

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого
Уральского отделения Российской академии наук
(ИГГ УрО РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИГГ УрО РАН

Д.Г.-М.Н., профессор РАН

Д.А. Зедгенизов

2023 г.



Рабочая программа дисциплины
ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
МИНЕРАЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА

основной образовательной программы подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
по направлению 1.6. – Науки о Земле и окружающей среде

Екатеринбург

2023

Рабочая программа составлена на основании Федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (Приказ Минобрнауки РФ от 20.10.2021 г. N 951), Приказа Минобрнауки РФ от 24.08.2021 г. N 786 «Об установлении соответствия направлений подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) научным специальностям, предусмотренным номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной Приказом Минобрнауки РФ от 24.02.2021 г. N 118»; Приказа Минобрнауки РФ от 24.02.2021 г. N 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное Приказом Минобрнауки РФ от 10.11.2017 г. N 1093».

Составители рабочей программы:

ведущий научный сотрудник,
кандидат физико-математических наук, доцент



Ю.В. Щапова

научный сотрудник,
кандидат химических наук



Е.А.Панкрушина

Рабочая программа одобрена Ученым Советом ИГГ УрО РАН

« 27 » октябрь 20 23 г.,

протокол № 7

Председатель Ученого Совета,
Д.г.-м.н., профессор РАН



Д.А.Зедгенизов

1. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Данная дисциплина относится к модулю факультативных дисциплин программы аспирантуры по научной по направлению 1.6. – Науки о Земле и окружающей среде

2. Требования к уровню подготовки, необходимому для освоения курса

Содержание дисциплины базируется на базовых теоретических знаниях по петрологии, минералогии, геохимии, рудообразованию, химии, физике в объеме вузовских курсов.

3. Образовательные технологии

Лекции, семинар, индивидуальные консультации, самостоятельная работа

4. Объем дисциплины и ее структура

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачётных единиц (72 часа)

№	Наименования и краткое содержание разделов	Трудоемкость (ак. часы)		
		всего	в том числе	
			контактная работа (лекции, семинары, консультации)	самостоятельная работа
1	Введение	4	2	2
2	Сканирующая электронная микроскопия	4	2	2
3	Инфракрасная Фурье спектроскопия	4	2	2
4	Спектроскопия комбинационного рассеяния света	4	2	2
5	Электронно-зондовый рентгеноспектральный микроанализ	4	2	2
6	Термический анализ	4	2	2
7	Атомно-эмиссионная спектрометрия в индуктивно-связанной плазме	4	2	2
8	Атомно-абсорбционная спектрометрия	4	2	2
9	Элементная и изотопная масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой	4	2	2
10	Рентгенофлуоресцентный анализ	4	2	2
11	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия	4	2	2
12	Люминесцентная спектроскопия	4	2	2
13	Дифракция обратно-рассеянных электронов	4	2	2
14	Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса	4	2	2
15	Семинар по практическому применению физических и химических методов исследования для решения геологических задач	16	2	14
	Всего	72	30	42
Текущая аттестация - зачет				

5. Содержание дисциплины

1. Введение

Определение физических и химических методов анализа. Классификация методов исследования и анализа. Методы элементного, изотопного, структурного анализа, спектроскопии, используемые в Институте геологии и геохимии УрО РАН.

2. Сканирующая электронная микроскопия

Электронная микроскопия, электронные микроскопы. Основные направления электронной микроскопии: трансмиссионная (просвечивающая), растровая (сканирующая) и т.д. Схемы устройств. Основные понятия (электронный луч, разрешающая способность, светлостойкое и темнотное изображения, хроматическая абберация, контрастирование, отклонение, сканирование, развертка и т.д.). Перспективные направления развития ТЭМ и РЭМ.

3. Инфракрасная Фурье и КР спектроскопия

Основные отличия атомной и молекулярной спектроскопии. Отличия валового анализа от локального. Принципиальная схема ИК-спектрометра. ИК-спектры и их расшифровка. Принцип построения градуировочного графика. Диапазоны ИК области. Гармонический осциллятор. Качественный анализ в ИК спектроскопии. Типы движений молекул. Локальность КРС. Источники первичного излучения в ИК и КР спектроскопии. Причины вариаций длины волны первичного излучения. Правило отбора ИК спектроскопии. Дипольный момент. Релеевское рассеяние. Виртуальное состояние. Стоксова и антистоксова область. Пробоподготовка для ИК и КРС. Область применения колебательной спектроскопии.

