

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

**Химический факультет**

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«16» июня 2021 г. № 8

**Рабочая программа дисциплины**

**Теоретические основы химических и  
физических методов анализа**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**специалитет**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

**Неорганическая химия**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

**очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2021 год

## Лист актуализации

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

04 июня 2021г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры

---

Протокол от 11 мая 2020 г. № 06

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 20\_\_ -20\_\_ учебном году на заседании кафедры

---

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 20\_\_ -20\_\_ учебном году на заседании кафедры

---

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 20\_\_ -20\_\_ учебном году на заседании кафедры

---

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (профессиональный цикл) Блока 1 ОПОП по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (Б1.В.03.ДВ.01.02), является дисциплиной по выбору для освоения студентами очной формы четвертом году обучения в 7 семестре.

Инструментальные методы анализа играют важную роль в аналитической химии. Для решения практических задач и успешного дальнейшего развития этих методов анализа в будущем, студент должен глубоко усвоить теоретические основы современной аналитической химии.

Изучение дисциплины основано на решении следующих задач: определение места электрохимических и хроматографических методов в ряду современных методов анализа, знакомство с теоретическими основами и получение навыков практической работы на распространенном хроматографическом и электрохимическом оборудовании современных аналитических лабораторий. Содержание дисциплины направлено на ознакомление студентов с методами аналитической химии по идентификации и определению как предельно низких, так и высоких концентраций веществ с необходимой точностью.

Дисциплина опирается на материалы курсов неорганической, аналитической и физической химии, физики, математического анализа.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
<b>ПК-1-н</b> Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области неорганической химии, и/или смежных с химией науках	<b>ПК-1-н-1.</b> Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	<i>Уметь</i> планировать эксперимент, провести анализ с применением хроматографического и электрохимического оборудования <i>Знать</i> теоретические основы электрохимических и хроматографических методов анализа <i>Владеть</i> навыками проведения эксперимента на современном хроматографическом и электрохимическом оборудовании	<b>Индивидуальный устный ответ</b> по тематике лабораторного занятия; <b>выполнение лабораторных работ</b> по данной дисциплине; <b>индивидуальный устный ответ</b> на семинарском занятии <b>собеседование</b> на экзамене

	<b>ПК-1-н-2.</b> Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	<p><i>Уметь</i> выбрать конкретную методику, подобрать условия анализа, учитывая природу образца с использованием электрохимических и хроматографических методов анализа</p> <p><i>Знать</i> принцип действия основного оборудования для электрохимических и хроматографических методов анализа, правила техники безопасности при работе с ними</p> <p><i>Владеть</i> теоретическими основными качественного и количественного электрохимического хроматографического анализа</p>	<p><b>Индивидуальный устный ответ</b> по тематике лабораторного занятия;</p> <p><b>выполнение лабораторных работ</b> по данной дисциплине;</p> <p><b>индивидуальный устный ответ</b> на семинарском занятии</p> <p><b>собеседование</b> на экзамене</p>
<b>ПК-2-н</b> Способен проводить информационные исследования в области неорганической химии и/или смежных с химией науках	<b>ПК-2-н-1.</b> Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных	<p><i>Уметь</i> проводить отбор источников информации, проводить их анализ и обобщение.</p> <p><i>Знать</i> основные принципы поиска информации, базы данных, основные научные журналы в области аналитической химии (по электрохимическим и хроматографическим методам анализа).</p> <p><i>Владеть</i> навыками поиска информации, её структурирования и обобщения</p>	<p><b>Индивидуальный устный ответ</b> по тематике лабораторного занятия;</p> <p><b>индивидуальный устный ответ</b> на семинарском занятии</p>
	<b>ПК-2-н-2.</b> Анализирует и обобщает результаты поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках	<p><i>Уметь</i> анализировать полученные данные, оформить результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями</p> <p><i>Владеть</i> навыками правильного протоколирования результатов опытов.</p> <p><i>Знать</i> основные требования к оформлению результатов эксперимента</p>	<p><b>Индивидуальный устный ответ</b> по тематике лабораторного занятия;</p> <p><b>выполнение лабораторных работ</b> по данной дисциплине;</p> <p><b>оформление отчетов</b> по лабораторным работам;</p> <p><b>собеседование</b> на экзамене</p>

<p><b>ПК-3-н</b> Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области неорганической химии и/или смежных с химией науках</p>	<p><b>ПК-3-н-1.</b> Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными.</p>	<p>Уметь использовать учебно-научную аппаратуру в области электрохимических и хроматографических методов и применять её для решения конкретной задачи. Знать математический аппарат, необходимый для решения задач в области электрохимических и хроматографических методов анализа, приемами расчетов, связанными с приготовлением или разбавлением растворов, владеть навыками оценки состояния веществ в условиях эксперимента с учетом протекающих побочных процессов. Владеть приемами математической обработки результатов химического эксперимента с помощью компьютерных технологий.</p>	<p><b>Индивидуальный устный ответ</b> по тематике лабораторного занятия; <b>выполнение лабораторных работ</b> по данной дисциплине; <b>оформление отчетов</b> по лабораторным работам; <b>индивидуальный устный ответ</b> на семинарском занятии <b>собеседование</b> на экзамене</p>
<p><b>ПК-1-т.</b> Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР в области неорганической химии</p>	<p><b>ПК-1-т-3.</b> Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР</p>	<p>Знать перспективы развития электрохимических и хроматографических методов анализа, основные области применения. Уметь выбрать оптимальный метод и способ электрохимического или хроматографического определения веществ в реальных объектах, опираясь на возможности, характеристики чувствительности и избирательности указанных методов. Владеть навыками решения конкретных прикладных задач с привлечением хроматографических и электрохимических методов анализа</p>	<p><b>Индивидуальный устный ответ</b> по тематике лабораторного занятия; <b>выполнение лабораторных работ</b> по данной дисциплине; <b>индивидуальный устный ответ</b> на семинарском занятии <b>собеседование</b> на экзамене</p>
	<p><b>ПК-1-т-4.</b> Проводит испытания инновационной продукции</p>	<p>Знать: особенности пробоотбора и пробоподготовки образцов объектов окружающей среды и технологических сред. Уметь: выбрать метод пробоподготовки с целью последующего анализа образца электрохимическим или хроматографическим</p>	<p><b>Индивидуальный устный ответ</b> по тематике лабораторного занятия; <b>выполнение лабораторных работ</b> по данной дисциплине; <b>индивидуальный</b></p>

