

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйствен-  
ная академия имени Н.В. Верещагина»

Факультет технологический

Кафедра молока и молочных продуктов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**Направление подготовки (специальность):**

35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура

**Профиль:**

Аквакультура

**Квалификации выпускника:** бакалавр

Вологда – Молочное  
2025

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура

Разработчик

к.т.н., доцент Бурмагина Т. Ю.

Программа одобрена на заседании кафедры технологии молока и молочных продуктов от 20.02.25, протокол № 6.

И.о завед. кафедрой,

к.т.н., доцент Матвеева Н.О.

Рабочая программа дисциплины согласована на заседании методической комиссии технологического факультета от 20.02.25, протокол № 6.

Председатель методической комиссии

к.т.н., доцент Неронова Е. Ю.

## 1. Цель и задачи учебной дисциплины

**Цели и задачи дисциплины:** углубление имеющихся представлений и получение новых знаний и умений в области химии, без которых невозможно решение современных технологических, экологических и энергетических проблем, стоящих перед человечеством. «Аналитическая химия» - готовит специалистов, владеющих теоретическими основами и практическими приемами основных химических и инструментальных методов анализа, умеющих проводить обработку результатов аналитических определений.

### **Задачи дисциплины:**

- 1) дать студентам знания по основам теории методов анализа состава вещества или смеси веществ;
- 2) привить умение воспринимать и анализировать полученную информацию;
- 3) привить у студентов умение работать на средней сложности физико-химических приборах, анализировать и обсуждать результаты экспериментов, обрабатывать их с помощью современной вычислительной техники (ПЭВМ).

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Индекс дисциплины. Б1.О.10.04

Области профессиональной деятельности и сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу бакалавриата, могут осуществлять профессиональную деятельность:

01 Образование и наука (в сфере научных исследований);

15 Рыбоводство и рыболовство (в сфере рационального использования и охраны водных биологических ресурсов, включая среду их обитания, в сфере искусственного воспроизводства и товарного выращивания гидробионтов, в сфере обеспечения экологической безопасности рыболовства и продукции аквакультуры, в том числе оценки экологического состояния и рыбохозяйственного значения естественных и искусственных водоемов, в сфере рыбохозяйственного и естественных и искусственных водоемов, в сфере рыбохозяйственного и экологического мониторинга антропогенного воздействия на водные биоресурсы, рыбохозяйственные водоемы, в сфере рыбохозяйственной и экологической экспертизы, в сфере надзора за рыбохозяйственной деятельностью).

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях профессиональной деятельности и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

Виды профессиональной деятельности выпускников:

В рамках освоения программы бакалавриата выпускники могут готовиться к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

- научно-исследовательский;
- производственно-технологический;
- организационно-управленческий.

Объекты профессиональной деятельности выпускников: экосистемы естественных и искусственных водоемов; – прибрежные зоны, водные биоресурсы; объекты аквакультуры и другие гидробионты; технологические процессы и оборудование предприятий аквакультуры.

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к базовой части федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура Код цикла по учебному плану: Б1.О.10.04

Освоение учебной дисциплины «Аналитическая химия» базируется на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении таких дисциплин как «Неорганическая

химия» в объеме.

К числу **входных знаний, навыков и готовностей** студента, приступающего к изучению дисциплины «Аналитическая химия», должны относиться:

- знания основных законов химии и других естественнонаучных дисциплин;
- навыки в подготовке, организации, выполнении химического лабораторного эксперимента;
- готовности измерять, наблюдать, анализировать и составлять описания проводимых исследований.

Дисциплина «Аналитическая химия» является базовой для последующего изучения дисциплин: Б1.О.10.02 Гидрохимия

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

Код и наименование компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций
ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области водных биоресурсов и аквакультуры ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Применяет информационно-коммуникационные технологии для решения стандартных задач в области водных биоресурсов и аквакультуры ИД-3 <sub>ОПК-1</sub> Использует специальное программное обеспечение при выполнении лабораторного исследования водных биологических ресурсов и среды их обитания

### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы.

