

**федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет ИТМО»  
(Университет ИТМО)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
\_\_\_\_\_ В.О. Никифоров  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.  
М.П.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Методы физико-химического анализа**

**Группа научной специальности:** 1.6. Науки о земле и окружающей среде

**Научная специальность:** 1.6.21. Геоэкология

**Форма обучения:** Очная

Санкт-Петербург  
2022 г.

Рабочая программа составлена на основании Требований к программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, самостоятельно устанавливаемых федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»:

Код и наименование группы научной специальности	Реквизиты приказа об утверждении Требований Университета ИТМО
1.6. Науки о земле и окружающей среде	Приказ ректора №325-од от 31.03.2022 Решение Научно-Технического совета №12 от 28.03.2022

Программу разработал: Тамбулатова Е.В., к.т.н.

Программа одобрена на заседании НТС Университета ИТМО протокол №12 от 28.03.2022 года.

**Место дисциплины в структуре учебного плана:**

Блок 2, Образовательный компонент

**Форма обучения:** очная

**Год обучения:** 2

**Семестр:** 3

**Форма аттестации:** экзамен

Вид деятельности	Семестр
	3
Занятий в контактной форме, час.	20
из них лекции, час.	8
из них научно-практических занятий, час.	8
из них промежуточной аттестации (включая консультации), час.	4
Самостоятельная работа, час.	124
Всего часов	144
Всего зачетных единиц	4

## Аннотация к рабочей программе дисциплины «Методы физико-химического анализа»

Дисциплина «Методы физико-химического анализа» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по группе научной специальности «Науки о земле и окружающей среде» по очной форме обучения на русском языке.

### Разделы рабочей программы

1. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры.
2. Планируемые результаты обучения по дисциплине.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Текущий контроль и промежуточная аттестация.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины.
7. Фонды оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации.

#### 1. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Методы физико-химического анализа» реализуется в третьем семестре в рамках Образовательного компонента Блока 2. Данная дисциплина создает системное научное знание в профессиональной области обучающегося, формирует знания об анализе объектов окружающей среды, принципы мониторинга загрязнений окружающей среды, формирует умение правильно формулировать измерительные задачи, выбирать методы и средства измерения, обеспечивающие ее решение, осуществлять выбор метрологического обеспечения, использовать методики качественного и количественного анализа загрязнений окружающей среды.

#### 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Дисциплина «Методы физико-химического анализа» направлена на **компетенции УК-1:** способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, **компетенции УК-3:** готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач, **компетенции УК-5:** способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, **компетенции ОПК-1:** Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий, **компетенции ОПК-2:** готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования *в части следующих результатов обучения:*

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1	Уметь: У5 (УК-1) проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной

	Владеть: В1 (УК-1) навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования;
УК-3	Владеть: В2 (УК-3) технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке
УК-5	Уметь: У1 (УК-5) планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности Владеть: В1 (УК-5) приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач
ОПК-1	Уметь: У2 (ОПК-1) планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований
ОПК-2	Знать: З3 (ОПК-2) тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности

### Способы формирования планируемых результатов обучения

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий		
	Лекции	Научно-практические занятия	Самостоятельная работа
<b>УК-1: способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</b>			
У5 (УК-1) проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной	+	+	+
В1 (УК-1) навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования		+	+
<b>УК-3: готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</b>			
В2 (УК-3) технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке		+	+

<b>УК-5: способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</b>			
У1 (УК-5) планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности	+	+	+
В1 (УК-5) приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач		+	+
<b>ОПК-1: Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</b>			
У2 (ОПК-1) планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований	+	+	+
<b>ОПК-2: готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования</b>			
З3 (ОПК-2) тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	+		+

### 3. Структура и содержание дисциплины

Изучение курса «Методы физико-химического анализа» включает в себя лекции, на которых рассматривается теоретическое содержание курса; научно-практические занятия, предусматривающие углубленное изучение и обсуждение вопросов, обозначенных в темах дисциплины; самостоятельную работу, заключающуюся в подготовке к лекционным и научно-практическим занятиям. Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно, закрепляются на научно-практических занятиях, по вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации.

#### Структура дисциплины:

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Всего часов	Лекции	Научно-практические занятия	Семинары	

1.	Основы хроматографии. Качественный и количественный анализ	70	4	4		62	Собеседование
2.	Масс-спектрометрия	70	4	4		62	
3	Промежуточная аттестация	4	-	-	-	-	Экзамен в форме письменной работы с последующим собеседованием
<b>ИТОГО:</b>		<b>144</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>124</b>	

#### Содержание дисциплины:

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Ссылки на результаты обучения
1	Основы хроматографии. Качественный и количественный анализ	1. Основы теории хроматографии.	У5 (УК-1) В1 (УК-1) В2 (УК-3) У1 (УК-5) В1 (УК-5) У2 (ОПК-1) 33 (ОПК-2)
		2. Основные параметры газохроматографического процесса.	
		3. Качественный и количественный анализ.	
2	Масс-спектрометрия	1. Основы масс-спектрометрии, газовая хромато-масс-спектрометрия. Оборудование и приборы газовой хроматографии и масс-спектрометрии.	
		2. Жидкостная хромато-масс-спектрометрия.	
		3. Масс-спектрометрия загрязнений окружающей среды.	
		4. Новейшие достижения в области масс-спектрометрии.	

#### Виды учебной и самостоятельной работы

Виды учебной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы
На основе изучения литературы по темам лекционных и научно-практических занятий аспирант готовится к ответу на предложенные вопросы, к участию в дискуссиях, к тестированию по изученному материалу	У5 (УК-1) В1 (УК-1) В2 (УК-3) У1 (УК-5) В1 (УК-5)	20

	У2 (ОПК-1) 33 (ОПК-2)	
<b>Виды самостоятельной работы</b>	<b>Ссылки на результаты обучения</b>	<b>Часы на выполнение</b>
Самостоятельная подготовка к лекционным и научно-практическим занятиям	У5 (УК-1) В1 (УК-1) В2 (УК-3) У1 (УК-5) В1 (УК-5) У2 (ОПК-1) 33 (ОПК-2)	124
Успешное освоение материала, изучаемого в ходе лекционных и научно-практических занятия, требует дополнительного самостоятельного изучения. По каждому разделу учебной дисциплины предусмотрено изучение теоретического материала с использованием компьютерных технологий; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы.		

#### 4. Текущий контроль и промежуточная аттестация

Текущий контроль по дисциплине «Методы физико-химического анализа» осуществляется на лекциях и научно-практических занятиях и заключается в оценке активности и качества участия в опросах и собеседованиях по проблемам, изучаемых в рамках тем лекционных занятий, аргументированности позиции.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы физико-химического анализа» проводится в третьем семестре в форме экзамена. Экзамен в форме письменной работы с последующим собеседованием с преподавателем.

Результаты сдачи экзамена оцениваются по шкале «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Учебно-методическое и программное обеспечение дисциплины размещено на образовательном портале Университета ИТМО.

**Профессиональные базы данных, интернет-ресурсы, электронные библиотеки и информационные справочные системы:**

№	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>	ЭБС на платформе «Лань». Учебники и учебные пособия для университетов издательства «Лань»	Индивидуальный неограниченный доступ
2.	<a href="http://elibrary.ru/default_x.asp">http://elibrary.ru/default_x.asp</a>	Научная электронная библиотека	Индивидуальный неограниченный доступ
3.	<a href="http://www.public.ru/">http://www.public.ru/</a>	Публичная Интернет-библиотека	Индивидуальный неограниченный

			доступ
4.	<a href="http://www.elbib.ru/">http://www.elbib.ru/</a>	Российская электронная библиотека	Индивидуальный неограниченный доступ
5.	<a href="http://lib.ifmo.ru/stat/36/ebs_ifmo.htm">http://lib.ifmo.ru/stat/36/ebs_ifmo.htm</a>	Электронная библиотека НИУ ИТМО	Индивидуальный неограниченный доступ
6.	<a href="http://www.chromacademy.com/">http://www.chromacademy.com/</a>	Учебные курсы: Gas chromatography (газовая хроматография) и Mass spectrometry (масс-спектрометрия)	Индивидуальный неограниченный доступ
7.	<a href="http://www.chromatogramma.ru/blog/2009/11/04/leksi-po-khromatografii.html">http://www.chromatogramma.ru/blog/2009/11/04/leksi-po-khromatografii.html</a>	Лекции по хроматографии	Индивидуальный неограниченный доступ
8.	<a href="http://webbook.nist.gov/chemistry/">http://webbook.nist.gov/chemistry/</a>	База данных по химии	Индивидуальный неограниченный доступ

Реферативные наукометрические базы (eLIBRARY.RU, Web of Science, Scopus), электронные библиотечные системы («Инженерные науки», «Лань», «Машиностроение», «Информатика», «НЭИКОН» «Юрайт»).

#### **Основная литература:**

1. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии. / А.Т. Лебедев. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. — 493 с. : ил. — (Методы в химии).
2. Столяров Б.В., Савинов И.М., Виттенберг А.Г. Практическая газовая и жидкостная хроматография : рек. М-вом общего и проф. образования РФ в качестве учебного пособия / [Б. В. Столяров [и др.]] ; СПбГУ .— СПб. : Издательство Санкт-Петербургского университета, 2002 .— 616 с. : ил.

#### **Дополнительная литература:**

1. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии. / М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. — 493 с. : ил. — (Методы в химии).
2. Столяров Б.В., Савинов И.М., Виттенберг А.Г. Практическая газовая и жидкостная хроматография : рек. М-вом общего и проф. образования РФ в качестве учебного пособия / СПбГУ .— СПб. : Издательство Санкт-Петербургского университета, 2002 .— 616 с.

Аспирант может дополнить список использованной литературы иными современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы.

**Средства, обеспечивающие адаптацию электронных и печатных**



**образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья:**

1) Доступ к изданиям электронно-библиотечной системы «Издательство «Лань» (<https://e.lanbook.com>), в адаптированных форматах для лиц с инвалидностью и ОВЗ.

2) Специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования для лиц с инвалидностью и ОВЗ:

а) В библиотеке по адресам Кронверкский пр., д.49 и ул. Ломоносова, д.9 обучающимся, имеющим нарушения зрения, предоставляется компьютерное место с клавиатурой, маркированной шрифтом Брайля, и увеличительные лупы нового поколения с подсветкой и семикратным увеличением (лупы настольные с подсветкой PowerLux).

3) Услуги по адаптации учебно-методического материала для лиц с инвалидностью и ОВЗ:

а) обучающиеся с нарушениями зрения по запросу могут получить специальную учебную, научную литературу и периодические издания на основании действующего договора о сотрудничестве между Университетом ИТМО и Государственной библиотекой для слепых и слабовидящих; для обучающихся с нарушениями зрения учебные материалы могут быть предложены на шрифте Брайля.

б) обучающимся с нарушениями слуха по запросу предоставляются услуги сурдопереводчика на основании договора между Университетом ИТМО и «Всероссийским обществом глухих» (СПб РО ОООИ ВОГ).

**6. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Программное обеспечение:

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

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
<b>Занятия лекционного типа:</b>		
мультимедийный класс	аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)	Операционная система Microsoft Windows (версии от "Windows XP" до "Windows 10")
<b>Занятия практического типа:</b>		
мультимедийный класс, компьютерный класс	аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)	Операционная система Microsoft Windows (версии от "Windows XP" до "Windows 10")
<b>Самостоятельная работа:</b>		
компьютерный класс	15 персональных компьютеров в составе локальной вычислительной сети,	Операционная система Microsoft Windows (версии от "Windows XP" до

	подключенной к Internet (30 Мбит/с).	“Windows 10”)
--	--------------------------------------	---------------

## 7. Фонды оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации

### Требования к структуре и содержанию фонда оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, представлены в таблице

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<b>Оценочные средства текущего контроля</b>		
Тематический опрос (в форме ответов на вопросы)	Средство контроля, организованное как специальная беседа по тематике предыдущей лекции и рассчитанное на выяснение объема и качества знаний, усвоенных обучающимися по определенному разделу, теме, проблеме.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Собеседование (в форме беседы, дискуссии по теме)	Средство контроля, организованное как свободная беседа, дискуссия по тематике изучаемой дисциплины, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по всем изученным разделам, темам; свободного использования терминологии для аргументированного выражения собственной позиции.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Тестирование	Средство контроля, позволяющее получить оценку уровня фактических знаний аспиранта по изученной теме.	Образцы тестов
<b>Оценочные средства промежуточной аттестации</b>		
Письменная работа	Средство, позволяющее оценить сформированность систематических представлений о методах научно-исследовательской деятельности по компьютерному моделированию процессов криогенных систем	Перечень вопросов к экзамену
Собеседование	Средство, позволяющее получить экспертную оценку знаний, умений и навыков по компьютерному моделированию процессов криогенных систем для оценивания и анализа различных фактов и явлений в своей профессиональной области	Требования к порядку проведения собеседования

## Критерии сформированности компетенций

Код формируемой компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Не сформировано	Сформировано
УК-1	У5 (УК-1) проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной	Отсутствие умения проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной	Сформированные умения проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной
	В1 (УК-1) навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	Отсутствие навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	Сформированные навыки сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования
УК-3	В2 (УК-3) технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке	Отсутствие владения технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке	Сформированные владения технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке
УК-5	У1 (УК-5) планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности	Отсутствие умения планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности	Сформированные умения планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности
	В1 (УК-5) приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач	Отсутствие владений приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач	Сформированные владения приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач
ОПК-1	У2 (ОПК-1) планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований	Отсутствие умений планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований	Сформированные умения планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований
ОПК-2	З3 (ОПК-2) тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	Отсутствие знаний о тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	Сформированные знания о тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности

## **Требования к структуре и содержанию оценочных средств.**

Требования к порядку проведения экзамена в виде письменной работы

Экзамен проводится в форме письменной работы с последующим собеседованием. Письменная работа выполняется по билетам, в билете 2 вопроса. Время выполнения письменной работы 30 минут. Собеседование проводится преподавателем дисциплины по темам билета. Аспиранту могут быть заданы дополнительные вопросы в рамках изученного курса.

### **Критерии выставления оценки:**

Минимальная положительная оценка «удовлетворительно» ставится аспиранту, выполнившему письменное экзаменационное задание и прошедшему устное собеседование с преподавателем по вопросам экзаменационного билета, однако продемонстрировавшему наличие неполных представлений в области физико-химического анализа; в целом успешное, но не систематическое использование положений и категорий физико-химического анализа для оценивания и анализа различных фактов и явлений в своей профессиональной деятельности, в целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа основных проблем физико-химического анализа.

Оценка «хорошо» ставится аспиранту, успешно выполнившему письменное экзаменационное задание и прошедшему устное собеседование с преподавателем, если он в результате собеседования по вопросам экзаменационного билета демонстрирует наличие сформированных, но содержащих отдельные пробелы представлений о методах исследований в сфере в методах физико-химического анализа, в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование положений и категорий физико-химического анализа для оценивания и анализа различных фактов и явлений в своей профессиональной области, в целом успешное, но содержащее отдельные недоработки в применении навыков анализа основных методологических проблем своей профессиональной области.

Оценка «отлично» ставится аспиранту, успешно выполнившему письменное экзаменационное задание и прошедшему устное собеседование с преподавателем, если он в результате собеседования по вопросам экзаменационного билета демонстрирует наличие сформированных систематических представлений о методах физико-химического анализа, сформированное умение использовать положения и категории физико-химического анализа для оценивания и анализа различных фактов и явлений в своей профессиональной области, успешное и систематическое применение навыков анализа основных методологических проблем в своей профессиональной области.

### **Примерный список вопросов для текущего контроля:**

- Основы теории хроматографии.
- Основные параметры газохроматографического процесса.
- Качественный и количественный анализ.  
Основы масс-спектрометрии, газовая хромато-масс-спектрометрия.
- Оборудование и приборы газовой хроматографии и масс-спектрометрии.
- Жидкостная хромато-масс-спектрометрия.
- Масс-спектрометрия загрязнений окружающей среды.
- Новейшие достижения в области масс-спектрометрии.

### **Примерный список вопросов на экзамене:**

- Основы теории хроматографии.
- Основные параметры газохроматографического процесса.
- Качественный и количественный анализ.  
Основы масс-спектрометрии, газовая хромато-масс-спектрометрия.
- Визуальная оценка хроматограммы с последующей оценкой характеристик хроматографического пика.
- Оптимизация и управление хроматографическим процессом.
- Методы нормализации и градуировки
- Оборудование и приборы газовой хроматографии и масс-спектрометрии.
- Жидкостная хромато-масс-спектрометрия.
- Масс-спектрометрия загрязнений окружающей среды.
- Новейшие достижения в области масс-спектрометрии.
- Разделение и регистрация ионов в газовой хроматомасс-спектрометрии.
- Хроматомасс-спектрометрия загрязнений окружающей среды