5. Электронно-зондовый рентгеноспектральный микроанализ

Физические принципы электронно-зондового микроанализа. Принципиальная схема. Сканирование. Схема построения растрового изображения. Качественно-количественный анализ на энергодисперсионной приставке. Волновые спектрометры. Пробоподготовка. Режимы работы микроанализатора SX 100 (во вторичных электронах, в обратно-рассеянных электронах, режим катодoluminesценции). Применение электронно-зондового микроанализа в минералогии.

6. Термический анализ

Термический анализ (термография). Сущность метода. Термоактивные, термоинертные вещества. Эндотермические и экзотермические эффекты. Принципиальная схема установки для ДТА (дифференциальной термоанализа). Термогравиметрическая (ТГ), дифференциальная термогравиметрическая кривая (ДТГ), дифференциально-термическая (ДТА) и температурная (Т) кривые.

7. Атомно-эмиссионная спектрометрия в индуктивно-связанной плазме

Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Механизм возбуждения спектра. Принципиальная схема спектрометра. Источники возбуждения спектров (тепловые или термические, электрические). Вид электродов, применяемых при анализе. Спектроскопические буферы. Классификация спектральных приборов. Методы наблюдения и регистрации спектров (визуальные, фотографические, фотоэлектрические). Регистрация спектров с использованием линейных фотоприемников с зарядовой связью (ПЗС-линейки). Качественный и количественный анализ. Преимущества атомно-эмиссионной спектрометрии для анализа минерального сырья. Недостатки метода.

8. Атомно-абсорбционная спектрометрия

Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Механизм возбуждения спектра. Правило Уолша. Принципиальная блок-схема атомно-абсорбционного спектрометра. Источники резонансного излучения. Атомизаторы, их преимущества и недостатки. Основные этапы аналитического процесса. Градуировка. Преимущества и недостатки метода.

9. Элементная и изотопная масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой

Геохимия изотопов и абсолютная геохронология, методы анализа абсолютного возраста пород и минералов. Масс-спектральный анализ. Основная блок-схема масс-спектрометра. Устройства ввода пробы. Способы получения ионов (источники). Масс-анализаторы: статические (с циклоидальной фокусировкой, двойная фокусировка в магнитном и электрическом полях), динамические (радиочастотные, омегатронные, квадрупольные, времяпролетные). Детекторы ионов (фотоумножители, электронные умножители, цилиндр Фарадея, вакуумные электронно-множительные трубки, каналные ченнелтроны). Лазерная абляция. Достоинства и недостатки масс-спектральных методов анализа. Основные области применения.

10. Рентгенофлуоресцентный анализ

Рентгеновское излучение. Физические основы РФА, возникновение рентгеновского спектра. Рентгеновская трубка. Спектр, разложение излучения в спектр. Кристалл-анализатор. Детектирование излучения. Рентгенофлуоресцентные спектрометры (волнодисперсионные, энергодисперсионные), преимущества и недостатки. Типы приборов: спектрометры последовательного действия (со «сканирующим каналом»), квантометры (спектрометры с фиксированными «каналами»), их преимущества и недостатки. Качественный, количественный и полуколичественный анализы. Подготовка проб к анализу. Достоинства и недостатки рентгенофлуоресцентного анализа.

11. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС)

Определение РФЭС и место среди других видов спектроскопии по соотношению чувствительности и локальности. Историческая справка. Физические основы метода. РФЭС – метод анализа поверхностных слоев твердого тела. Экспериментальная техника. Области применения. Примеры применения в химии, минералогии, материаловедении

12. Люминесцентная спектроскопия

Определение люминесценции. Классификация люминесценции (по типу возбуждения, механизму преобразования энергии, временным характеристикам свечения). Механизм возбуждения люминесценции. Основные характеристики люминесценции (спектроскопические, кинетические, выход и интенсивность люминесценции). Люминесцентные микроскопы, принципиальная схема. Применение люминесценции. Като�олюминесценция.

13. Дифракция обратно-рассеянных электронов

Основное назначение метода. Принцип работы метода дифракции отраженных электронов в реализации на сканирующем электронном микроскопе: формирование и регистрация дифракционного изображения. Элементы дифракционных изображений и их интерпретация: темные и светлые полосы, узлы, угловая ширина полос Кикучи. Индицирование картин электронной дифракции, преобразование Хафа. Алгоритм поиска решения в анализе дифракционных изображений Кикучи – определения фазы и ее ориентации. Подготовка образцов для исследований.

14. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса

Парамагнетизм. Эффект Зеемана. Сущность метода ЭПР. Парамагнитные центры. Спектрометры ЭПР. Простейшая установка для регистрации ЭПР. Характеристики спектров ЭПР (амплитуда сигнала, ширина линии, g-фактор, тонкая структура спектров ЭПР, сверхтонкая структура). Применение метода ЭПР.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Алесковский В.Б. и др. Физико-химические методы анализа. Л.: Химия, 1988.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия (в 2-х томах). М.: Высшая школа, 1989.
3. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. М.: Высшая школа, 1991. – 256 с.
4. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Учебник для вузов. В 2-х кн. Кн.1. Общие вопросы. Методы разделения. М.: Высшая школа, 2004. – 361 с.
5. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Учебник для вузов. В 2-х кн. Кн. 2. Методы химического анализа. М.: Высшая школа, 2004. – 503 с.
6. Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа. Пер. с англ. М.: Мир, 1989.
7. Дерффель К. Статистика в аналитической химии. Пер. с нем. М.: Мир, 1994.
8. Кунце У., Шведт Г. Основы качественного и количественного анализа. Пер. с нем. М.: Мир, 1997.

Дополнительная литература (по методам анализа)

Оптическая (ОМ), сканирующая электронная (СЭМ) и сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ)

9. Тимченко Е.В., Тимченко П.Е. Цифровая оптическая микроскопия: учеб. пособие Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2015. 104 с.
10. С.Дж.Б. Рид Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии. Техносфера, Москва, 2008 г., 232 с.
11. Парфенов В. А. Атомно-силовая микроскопия и ее применения в науке, технике и реставрации. Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ» № 9/2015. сс. 61-70
12. Миронов В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии Учебное пособие для студентов старших курсов высших учебных заведений. Нижний Новгород.: издательство Института физики микроструктур, 2004 г., 114 с.
13. Морозов И. А. Современные проблемы механики. Теория и практика атомно-силовой микроскопии [Электронный ресурс] : учебное пособие. Пермь.: издательство Пермского государственного национального исследовательского университета, 2020, 108 с.

Инфракрасная Фурье и рамановская спектроскопия

15. Колесов, Б. А. (2009). *Раман-спектроскопия в неорганической химии и минералогии*. Изд-во Сибирского отделения Российской акад. наук.
16. Chukanov, N. V., Vidasina, M. F., Chukanov, N. V., & Vidasina, M. F. (2020). *Raman spectra of minerals* (pp. 741-1255). Springer International Publishing.
17. Burke, E. A. (2001). Raman microspectrometry of fluid inclusions. *Lithos*, 55(1-4), 139-158.
18. Williams, Q. (2013). Infrared, Raman and optical spectroscopy of Earth materials. *AGU Reference Shelf*, 2, 291-302.

19. Nasdala, L. U. T. Z., Smith, D. C., Kaindl, R., & Ziemann, M. A. (2004). Raman spectroscopy: analytical perspectives in mineralogical research.

Термический анализ

20. Иванова В.П., Касатов Б.К., Красавина Т.Н., Розина Е.Л. Термический анализ минералов и горных пород. Л., «Недра», 1974, 399 с.
21. Емелина А.Л. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Лаборатория химического факультета, МГУ 2009, 42 с.
22. Топор Н.Д., Огородова Л.П., Мельчакова Л.В. Термический анализ минералов и неорганических соединений. Издательство МГУ, 1987, 190 с.
23. Термоаналитические исследования в современной минералогии. Отв. Редактор Г.О.
24. Пилоян. М. Наука, 1970,
25. Берг Л.Г. Введение в термографию. Издательство «Наука», 1969, 395 с.
26. Шестак Я. Теория термического анализа: Физико-химические свойства твердых неорганических веществ /Я. Шестак; пер. с англ. – М. : Мир, 1987. – 456 с.

Атомно-эмиссионная спектроскопия в индуктивно-связанной плазме

29. Дробышев А.И. Основы атомного спектрального анализа СПб: СПГУ, 2000. 200 с.
30. Пупышев А.А., Данилова Д.А. Атомно-эмиссионный спектральный анализ с индуктивно связанной плазмой и тлеющим разрядом по Гримму. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2002. 202 с.