#### 4.1. Структура учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Очное отделение
		Семестр 1
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
<i>В том числе:</i>		
Лекции	17	17
Практические занятия		
Лабораторные работы	17	17
<b>Самостоятельная работа, контроль</b>	<b>29</b>	<b>29</b>
	<b>9</b>	<b>9</b>
Вид промежуточной аттестации	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>
Общая трудоёмкость, часы	<b>72</b>	<b>72</b>
Зачётные единицы	2	2

#### 4.2. Содержание разделов учебной дисциплины

**Раздел 1. Введение. Теоретические основы химического анализа.** Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории. Направления развития аналитической химии как науки. Краткая историческая справка. Предмет, содержание и задачи аналитической химии. Классификация аналитических методов анализа: по диапазону определяемых содержаний, по размерам пробы, по аналитическому сигналу. Инструментальные (измерительные) методы анализа. Химические методы анализа. Стадии аналитического

процесса: отбор проб, пробоподготовка, измерение, оценка результатов измерений с учетом погрешностей.

**Раздел 2. Качественный анализ.** Аналитические реакции и их характеристики. Дробный и систематический методы анализа. Аналитические классификации катионов и анионов. Анализ катионов. Сульфидная классификация катионов: общие реакции катионов I, II, III, IV и V групп, групповой реагент, специфические реакции отдельных катионов. Кислотно-основная классификация: общие реакции катионов I, II, III, IV, V и VI групп, групповой реагент, специфические реакции отдельных катионов. Аммиачно-фосфатная классификация: общие реакции катионов I, II, III, IV и V групп, групповой реагент, специфические реакции отдельных катионов. Анализ смеси катионов. Анализ анионов: реакции анионов I, II и III групп, групповой реагент, специфические реакции анионов.

### **Раздел 3. Количественный анализ.**

**3.1 Кислотно-основное титрование.** Способы выражения состава растворов. Приготовление стандартных растворов. Методы пипетирования и отдельных навесок. Методы прямого, обратного титрования. Индикаторы кислотно-основного титрования. Кривые титрования сильной кислоты сильным основанием. Кривые титрования слабого основания сильной кислотой. Титрование солей на примере  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Титрование смесей веществ с 2-мя индикаторами.

**3.2 Методы окисления-восстановления (редоксиметрия).** Классификация методов окисления-восстановления. Способы фиксации точки эквивалентности. Кривые титрования в методах окисления-восстановления. Перманганатометрия. Иодометрия и другие методы окисления-восстановления.

**3.3 Методы осаждения и комплексонометрии.** Меркурометрия и меркуриметрия. Аргентометрия. Методы комплексонометрии. Жесткость воды и способы ее устранения. Способы очистки воды.

**3.4 Оптические методы анализа.** Классификация оптических методов анализа. Абсорбционная спектроскопия. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Условия проведения фотометрической реакции. Определение концентраций растворов в оптических методах анализа. Метод калибровочного графика, метод сравнения и добавок. Определение смесей веществ.

**3.5 Электрохимические методы анализа.** Классификация электрохимических методов анализа. Потенциометрия. Электроды сравнения, индикаторные и ионселективные. Прямая потенциометрия. Потенциометрическое титрование.

**3.6 Весовой анализ. Хроматография.** Методы весового анализа: метод отгонки и метод осаждения. Осаждаемая и весовая форма. Осадитель. Условия образования кристаллических и аморфных осадков. Осаждение гидроксидов. Классификация хроматографических методов анализа. Газовая хроматография. Жидкостная адсорбционная хроматография. Ионно-обменная хроматография.

## **4.3 Разделы учебной дисциплины и вид занятий**

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	Практич. занятия	Лаборатор. занятия	СРС	Контроль	Всего
1	Введение. Теоретические основы химического анализа.	1	-	1	3	-	5
2	Качественный анализ. Сульфидная классификация катионов	2	-	2	4	-	8
	Качественный анализ. Кислотно-основная и аммиачно-фосфатная классификация катионов. Анализ анионов.	2	-	2	4	-	8
3	Количественный анализ. Кислотно-основное титрование.	2	-	2	3	-	7
	Количественный анализ. Методы окисления-восстановления (редоксиметрия)	2	-	2	3	-	7

	Количественный анализ. Методы осаждения и комплексонометрии	2	-	2	3	-	7
	Количественный анализ. Оптические методы анализа	2	-	2	3	-	7
	Количественный анализ. Электрохимические методы анализа	2	-	2	3	-	7
	Количественный анализ. Весовой анализ. Хроматография	2	-	2	3	-	7
	Промежуточная аттестация (зачет)	-	-	-	-	9	9
	Итого:	17	-	17	29	9	72

## 5. Матрица формирования компетенций по дисциплине

№	Разделы, темы дисциплины	Общепрофессиональные компетенции	Общее количество компетенций
		ОПК-1	
1	Введение. Теоретические основы химического анализа.	+	1
2	Качественный анализ.	+	1
3	Количественный анализ.	+	1

## 6. Образовательные технологии

Объем аудиторных занятий всего 34 часа, в т.ч. лекции - 17 часов, лабораторные работы - 17 часов.

29,4 % (10 час) занятий в интерактивных формах от объема аудиторных занятий.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях.

Семестр	Вид занятия (Л, ПЗ, ЛР)	Наименование темы	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
1	Л, ЛР	Введение. Теоретические основы химического анализа.	Проблемная лекция (технология «перевернутый класс» с использованием Zoom, Mentimeter)	2
1	ЛР	Качественный анализ. Распознавание хлорид-, сульфат-, карбонат-анионов и катионов аммония, натрия, калия, кальция, бария	Виртуальная лабораторная работа на платформе <a href="https://www.virtulab.net/">https://www.virtulab.net/</a> .	2
1	ЛР	Тематическая конференция по химическим и физико-химическим методам анализа.	Дискуссия с использованием презентаций Power Point	2
1	ЛР	Количественный анализ. Кислотно-основное титрование	Виртуальная лабораторная работа на платформе <a href="http://chemcollective.org/labtech">http://chemcollective.org/labtech</a> .	1
1	ЛР	Количественный анализ. Методы окисления-восстановления (редоксиметрия)	Виртуальная лабораторная работа на платформе <a href="http://chemcollective.org/labtech">http://chemcollective.org/labtech</a> .	1
1	ЛР	Количественный анализ. Весовой анализ	Виртуальная лабораторная работа на платформе <a href="http://chemcollective.org/labtech">http://chemcollective.org/labtech</a> .	1
1	ЛР	Теоретические основы химического анализа	Коллоквиум с элементами геймификации ( <u>Mixed Reception</u> )	1
ВСЕГО				10

## 7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и по итогам усвоения дисциплины

Учебно-методическим обеспечением самостоятельной работы студентов являются лекции, методические указания к выполнению лабораторных работ по «Аналитической химии» (качественный и количественный анализ), по «Физико-химическим методам анализа» (оптические методы анализа и электрохимические методы анализа).

Оценочными средствами контроля являются четыре индивидуальных задания: по качественному анализу, методу нейтрализации, методам окисления-восстановления, осаждения, комплексонометрии, весовому анализу, физико-химическим методам анализа.

### 7.1. Виды самостоятельной работы, порядок их выполнения и контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды СРС	Порядок выполнения СРС	Метод контроля
1	Введение. Теоретические основы химического анализа.	Подготовка к ЛР Контрольная работа подготовка к коллоквиуму	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет- ресурсами	Устный опрос Тестирование в системе (входной тест) Контрольная работа Коллоквиум
2	Качественный анализ. Сульфидная классификация катионов	Подготовка к ЛР, подготовка к тестированию, подготовка к коллоквиуму	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет- ресурсами, подготовка отчета по ЛР	Устный опрос Тестирование в системе Moodle (тест 1) Коллоквиум
	Качественный анализ. Кислотно-основная и аммиачно-фосфатная классификация катионов. Анализ анионов.	Подготовка к ЛР, подготовка к тестированию, подготовка к коллоквиуму	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет- ресурсами, подготовка отчета по ЛР	Устный опрос Тестирование в системе Moodle (тест 1) Коллоквиум
3	Количественный анализ. Кислотно-основное титрование.	Подготовка к ЛР, подготовка к тестированию	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет- ресурсами, подготовка отчета по ЛР	Устный опрос Тестирование в системе Moodle (тест 2)
	Количественный анализ. Методы окисления-восстановления (редоксиметрия)	Подготовка к ЛР, подготовка к тестированию	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет- ресурсами, подготовка отчета по ЛР	Устный опрос Тестирование в системе Moodle (тест 3)
	Количественный анализ. Методы осаждения и комплексонометрии	Подготовка к ЛР, подготовка к тестированию	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет- ресурсами	Устный опрос Тестирование в системе Moodle (тест 4)
	Количественный анализ. Оптические методы анализа	Подготовка к ЛР, подготовка к тестированию	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет- ресурсами	Устный опрос Тестирование в системе Moodle (тест 5)
	Количественный анализ. Электрохимические методы анализа	Подготовка к ЛР, подготовка к тестированию	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет- ресурсами	Устный опрос Тестирование в системе Moodle (тест 6)

Количественный анализ. Весовой анализ. Хроматография	Подготовка к ЛР, подготовка к докладу, подготовка к коллоквиуму	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами	Устный опрос Реферат Коллоквиум
--	---	---	---------------------------------------

## 7.2. Контрольные вопросы для самопроверки

Раздел (тема) дисциплины	Контрольные вопросы для самопроверки
Введение. Теоретические основы химического анализа.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Направления развития аналитической химии.</li> <li>2. Предмет, содержание и задачи аналитической химии.</li> <li>3. Понятия: анализ, метод анализа, аналитический сигнал, обнаружение, идентификация, метод квартования.</li> <li>4. Классификация аналитических методов анализа: по диапазону определяемых содержаний, по размерам пробы.</li> <li>5. Классификация аналитических методов анализа по аналитическому сигналу.</li> <li>6. Инструментальные методы анализа: физические и физико-химические методы.</li> <li>7. Химические методы анализа.</li> <li>8. Качественный анализ: задача и методы.</li> <li>9. Количественный анализ: задача, классификация.</li> <li>10. Стадии аналитического процесса: отбор проб, пробоподготовка, измерение, оценка результатов измерений.</li> <li>11. Классификация и расчет погрешностей в химическом анализе.</li> </ol>
Качественный анализ. Сульфидная классификация катионов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе катионов I аналитической группы (сульфидная классификация)?</li> <li>2. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе катионов II аналитической группы (сульфидная классификация)?</li> <li>3. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе катионов III аналитической группы (сульфидная классификация)?</li> <li>4. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе катионов IV аналитической группы (сульфидная классификация)?</li> <li>5. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе катионов V аналитической группы (сульфидная классификация)?</li> <li>6. Какие катионы относятся к I аналитической группе катионов (сульфидная классификация)?</li> <li>7. Какие катионы относятся к II аналитической группе катионов (сульфидная классификация)?</li> <li>8. Какие катионы относятся к III аналитической группе катионов (сульфидная классификация)?</li> <li>9. Какие катионы относятся к IV аналитической группе катионов (сульфидная классификация)?</li> <li>10. Какие катионы относятся к V аналитической группе катионов (сульфидная классификация)?</li> </ol>
Качественный анализ. Кислотно-основная и аммиачно-фосфатная классификация катионов. Анализ анионов.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе катионов I аналитической группы (кислотно-основная классификация)?</li> <li>2. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе катионов II аналитической группы (кислотно-основная классификация)?</li> <li>3. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе катионов III аналитической группы (кислотно-основная классификация)?</li> <li>4. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе катионов IV аналитической группы (кислотно-основная классификация)?</li> <li>5. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе катионов V аналитической группы (кислотно-основная классификация)?</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе катионов VI аналитической группы (кислотно-основная классификация)?</li> <li>7. Какие катионы относятся к I аналитической группе катионов (кислотно-основная классификация)?</li> <li>8. Какие катионы относятся к II аналитической группе катионов (кислотно-основная классификация)?</li> <li>9. Какие катионы относятся к III аналитической группе катионов (кислотно-основная классификация)?</li> <li>10. Какие катионы относятся к IV аналитической группе катионов (кислотно-основная классификация)?</li> <li>11. Какие катионы относятся к V аналитической группе катионов (кислотно-основная классификация)?</li> <li>12. Какие катионы относятся к VI аналитической группе катионов (кислотно-основная классификация)?</li> <li>13. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе катионов I аналитической группы (аммиачно-фосфатная классификация)?</li> <li>14. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе катионов II аналитической группы (аммиачно-фосфатная классификация)?</li> <li>15. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе катионов III аналитической группы (аммиачно-фосфатная классификация)?</li> <li>16. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе катионов IV аналитической группы (аммиачно-фосфатная классификация)?</li> <li>17. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе катионов V аналитической группы (аммиачно-фосфатная классификация)?</li> <li>18. Какие катионы относятся к I аналитической группе катионов (аммиачно-фосфатная классификация)?</li> <li>19. Какие катионы относятся к II аналитической группе катионов (аммиачно-фосфатная классификация)?</li> <li>20. Какие катионы относятся к III аналитической группе катионов (аммиачно-фосфатная классификация)?</li> <li>21. Какие катионы относятся к IV аналитической группе катионов (аммиачно-фосфатная классификация)?</li> <li>22. Какие катионы относятся к V аналитической группе катионов (аммиачно-фосфатная классификация)?</li> <li>23. Какие анионы относятся к I аналитической группе анионов?</li> <li>24. Какие анионы относятся к II аналитической группе анионов?</li> <li>25. Какие анионы относятся к III аналитической группе анионов?</li> <li>26. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе анионов I аналитической группы?</li> <li>27. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе анионов II аналитической группы?</li> <li>28. Каким реактивом можно обнаружить присутствие в растворе анионов III аналитической группы?</li> </ol>
<p>Количественный анализ. Кислотно-основное титрование.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие индикаторы используются при определении содержания сильной кислоты?</li> <li>2. Какие индикаторы используются при определении содержания сильной основания?</li> <li>3. Как определить точку эквивалентности?</li> <li>4. Какой раствор называют стандартным?</li> <li>5. Какой раствор называют стандартизованным?</li> <li>6. Что называют титрантом?</li> <li>7. Что называют стандартным раствором?</li> <li>8. Каковы требования к стандартному раствору?</li> <li>9. Что называют стандартным раствором?</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>10. Какие существуют способы определения конечной точки титрования?</li> <li>11. Для чего используют индикаторы?</li> <li>12. Что называют интервалом перехода индикатора?</li> <li>13. Каков интервал перехода индикатора – метиловый оранжевый?</li> <li>14. Каков интервал перехода индикатора – фенолфталеин?</li> <li>15. Каков интервал перехода индикатора – лакмус?</li> </ol>
Количественный анализ. Методы окисления-восстановления (редоксиметрия)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что называют окислителем?</li> <li>2. Что называют восстановителем?</li> <li>3. Какой реактив в качестве титранта используется в перманганатометрии?</li> <li>4. Какой реактив в качестве титранта используется в иодометрии?</li> <li>5. Какой реактив в качестве титранта используется в дихроматометрии?</li> <li>6. Как определяется точка эквивалентности в перманганатометрии?</li> <li>7. Что называют кривой титрования в редоксиметрии?</li> <li>8. Какие Вам известны методы редоксиметрии?</li> <li>9. Что называют кривой титрования в редоксиметрии?</li> </ol>
Количественный анализ. Методы осаждения и комплексонометрии	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как добиваются полного осаждения?</li> <li>2. Какой реактив используется в аргентометрии?</li> <li>3. Какой реактив используется в меркурометрии?</li> <li>4. Каковы особенности строения комплексных соединений?</li> <li>5. Что называют лигандом?</li> <li>6. Какие вещества относят к комплексонам?</li> <li>7. Какие вещества относят к металлоиндикаторам?</li> <li>8. Что называют жесткостью воды?</li> <li>9. В каких единицах измеряется жесткость?</li> <li>10. Кая вода считается «жесткой»?</li> <li>11. Какая вода считается «мягкой»?</li> </ol>
Количественный анализ. Оптические методы анализа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Молекулярный абсорбционный анализ.</li> <li>2. Основной закон светопоглощения (закон Бугера-Ламберта-Бера).</li> <li>3. Что такое оптическая плотность?</li> <li>4. Что такое светопропускание?</li> <li>5. Что называют спектром поглощения?</li> <li>6. Люминесцентный анализ. Общая характеристика и теоретические основы метода. Применение метода.</li> <li>7. Эмиссионный спектральный анализ. Теоретические основы метода.</li> <li>8. Фотометрия пламени. Аппаратура и практическое применение метода.</li> </ol>
Количественный анализ. Электрохимические методы анализа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полярография.</li> <li>2. Кондуктометрия.</li> <li>3. Кулонометрия.</li> <li>4. Потенциометрия</li> <li>5. Электрохимические методы анализа. Классификация методов.</li> <li>6. Кондуктометрия. Теоретические основы метода. Применение метода кондуктометрии.</li> <li>7. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование.</li> <li>8. Высокочастотное титрование.</li> <li>9. Вольтамперометрия. Вольтамперограммы. Применение метода.</li> <li>10. Кулонометрия. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование.</li> <li>11. Потенциометрия. Общая характеристика и теоретические основы метода.</li> <li>12. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Применение метода.</li> </ol>
Количественный анализ. Весовой анализ. Хромотография	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что лежит в основе весового метода анализа?</li> <li>2. Что называют осаждаемой формой? Какие требования предъявляются к ней?</li> <li>3. Что называют осадителем? Какие требования предъявляются к нему?</li> <li>4. Каковы условия образования кристаллических и аморфных осадков?</li> </ol>

	<p>5. Определите порядок основных операций гравиметрического метода анализа:</p> <p>а) охлаждение и взвешивание осадка  б) расчет, взвешивание и растворение навески  в) промывание, прокаливание осадка  г) фильтрование осадка  д) осаждение и созревание осадка</p> <p>8. Хроматография, теоретические основы метода. Применение метода.</p> <p>9. Классификация методов хроматографии.</p> <p>10. Хроматограммы.</p> <p>11. Газовая хроматография. