектрального анализа, два компьютерных класса, электронный микроскоп Hitachi S3400N для диагностики микроструктуры вещества, Лабораторный альфа-спектрометр ОРТЕС ОСТPL-U0450, весы электронные GH-120X0.1 мг, GF-210X0.001 г, спектрофотометр “Флюорат-02 Панорама” с приставкой “Крио-2, ртутный анализатор РА-915+, а также при кафедре существует «Ядерно-геохимическая лаборатория».

Лекционный курс сопровождается демонстрацией материалов в электронном виде (мультимедийная техника).

---

Программа составлена на основе ООП и ФГОС ВО по направлению 05.04.06 «Экология и природопользование».

Программа одобрена на заседании кафедры ГЭГХ ИПР (протокол № 28 от «22» июня 2015 г.).

Автор: Язиков Е.Г.  
Рецензент Арбузов С.И.