Атомно-абсорбционная спектроскопия

31. Львов Б. В. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. М.: 1966.
32. Пупышев А.А. Практический курс атомно-абсорбционного анализа: Курс лекций. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2003. – 442 с.

Элементная и изотопная масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой

33. Thomas R. Practical guide to ICP-MS. A tutorial for beginners. Third edition. CRC press. 2013. 446 p.
34. Пупышев А.А., Сермягин Б.А. Дискриминация ионов по массе при изотопном анализе методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ. 2006. 132 с
35. Tanner S.D., Baranov V.I., Bandura D.R. Reaction cells and collision cells for ICP-MS: a tutorial review // Spectrochim. Acta. Part B. 2002. V. 57. P. 1361-1452
36. Turekian, K.K. & Holland, H.D. (2013). Treatise on Geochemistry: Second Edition. Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry. Third Edition. Editors-in-Chief: John C. Lindon, George E. Tranter and David W. Koppenaal

Рентгенофлуоресцентный анализ

37. Ревенко А.Г. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ природных материалов. Новосибирск: ВО «Наука», 1994. 264 с.
38. Н.Ф.Лосев, А.Н.Смагунова. Основы рентгеноспектрального флуоресцентного анализа. Москва, «Химия», 1982, 208 с.

Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия

39. Зигбан К., Нордлинг К., Фальман А. и др. Электронная спектроскопия. М.: Мир, 1971.
40. Нефедов В. И., Черепин В. Т. Физические методы исследования поверхности твердых тел. М.: Наука, 1983.
41. Мазалов Л.Н. Рентгеноэлектронная спектроскопия и ее применение в химии. Соросовский образовательный журнал, 2000, Т.6 , № 4, с. 37-44.

42. Кузнецов М.В. Современные методы исследования поверхности твердых тел: фотоэлектронная спектроскопия и дифракция, СТМ-микроскопия. Екатеринбург, Институт химии твердого тела УрО РАН, 2010 г.
43. Основы анализа поверхности твердых тел методами атомной физики: учебное пособие / Н.Н. Никитенков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 203 с.
44. Shchapova Yu.V., Zamyatin D.A., Votyakov S.L., Zhidkov I.S., Kuharenko A.I., Cholakh S.O. Short-range order and electronic structure of radiation-damaged zircon according to X-ray photoelectron spectroscopy. *Physics and Chemistry of Minerals*. 2020, 47, 51. doi: 10.1007/s00269-020-01120-8

Люминесцентная спектроскопия

45. Люминесценция твердых тел: учебное пособие / В.А. Пустоваров. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 128 с.
46. Марфунин А.С. Спектроскопия, люминесценция и радиационные центры в минералах. М.: Недра, 1975. – 327 с.
47. Götze, J. Application of cathodoluminescence microscopy and spectroscopy in geosciences / J. Götze // *Microscopy and Microanalysis*. – 2012. – Т. 18. – №. 6. – С. 1270

Дифракция обратно-рассеянных электронов

48. Метод дифракции отраженных электронов в материаловедении. Под ред.
49. А.Шварца, М. Кумара, Б. Адамса, Д.Филда. Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2014. 544с.
50. Vonlanthen P. EBSD-based investigations of upper mantle xenoliths, snowball garnets and advanced ceramics. *GeoFocus*, 2007, V. 18, pp. 1-114

Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса

51. Д. Вертц, Д. Болтон. Теория и практические приложения метода ЭПР. “Мир”, М., 1975.
52. А. Керрингтон, Э. Мак-Лечлан. Магнитный резонанс и его применение в химии. “Мир”, М., 1970.

7. Примеры вопросов к экзаменам в рамках текущей аттестации

Сканирующая электронная микроскопия

1. Сравнительная характеристика методов по сканирующей электронной и оптической микроскопии по принципу формирования изображений, получаемой информации и размерности объектов, доступных для изучения.
2. Разрешающая способность микроскопа и способы ее повышения. Преимущества и ограничения методов.
3. Области применения методов сканирующей электронной и оптической микроскопии и задачи, решаемые с помощью этих методов.
4. Особенности пробоподготовки для исследования.

Инфракрасная Фурье и КР спектроскопия

5. Молекулярная и атомная спектроскопия. Основные отличия атомной и молекулярной спектроскопии. Отличия валового анализа от локального.
6. Типы движения молекул, правила отбора.
7. Локальность КРС. Источник первичного излучения.
8. Правило отбора ИК спектроскопии. Дипольный момент. Диапазоны ИК области. Гармонический осциллятор.
9. Области применения и задачи, решаемые методами колебательной спектроскопии.
10. Пробоподготовка.

Электронно-зондовый рентгеноспектральный микроанализ

11. Место электронно-зондового микроанализа (ЭЗМА) в ряду других аналитических методов (аналитической сканирующей микроскопией, масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой и лазерной абляцией).
12. Задачи, решаемые методом ЭЗМА. Преимущества и ограничения метода.
13. Процедура микроанализа и подготовка к нему (кристаллы-анализаторы, пределы обнаружения и погрешности измерений, проблема наложения аналитических линий, элементное картирование).
14. Особенности пробоподготовки.

Термический анализ

15. Общая характеристика метода: физические основы, виды термических эффектов.
16. Отличия методов ДТА, ДСК и ТГМ (термогравиметрия).
17. Области применения метода.

Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектрометрия

18. Сравнительная характеристика методов: механизм и источники возбуждения спектра, схема аналитического процесса, требования к лабораторной пробе, особенности подготовки проб для анализа.
19. Области применения, преимущества и ограничения методов АЭС и ААС

Элементная и изотопная масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой

20. Физические основы масс-спектрометрии.
21. Области применения.
22. Процедура подготовки к масс-спектрометрическому анализу: способы ионизации в зависимости от задачи исследования, устройства ввода жидких и твердых проб.
23. Типы масс-анализаторов.
24. Преимущества и ограничения методов.

Рентгенофлуоресцентный анализ

25. Рентгеновское излучение. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом, тормозное и характеристическое рентгеновское излучение.
26. Виды РФА (качественный, количественный, полуколичественный). Рентгенофлуоресцентные спектрометры: виды, принцип работы. Подготовка проб для анализа.
27. Преимущества и ограничения метода РФА.

Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия

28. Основные задачи РФЭС и ее место среди других видов спектроскопии. Физические основы метода РФЭС
29. Глубина анализа методом РФЭС и определяющие ее факторы. Требования к состоянию (чистоте) поверхности при анализе методом РФЭС и способы ее подготовки (очистки).
30. Химический сдвиг и возможность определения степени окисления и координации элементов в соединениях методом РФЭС.
31. Области применения, преимущества и ограничения метода РФЭС

Люминесцентная спектроскопия

32. Определение, отличие от теплового излучения, классификация по способу возбуждения, длительности и механизму элементарного процесса.
33. Области применения методов исследования, основанных на люминесценции.

34. Анализ диаграммы Яблонского (что она иллюстрирует, пути возврата из возбужденного состояния в основное, синглетный/триплетный уровни).
35. Кинетика затухания люминесценции, закон Стокса.
36. Тушение люминесценции: определение и механизмы (концентрационное и тушение посторонними веществами).

Дифракция обратно-рассеянных электронов

37. Основное назначение метода. Какие данные с использованием этого метода можно получить при исследовании поли- и монокристаллических материалов?
38. Принцип работы метода дифракции отраженных электронов в реализации на сканирующем электронном микроскопе: формирование и регистрация дифракционного изображения.
39. Элементы дифракционных изображений и их интерпретация: темные и светлые полосы, узлы, угловая ширина полос Кикучи. Индексирование картин электронной дифракции, преобразование Хафа.
40. Алгоритм поиска решения в анализе дифракционных изображений Кикучи – определения фазы и ее ориентации.
41. Подготовка образцов для исследований.

Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса

42. Эффект Зеемана. Сущность метода ЭПР.
43. Парамагнитные центры.
44. Спектрометры ЭПР. Простейшая установка для регистрации ЭПР.
45. Характеристики спектров ЭПР (амплитуда сигнала, ширина линии, g-фактор, тонкая структура спектров ЭПР, сверхтонкая структура).
46. Применение метода ЭПР.

8. Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации по дисциплине

С целью оценки уровня знаний на экзамене используется следующая матрица:

Оценка	Критерий
Отлично	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию аспиранта. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные аспирантом самостоятельно в процессе ответа.
Хорошо	Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1-2 ошибки в определении основных понятий, которые аспирант затрудняется исправить самостоятельно.
Удовлетворительно	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Аспирант не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Аспирант может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.
Неудовлетворительно	Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Аспирант не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа аспиранта не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

Оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», констатирует (фиксирует) успешное прохождение текущей аттестации аспирантом.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

№	Изменение	На учебный год	Подпись, дата	Утверждение
1				