		методом. <i>Владеть:</i> навыками планирования и проведения эксперимента, учитывая влияние матрицы образца, способами устранения мешающего влияния сопутствующих компонентов при анализе образцов объектов окружающей среды и технологических сред.	<i>устный ответ на семинарском занятии</i> <b>собеседование</b> на экзамене
--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>10 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>360</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа), час:</b>	<b>226</b>
- занятия лекционного типа	<b>64</b>
- занятия семинарского типа	<b>64</b>
- занятия лабораторного типа	<b>96</b>
<b>КСРИФ</b>	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа, час</b>	<b>98</b>
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	<b>36 час.</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная
Раздел 1. Электрохимические методы анализа	161	32	32	48	112	49
Раздел 2. Хроматографический методы анализа	161	32	32	48	112	49
КСРИФ	2				2	
Промежуточный контроль	36					
ИТОГО	360	64	64	96	226	98

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, лабораторного типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Промежуточный контроль осуществляется при проведении комплексного экзамена (предполагает выполнение практических заданий).

#### Содержание разделов дисциплины

##### **Раздел 1. Электрохимические методы анализа**

- Классификация и основные характеристики электрохимических методов анализа. Потенциометрия. Понятие потенциометрической ячейки. Потенциометрические электроды и их характеристики. Металлические электроды. Мембранные ионоселективные электроды. Механизм возникновения потенциала. Уравнения Нернста и Никольского. Ионметрия. Методы определения концентраций электролитов в растворе. Потенциометрическое титрование. Способы нахождения точки эквивалентности.
- Кондуктометрия. Теоретические основы и практическое применение. Аппаратура.
- Вольтамперометрия. Принцип метода, качественный и количественный вольтамперометрический анализ, уравнение Ильковича. Инверсионная вольтамперометрия. Возможности метода в анализе техногенных сред и объектов окружающей среды.

- Кулонометрия. Физико-химические основы метода. Потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование. Аппаратура и возможности метода.

## **Раздел 2. Хроматографический метод анализа**

- Возникновение и развитие хроматографии. Принципы хроматографического метода разделения веществ. Основные термины и определения. Хроматографические процессы. Классификация разновидностей хроматографического метода. Газовая и жидкостная хроматографии.
- Основные положения теории хроматографии. Удерживание и разделение веществ; размывание хроматографических зон. Хроматограмма. Связь формы хроматографического пика с характером изотермы сорбции. Параметры удерживания компонентов. Коэффициент распределения. Критерии разделения веществ.
- Селективность и эффективность колонок. Влияние условий разделения на эффективность. Теория теоретических тарелок в хроматографии. ВЭТТ. Основные факторы, влияющие на размывание хроматографического пика. Теория эффективной диффузии. Уравнение Ван-Деемтера.
- Газовая хроматография (ГХ). Разновидности газовой хроматографии. Газо-жидкостная (ГЖХ) и газо-адсорбционная (газо-твердофазная, ГТХ) хроматография. Принципиальная схема газового хроматографа. Назначение отдельных блоков. Насадочные и капиллярные колонки.
- Сорбенты для газовой хроматографии. Минеральные (неорганические) и полимерные адсорбенты. Носители и неподвижные фазы. Подвижные фазы.
- Пламенно-фотометрический детектор (ПФД). Пламенно-ионизационный детектор (ПИД), Фотоионизационный детектор (ФИД). Электронозахватный детектор (ЭЗД). Гибридные газохроматографические системы. Масс-спектрометрическое детектирование (ГХ-МС). Инфракрасное детектирование с Фурье-преобразованием (ГХ-ФПИК). Атомно-эмиссионное детектирование (ГХ-АЭД).
- Методы подготовки и ввода проб. Качественный газохроматографический анализ. Методы идентификации веществ. Количественный анализ. Методы первичной обработки результатов анализа. Методы и метрология хроматографических измерений. Метод абсолютной градуировки, метод внутреннего стандарта, метод внутренней нормализации. Контроль точности измерений.
- Жидкостная хроматография. Жидкость-жидкостная (ЖЖХ, распределительная) хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Молекулярная адсорбционная (жидкостно-твердофазная, ЖТХ) хроматография. Нормально-фазовая и обращенно-фазовая ВЭЖХ. Ионообменная (ИОХ) и ионная (ИХ) хроматография. Гель-проникающая (эксклюзионная) хроматография. Планарная (бумажная (БХ) и тонкослойная (ТСХ)) хроматография.
- Общая схема жидкостного хроматографа. Сорбенты, элюенты и детекторы в ВЭЖХ. Качественный и количественный анализ. Возможности и применение разновидностей метода жидкостной хроматографии.
- Применение газовой и жидкостной хроматографии в анализе химических материалов и объектов окружающей среды.

### **Лабораторный практикум**

№п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1	Потенциометрическое титрование смесей кислот в неводных средах.
2	1	Бихроматометрическое определение железа (+3) в растворе.



3	1	Изготовление и исследование жидкостных ионоселективных электродов.
4	1	Исследование ионоселективных электродов с кристаллическими мембранами.
5	1	Определение констант диссоциации кислот и оснований.
6	1	Иодометрическое определение ацетона.
7	1	Определение кислорода по Винклеру.
8	1	Аргентометрическое титрование смеси хлоридов и иодидов.
9	1	Ртутнометрическое полуавтоматическое определение хлоридов
10	2	Расчет характеристик удерживания и фактора разделения анионов в стандартной смеси методом ионной хроматографии с карбонатным элюентом.
11	2	Ионная хроматография анионов с подавлением и без подавления фоновой электропроводности элюента.
12	2	Использование элюентов на основе карбоната/гидрокарбоната натрия различной концентрации для ионохроматографического определения анионов в стандартной смеси.
13	2	Разделение неорганических анионов методом ионной хроматографии и их определение в образце воды централизованного водоснабжения.
14	2	Ионохроматографическое определение хлорит-ионов ( $\text{ClO}_2^-$ ) как одного из продуктов дезинфекции воды централизованного водоснабжения.
15	2	Газохроматографическая идентификация галогенорганических веществ.
16	2	Определение важнейших хроматографических параметров: разрешения пиков, эффективности колонки, предела обнаружения.
17	2	Определение содержания галогенорганических веществ методом внешнего стандарта и внутреннего стандарта.
18	2	Хромато-масс-спектрометрическое определение ароматических веществ.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к устному опросу, а также оформление графиков к отчетам по соответствующим темам лабораторных работ.

Отчеты по лабораторным работам представляют собой отчетный документ о работе студента в течение семестра. Наличие отчетов, зачитанных преподавателем, ведущего лабораторные занятия, является необходимым условием допуска к сдаче экзамена по дисциплине. Это также один из эффективных методов познания, так как именно в процессе написания отчета студент детально и вдумчиво анализирует основные этапы проведения анализа, проводит расчеты концентрации определяемого компонента, формулирует вывод о

проделанной работе, что способствует лучшему усвоению материала, развивает у студентов внимание и наблюдательность.

Невыполнение лабораторного практикума в полном объеме и несдача хотя бы одного отчета по лабораторной работе дает основание преподавателю поставить оценку «неудовлетворительно» на экзамене.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Устный опрос
- Проверка отчетов по темам лабораторных занятий.

Основу для самостоятельной подготовки студентов составляют *учебно-методические пособия*:

1. Лизунова Г.М., Кулешова Н.В. Электрохимические методы анализа. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. 25 с.
2. Крылов В.А., Мосягин П.В. Хромато-масс-спектрометрическое определение веществ. Учебное пособие. Н.Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2014. 79 с.
3. Мосягин П.В., Крылов В.А. Газохроматографическое определение органических токсикантов в воде. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. 64с. [Электронное учебно-методическое пособие]: [http://www.unn.ru/books/met\\_files/Chrom.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/Chrom.pdf)
4. Крылов В.А., Сергеев Г.М., Елипашева Е.В. Введение в хроматографические методы анализа. Ионный обмен и ионная хроматография. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2011. 40 с.
5. Крылов В.А., Сергеев Г.М., Елипашева Е.В. Практическая ионная хроматография. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. 54с.
6. Крылов В.А. Хромато-масс-спектрометрический метод анализа. Н.Новгород: ННГУ. 2004. 55 с.
7. Кулешова Н.В. ЭУК Электрохимические методы анализа. 2016 <http://e-learning.unn.ru/course/view.php?>

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 6.2.

## 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний	Уровень знаний ниже	Минимально допустимый	Уровень знаний в	Уровень знаний в	Уровень знаний в	

	теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными негрубыми недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки  при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки  при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки  при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

При изучении дисциплины студенты получают следующие знания, умения и владения в рамках освоения компетенций:

**ПК-1-н.** Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области неорганической химии, и/или смежных с химией наук:

**ПК-1-н-1.** Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.

**ПК-1-н-2.** Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.

**ПК-2-н.** Способен проводить информационные исследования в области неорганической химии и/или смежных с химией наук:

**ПК-2-н-1.** Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных.

**ПК-2-н-2.** Анализирует и обобщает результаты поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией наук.

**ПК-3-н.** Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области неорганической химии и/или смежных с химией наук:

**ПК-3-н-1.** Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными.

**ПК-1-т.** Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР в области неорганической химии

**ПК-1-т-3.** Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР

**ПК-1-т-4.** Проводит испытания инновационной продукции

Экзамен в 7 семестре для очной формы обучения проводится в устной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решении практических задач и последующим собеседованием в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Для проведения промежуточного контроля сформированности компетенции используется ответ по билету на экзамене.

#### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не

не зачтено		сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

### 5.2.1 Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Классификация электрохимических методов анализа, их значение в народном хозяйстве.	ПК-2-н
2. Классификация потенциометрических электродов. Вспомогательные электроды.	ПК-1-н
3. Электроды 1-го и 2-го рода, их свойства, применение в химическом анализе.	ПК-1-н
4. Жидкостные селективные электроды. Механизм возникновения потенциала. Рабочий диапазон концентраций и соотношение катионной и анионной функций.	ПК—1н
5. Селективность жидкостных ионоселективных электродов, связь с экстракционными характеристиками.	ПК-1-т
6. Селективность электродов различных типов. Способы определения коэффициентов селективности.	ПК-1-т
7. Конструкции ионоселективных электродов. Составы мембран.	ПК-1-н
8. Стекланные электроды. Электрохимические, аналитические свойства.	ПК-1-н
9. Ионометрия. Метод градуировочного графика.	ПК-3-н
10. Методы добавок в ионометрии.	ПК-3-н
11. Применение ИСЭ в проточно-инжекционном анализе.	ПК-1-т
12. Потенциометрическое титрование. Способы нахождения конечных точек. Метод Каванга.	ПК -3-н
13. Линейные методы потенциометрического титрования.	ПК-3-н
14. Кислотно-основное потенциометрическое титрование. Закономерности и возможности.	ПК-1-т
15. Потенциометрическое титрование в неводных средах.	ПК-1-т
16. Окислительно-восстановительное потенциометрическое титрование.	ПК-1-т
17. Потенциометрическое титрование с использованием реакций осаждения.	ПК-1-н
18. Полярографический метод анализа. Вольтамперная кривая.	ПК-1-н
19. Качественный и количественный вольтамперометрический анализ. Инверсионная вольтамперометрия.	ПК-1-н

20. Амперометрическое титрование.	ПК-1-н
21. Физико-химические основы кулонометрии. Аналитические возможности и применение метода.	ПК-2-н
22. Потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование.	ПК-1-т
23. Что является аналитическим сигналом (измеряемым свойством системы) и связь этой величины с концентрацией определяемого вещества в каждом конкретном случае (потенциометрия, кондуктометрия, вольтамперометрия)	ПК-2-н
24. Охарактеризуйте каждый из приведенных методов (ионометрия, кулонометрия, кондуктометрия, вольтамперометрия) по селективности, чувствительности, точности определения и пределу обнаружения	ПК-2-н
25. Принципы и особенности хроматографического метода разделения веществ. Основные термины и определения.	ПК-1-н
26. Классификация разновидностей хроматографического метода.	ПК-1-н
27. Способы получения хроматограмм.	ПК-1-т
28. Основные хроматографические параметры, характеризующие поведение вещества в колонке.	ПК-1-н
29. Способы качественного анализа в хроматографии.	ПК-3-н
30. Способы количественного анализа в хроматографии.	ПК-3-н
31. Основные положения концепции теоретических тарелок. Эффективность хроматографической колонки.	ПК-1-н
32. Кинетическая теория хроматографии.	ПК-1-н
33. Селективность. Разрешение хроматографических пиков. Оптимизация условий хроматографического разделения.	ПК-3-н
34. Варианты газовой хроматографии. Их возможности, область применения.	ПК-1-т
35. Преимущества капиллярной газовой хроматографии.	ПК-1-н
36. Сравните аналитические характеристики и эффективность разделения на капиллярных, насадочных и поликапиллярных колонках.	ПК-2-н
37. Характеристики детекторов, определяющие их выбор	ПК-1-т
38. Виды детекторов: интегральные и дифференциальные; ионизационные и неионизационные.	ПК-1-т
39. Детекторы в газовой хроматографии.	ПК-1-т
40. Типы колонок, используемые в хроматографии. Сравните их между собой.	ПК-1-т
41. Адсорбенты в газотвердофазной хроматографии. Носители и неподвижные фазы в газожидкостной хроматографии.	ПК-1-н
42. Хромато-масс-спектрометрия. Преимущества масс-спектрометрического детектора.	ПК-1-н
43. Возможности применения метода хромато-масс-спектрометрии	ПК-2-н
44. Особенности и преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Два варианта	ПК-1-н

<i>адсорбционной ВЭЖХ - нормально-фазовый и обращенно-фазовый.</i>	
<i>45. Сорбенты, и подвижные фазы, используемые в ВЭЖХ. Требования, предъявляемые к ним</i>	<i>ПК-1-н</i>
<i>46. Основные детекторы, которые используют в ВЭЖХ. Принцип работы и возможности применения</i>	<i>ПК-1-н</i>
<i>47. Ионная хроматография. Отличие ионной хроматографии от ионообменной. Виды ионитов. Полная и динамическая обменная емкость.</i>	<i>ПК-1-н</i>
<i>48. Планарная (тонкослойная) хроматография.</i>	<i>ПК-1-н</i>

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- **индивидуальный устный ответ** на семинарском занятии
- **индивидуальный устный ответ** (допуск к лабораторной работе) по тематике лабораторного занятия;
- **собеседование** на экзамене

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- **выполнение лабораторных работ** по данной дисциплине;
- **оформление отчетов** по темам лабораторных работ.

#### **5.2.2. Типовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-1-н (вопросы к допускам к лабораторным работам):**

##### **Раздел 1. Электрохимический метод анализа, его разновидности.**

**Работа 1.** «Потенциометрическое титрование смесей кислот в неводных средах».

1. Теория Роллера для оценки возможности раздельного титрования слабых электролитов.
2. Влияние неводных растворителей на силу электролитов.
3. Шкала рН в неводных средах.

**Работа 2.** «Бихроматометрическое определение железа (+3) в растворе».

1. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Выбор окислителя и условий проведения реакции для определения восстановителей.
2. Подготовка пробы к анализу.
3. Электродная пара для потенциометрического окислительно-восстановительного титрования.
4. Вид кривой титрования и способ нахождения эквивалентного объема.

**Работа 3.** «Изготовление и исследование жидкостных ионоселективных электродов».

1. Электродно-активные вещества и растворители для изготовления мембран ЖИСЭ.
2. Влияние концентрации ЭАВ в фазе мембраны на функционирование электрода.
3. Конструктивные особенности ЖИСЭ.

**Работа 4.** «Исследование ионоселективных электродов с кристаллическими мембранами».

1. Состав и тип кристаллических мембран ИСЭ.
2. Основные аналитические характеристики ИСЭ.
3. Способы определения коэффициентов селективности.

**Работа 5.** «Определение констант диссоциации кислот и оснований».

1. Потенциометрическое кислотно-основное титрование. Теория Роллера.
2. Способы проверки работоспособности стеклянного pH-электрода.
3. Вид кривой титрования.
4. Основные точки на кривой титрования для расчета константы диссоциации.

## **Раздел 2. Хроматографический метод анализа, его разновидности.**

**Работа № 10.** «Расчет характеристик удерживания и фактора разделения анионов в стандартной смеси методом ионной хроматографии с карбонатным элюентом».

1. Реакции ионного обмена. В чем отличие процесса ионного обмена от процесса молекулярной сорбции?
2. Избирательность сорбции. Причины, влияющие на порядок элюирования ионов.
3. Какая величина используется в хроматографии для оптимизации условий хроматографического разделения?
4. От каких факторов зависит величина разрешения?
5. Принципы разделения в ионной хроматографии (ионный обмен, образование ионных пар, эксклюзия ионов).
6. Роль процессов сольватации (гидратации), влияющих на время удерживания ионов в колонке.
7. Расчет хроматографических параметров (время удерживания, приведенное время удерживания, фактор удерживания, число теоретических тарелок, разрешение соседних пиков, селективность разделения). Как можно регулировать каждый из указанных параметров?

**Работа № 11.** «Ионная хроматография анионов с подавлением и без подавления фоновой электропроводности элюента».

1. Принципы настройки ионохроматографической системы.
2. Приведите примеры подвижных фаз (элюентов), используемых в ионохроматографическом анализе.
3. Принцип работы кондуктометрического детектора.
4. Что такое электропроводность раствора? Понятие удельной и эквивалентной электропроводности, соотношение между ними, размерность величин. Предельные эквивалентные электропроводности ионов.
5. Способы компенсации фонового сигнала (колоночная, мембранная). Принцип работы. Достоинства и недостатки каждого способа. Зачем проводят компенсацию фонового сигнала при кондуктометрическом детектировании?
6. От чего зависит чувствительность ионохроматографического определения анионов?
7. Приведите приемы повышения чувствительности определения анионов методом ионной хроматографии.
8. Влияние температуры на электропроводность растворов. Термостатирование в ионохроматографической системе.

**Работа № 12.** «Использование элюентов на основе кабоната/гидрокарбоната натрия различной концентрации для ионохроматографического определения анионов в стандартной смеси».

1. Приведите примеры подвижных фаз (элюентов), используемых в ионохроматографическом анализе.
2. Что такое элюирующая способность? Чем определяется элюирующая способность подвижной фазы в жидкостной хроматографии? Как можно регулировать элюирующую силу подвижной фазы?
3. Объясняете, почему в ионной хроматографии используют элюенты с низкой концентрацией входящих в них компонентов?



4. От чего зависит выбор элюента? Как подбирают состав подвижной фазы в ионной хроматографии?
5. Достоинства и недостатки использования в анионной хроматографии карбонатного/гидрокарбонатного элюентов.
6. Что такое градиентный режим элюирования? Какими преимуществами он обладает по сравнению с изократическим элюированием?
7. Что такое "системный" (или "водный", "карбонатный") пик. Причины его возникновения?

**Работа 15.** «Газохроматографическая идентификация галогенорганических веществ».

1. Классификация хроматографии по агрегатному состоянию фаз.
2. Неподвижные и подвижные фазы в газовой хроматографии.
3. Принцип работы газового хроматографа. Блок-схема хроматографа.
4. Основные параметры хроматографического пика. Время удерживания.
5. Идентификация по временам удерживания, удерживаемому объему, относительному времени удерживания.
6. Индексы Ковача.
7. Связь времени удерживания с физико-химическими свойствами веществ.
8. Важнейшие детекторы в газовой хроматографии.
9. Использование сочетания различных селективных детекторов для идентификации.
10. Принцип работы и возможности электрозахватного детектора.

**Работа 16.** «Определение важнейших хроматографических параметров: разрешения пиков, эффективности колонки, предела обнаружения».

1. Теория теоретических тарелок. Понятие эффективности в хроматографии.
2. Кинетическая теория хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера.
3. Разрешение хроматографических пиков.
4. Предел обнаружения. Оценка предела обнаружения в газовой хроматографии.
5. Сравнение капиллярных и насадочных колонок по эффективности и пределу обнаружения.

**Работа 17.** «Определение содержания галогенорганических веществ методом внешнего стандарта и внутреннего стандарта в гексане».

1. Параметры хроматографического пика, используемые в количественном анализе.
2. Метод нормировки.
3. Метод внешнего стандарта.
4. Метод внутреннего стандарта.
5. Метод добавок.

**Работа 18.** «Хромато-масс-спектрометрическое определение углеводов».

1. Принцип метода масс-спектрометрии. Блок-схема масс-детектора.
2. Способы ионизации в масс-спектрометрии.
3. Квадрупольный и магнитный секторный масс-анализаторы.
4. Масс-спектр. Идентификация в хромато-масс-спектрометрии.
5. Режимы полного ионного тока и селективного ионного мониторинга.
6. Особенности хромато-масс-спектрометрической идентификации изомеров.
7. Возможности метода хромато-масс-спектрометрии.

**5.2.2. Типовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-1-т**  
**(вопросы допускам к лабораторным работам):**

**Раздел 1. Электрохимический метод анализа, его разновидности.**

**Работа 6.** «Иодометрическое определение ацетона».

1. Реакции, протекающие при определении ацетона методом иодометрии.
2. Потенциометрическая ячейка для иодометрического определения.
3. Обоснование вида кривой титрования. Определение эквивалентного объема.

**Работа 7. «Определение кислорода по Винклеру».**

1. Отбор и подготовка пробы при определении растворенного кислорода.
2. Условия проведения анализа.
3. Химические реакции, протекающие при определении растворенного кислорода методом Винклера.

**Работа 8. «Аргентометрическое титрование смеси хлоридов и иодидов».**

1. Возможности раздельного определения компонентов методом осадительного титрования.
2. Потенциометрический сенсор для аргентометрии.
3. Вид кривой титрования и определение точек эквивалентности.

**Работа 9. «Меркурометрическое полуавтоматическое определение хлоридов».**

1. Потенциометрический сенсор для меркуриметрического определения галогенидов.
2. Принцип титрования до точки эквивалентности, возможности использования автотитратора.

**Раздел 2. Хроматографический метод анализа, его разновидности.**

**Работа № 13. «Разделение неорганических анионов методом ионной хроматографии и их определение в образце воды централизованного водоснабжения»**

1. Объясните следующие хроматографические понятия: время удерживания, разрешение, площадь пика, фактор удерживания, число теоретических тарелок, разрешение соседних пиков). Как можно регулировать каждый из указанных параметров?
2. Качественный хроматографический анализ. Как можно осуществлять идентификацию определяемых соединений в смеси после их хроматографического разделения?
3. Что такое эффективность и селективность разделения? Как оценивают эффективность хроматографической колонки? Как величина эффективности "отражается" на форме хроматографического пика?
4. Влияние основного компонента на хроматографическое поведение микропримеси: изменение упомянутых выше параметров. Что такое перегрузка разделяющей колонки?
5. Что такое анионит, его структура (матрица сорбента, функциональные группы)? Обменная емкость сорбента. Правила выбора сорбента.
6. От чего зависит способность анионов удерживаться на сорбенте? Порядок выхода анионов.
7. Приведите примеры подвижных фаз (элюентов), используемых в ионохроматографическом анализе воды.
8. Отбор и подготовка пробы водопроводной воды к анализу.
9. Особенности анализа питьевой (водопроводной, столовой, минеральной) воды. Макро- и микрокомпонентный состав.
10. Сравнения метода ионной хроматографии с другими методами для определений неорганических анионов в воде.

**Работа № 14. «Ионохроматографическое определение хлорит-ионов ( $\text{ClO}_2^-$ ) как одного из продуктов дезинфекции воды централизованного водоснабжения».**

1. Перечислите способы количественного анализа в хроматографии (методы нормировки (методы нормировки, абсолютной градуировки, внешней и внутренней стандартизации). Сравните их между собой.
2. Способы повышения чувствительности метода ионной хроматографии при определении микрокомпонентов на фоне высокого содержания матричных ионов.
3. Основные дезинфектанты питьевой воды и побочные продукты дезинфекции.

4. Оксоанионы хлора как продукты дезинфекции воды хлорсодержащими реагентами.
5. Какие реакции характерны для хлорит- и гипохлорит- ионов в растворах?
6. Нормативные документы, контролирующие содержание компонентов в питьевой воде.
7. Какие особенности хроматографии позволяют достичь лучшего разделения веществ с близкими свойствами по сравнению с другими методами разделения?
8. Особенности анализа питьевой (водопроводной, столовой, минеральной) воды. Макро- и микрокомпонентный состав воды.
9. Сравнения метода ионной хроматографии с другими методами определения оксоанионов хлора в воде.

Влияние матрицы объекта на хроматографические параметры определяемого компонента.

### 5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

#### Вопросы семинарских занятий

1. Возможности метода ионометрии. Применение при анализе объектов окружающей среды.
2. Вольтамперометрия. Возможности метода. Применение при анализе объектов окружающей среды.
3. Амперометрическое титрование. Возможности метода. Применение при анализе объектов окружающей среды.
5. Кондуктометрия. Возможности метода.
6. Кулонометрия и кулонометрическое титрование. Возможности и применение при анализе объектов окружающей среды.
7. Газовая хроматография. Возможности метода. Применение при анализе объектов окружающей среды.
8. Жидкостная хроматография. Возможности метода. Применение при анализе объектов окружающей среды.
9. Ионнообменная и ионная хроматография. Возможности метода. Применение при анализе объектов окружающей среды.
10. Хромато-масс-спектрометрия. Особенности метода. Применение при анализе объектов окружающей среды.
11. Планарная хроматография. Возможности метода. Применение при анализе объектов окружающей среды.

### 5.2.4 Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:

#### Задачи семинарских занятий

1. Рассчитать потенциал стеклянного электрода в растворе с рН 5,3 по отношению к хлоридсеребряному электроду, если при рН 3,88 потенциал его равен -33 мВ.
2. Построить функцию нитрат-селективного электрода (пленочного) и рассчитать стандартный потенциал, если концентрация внутреннего раствора 0,01 моль/л.
3. Рассчитать концентрацию хлорид-ионов, если хлоридсеребряный электрод имеет потенциал (по отношению к стандартному) 208 мВ.  $E^\circ$  хлоридсеребряного электрода 290 мВ.
4. Рассчитать концентрацию соляной кислоты; если при титровании 50 мл 0,01 М раствором гидроксида натрия были получены следующие данные

V, мл	0	2	4	6	8	10
R, Ом	664	915	1490	1580	1010	740

5. Построить функцию кальций-селективного электрода и рассчитать стандартный потенциал, если концентрация внутреннего раствора сравнения 0,01 М.

6. Показать расчетом, достаточно ли 1,5 г катионита для полной сорбции ионов  $\text{Cu}^{2+}$  из 20 мл  $10^{-2}$  М раствора  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  в колоночном варианте ионообменной хроматографии.

В принятых условиях эксперимента рабочая обменная емкость катионита составляет 50 % от полной обменной емкости (ПОЕ = 8,5 мг-экв/г).

7. Рассчитайте молярную концентрацию раствора  $\text{BaCl}_2$  по следующим данным. 10 мл раствора  $\text{BaCl}_2$  пропущено через колонку с катионитом в Н-форме. Колонка промыта дистиллированной водой.

Элюат и промывные воды собрали в мерную колбу объемом 50 мл. На титрование 10 мл полученного раствора израсходовано 20 мл 0,1 М раствора  $\text{NaOH}$ .

8. Через колонку с анионитом в хлоридной форме (масса смолы 5 г) пропустили 100 мл 0,1 М раствора  $\text{ZnCl}_2$ .

Динамическая обменная емкость анионита по отношению к сорбируемым хлоридным комплексам цинка равна 2 ммоль-экв  $\text{Zn}(\text{II})$  на 1 г смолы.

Рассчитайте массу цинка(II), несорбированного анионитом.

9. Рассчитайте коэффициент распределения ионов  $\text{Ca}(\text{II})$  на катионообменной колонке из следующих данных.

20 мл  $1 \cdot 10^{-3}$  М раствора  $\text{CaCl}_2$  находится в контакте с 1 г смолы в Н-форме. После установления равновесия на титрование ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в 10 мл этого раствора израсходовано 10 мл  $1 \cdot 10^{-3}$  М (нормальная концентрация) раствора трилона Б.

10. Для определения содержания ионов  $\text{Cu}^{2+}$  методом бумажной хроматографии была получена следующая градуировочная зависимость (стандартный раствор  $10^{-3}$  М  $\text{CuCl}_2$ ):

$V_{\text{ал. (стандарт. раствор), мкл}}$	5	20	40	60
$S_{\text{пятна, мм}^2}$	1	4	8	12

Площадь пятна при хроматографировании анализируемого раствора 10  $\text{мм}^2$ . Рассчитайте концентрацию ионов  $\text{Cu}^{2+}$  (мкг/мл) в анализируемом растворе.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Основы аналитической химии: В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения. / [Под ред. Ю.А. Золотова]. М.: Высшая школа, 2002. Кн. 1. 351с.
2. Основы аналитической химии В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа. Учебник для ВУЗов. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа, 2002. Кн. 2. 494 с.
3. Основы аналитической химии: В 2 кн. Методы химического анализа. Серия "Классический университетский учебник" / [Под ред. Ю.А. Золотова]. М.: Высшая школа, 2002. Кн. 2. 494с.
4. Отто М. Современные методы аналитической химии. - М.: Техносфера, 2006. - 416 с.
5. Хенце Г. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика [Электронный ресурс] / Г. Хенце; пер. с нем. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2014. Режим доступа: - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323760.html>
6. Бёккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза [Электронный ресурс] / Бёккер Ю. - М. Техносфера, 2009. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948362120.html>
7. Хроматографические методы анализа [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.М. Серов, В.Ю. Конюхов, А.Ю. Крюков, З.В. Псху, К.Н. Жаворонкова. - М.: Издательство РУДН, 2011. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785209035749.html>

б) Дополнительная литература:

1. Кристиан Г. Аналитическая химия. Т. 1. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. 623 с.

2. Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 т. Т. 2. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. 504 с.
3. Отто М. Современные методы аналитической химии. - М.: Техносфера, 2006. - 416 с
4. Васильев В. П. Аналитическая химия. Кн. 2, М.: Дрофа, 2005. - 383 с.
5. Жидкостная хроматография [Электронный ресурс] / Хенке Х. - М.: Техносфера, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948361987.html>
6. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: Учебное пособие / А.И. Жебентяев. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 206 с.: ил.; 60х90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-006615-8 <http://znanium.com/bookread2.php?book=399829>.
7. Другов Ю.С., Родин А.А. Газохроматографический анализ загрязненного воздуха: практическое руководство. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. 528 с.
8. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа/ Глубоков Ю.М. [и др.]. Т.1. – М.: 2010. – 352 с.

#### **в) Рекомендуемая литература**

1. Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев М.Р. Основы современного электрохимического анализа. М.: Мир: Бином ЛЗ, 2003. 592 с.
2. Электроаналитические методы: теория и практика / Бонд А. М., Инцельт Д., Калерт Х., Коморски-Ловрич Ш., Комптон Р. Д. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. 326 с.
3. Другов Ю.С., Родин А.А. Анализ загрязненной воды: практ. руков. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. – 678 с.
4. Майстренко В.Н., Ключев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности Химия. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. 323 с.
5. Будников Г.К. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине /Г.К. Будников, Г.А. Евтюгин, В.Н. Майстренко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 416 с.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):**

1. Шаповалова Е.Н., Пирогов А.В. Хроматографические методы анализа. Методическое пособие для специального курса. МГУ, 2007. [Электронный ресурс]: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/analyt/chrom/part1.pdf>
2. Гармаш А.В., Сорокина М.Н. Метрологические основы аналитической химии [Электронный ресурс]: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/analyt/garmasch.pdf>
3. Сайт научного совета по аналитической химии РАН: <http://www.rusanalytchem.org>
- 4.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе «Консультант студента», доступ к которой также предоставлен студентам. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" ([www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)) является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения (ФГОС ВПО 3+) к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы, для ВПО и аспирантуры.

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

Для проведения лабораторных работ по дисциплине химический факультет и кафедра аналитической химии располагают лабораториями (ауд.321, ауд. 315, ауд. 303), оснащенными посудой, реактивами и оборудованием, необходимыми для проведения количественного анализа. Лаборатории химического анализа оборудованы хромато-масс-спектрометром Thermo Focus DSQ II, газовыми хроматографами Хромос ГХ-1000 с электрозахватным, пламенно-ионизационным, пламенно-фотометрическим, фотоионизационным детекторами, детектором по теплопроводности, жидкостным хроматографом LC-20 Prominence (Shimadzu), с кондуктометрическим детектором, кондуктометром № 5721, иономерами универсальными ЭВ-74, pH-метрами милливольтметрами pH-121, pH-метрами Mettler Toledo Five Easy FE 20, лабораторными весами AUX 320 (Shimadzu) магнитными мешалками, плитками и другим лабораторным оборудованием.

Лекционные аудитории (308 корп. 5, 328 корп. 2) оснащены оборудованием и техническими средствами обучения: переносным мультимедийным проектором, ноутбуком и выходом в сеть Интернет, доской и мелом (для разбора частных вопросов и детализации теоретических аспектов дисциплины, а также решения практических задач). Аудитория для проведения семинарских занятий (ауд. 125 корп. 5, ауд. 308а корп. 5, ауд. 218 корп. 5, ауд. 313 корп. 5) также оснащена необходимым оборудованием: мультимедийным проектором, ноутбуком с выходом в сеть Интернет, доской и мелом.

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: пр. Гагарина, 23, корп. 2, ауд. 328	Комплект специализированной мебели, Доска для мела ДК 11 Э 3012 (3 элемента); технические средства: проекционный экран ScreenMedia Goldview настенный, переносной мультимедийный проектор, ноутбук Lenovo G770	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7 Home Basic OA CIS and GE, лицензия OEM</li> <li>• Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic Open 1 License No Level, лицензия №60411808, дата выдачи 24.05.2012 г.</li> </ul>
Помещение для самостоятельной работы пр. Гагарина, 23, корп. 1, ауд. 205	Комплект специализированной мебели, персональные компьютеры, имеется выход в интернет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows Professional 10, Лицензия № 67001233, дата выдачи 09.06.2016 г.</li> <li>• Microsoft Office MS Office Standard 2013; серверная лицензия MS SQL Server Лицензия № 65097676, дата выдачи 23.04.2015 г.</li> </ul>

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа пр. Гагарина, 23, корп. 5, ауд. 308	Комплект специализированной мебели; технические средства: переносной проекционный экран DRAPER DIPLOMAT 60x60 MW BlackCase, мультимедийный проектор BenQ MP-512 DLP, ноутбук Acer Extensa 5620Z T2390	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г.</li> <li>• Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г.</li> </ul>
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций пр. Гагарина, 23, корп. 5, ауд. 125	Комплект специализированной мебели; технические средства: мультимедийный проектор Benq MP610, ноутбук Acer Aspire 5315-301G08, переносной экран DRAPER DIPLOMAT, имеется выход в интернет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г.</li> <li>• Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г.</li> </ul>
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа пр. Гагарина, 23, корп. 5, ауд. 218	Комплект специализированной мебели, доска меловая; технические средства: проекционный экран, мультимедийный проектор, ноутбук Lenovo G770	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7 Home Basic OA CIS and GE, лицензия OEM</li> <li>• Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic Open 1 License No Level, лицензия №60411808, дата выдачи 24.05.2012 г.</li> </ul>
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций пр. Гагарина, 23, корп. 5, ауд. 308а	Комплект специализированной мебели; технические средства: переносной проекционный экран DRAPER DIPLOMAT 60x60 MW BlackCase, мультимедийный проектор BenQ MP-512 DLP, ноутбук Acer Extensa 5620Z T2390	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г.</li> <li>• Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г.</li> </ul>
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа пр. Гагарина, 23, корп. 5, ауд. 315	Комплект специализированной мебели; технические средства: мультимедийный проектор Benq MP610, ноутбук Acer Aspire 5315-301G08, имеется выход в интернет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г.</li> <li>• Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г.</li> </ul>
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа пр. Гагарина, 23, корп. 5, ауд. 313	Комплект специализированной мебели, доска меловая; технические средства: проекционный экран, мультимедийный проектор, ноутбук Lenovo G770	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7 Home Basic OA CIS and GE, лицензия OEM</li> <li>• Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic Open 1 License No Level, лицензия №60411808, дата выдачи 24.05.2012 г.</li> <li>• Microsoft Windows 7 Home Basic OA CIS and GE, лицензия OEM</li> <li>• Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic Open 1 License No Level, лицензия №60411808, дата выдачи 24.05.2012 г.</li> </ul>
Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа пр. Гагарина, 23, корп. 5, ауд. 303	аква-дистиллятор ДЭ-4-2, анионный супресор SeQuant/SAMS для стандартного анализа SeQuant, весы аналитические AUX320 Shimadzu весы лабораторные, ионно-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г.</li> <li>• Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level</li> </ul>

	жидкостной хроматограф LC-20ADsp, Shimadzu, кондуктометр Анион, магнитная мешалка с нагревом RET basic IKAMAG safety control, спектрофотометр СФ-46, термостат жидкостный мод. Alpha A24, персональный компьютер	Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г.
помещение для самостоятельной работы пр. Гагарина, 23, корп. 5, ауд. 321	Хромато-масс-спектрометр Thermo Focus DSQ II, комплект лабораторной мебели, центрифуга для стеклянных и пластиковых пробирок, вакуумный насос, весы аналитические AUX220 Shimadzu, комплекс хроматографический газовый "Хромос GX-1000», мешалка магнитная MMS-3000, BioSan, комплект лабораторной мебели, лабораторная посуда, вытяжные шкафы, термостаты, сушильные шкафы, персональные компьютеры, имеется выход в интернет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г.</li> <li>• Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г.</li> </ul>

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду (205 корп. 1).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ. Приказ ННГУ от 13.05.2020г. № 275-ОД «О введении в действие образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

#### Авторы

к.х.н., доцент кафедры аналитической химии	_____	Е.В. Елипашева,
к.х.н., доцент кафедры аналитической химии	_____	Н.В. Кулешова,
к.х.н., доцент кафедры аналитической химии	_____	П.В. Мосягин.

#### Рецензент

к.х.н., доцент кафедры физической химии	_____	А.В. Будруев
---	-------	--------------

Профессор кафедры аналитической и медицинской химии, д.х.н., профессор	_____	Крылов В.А.
---	-------	-------------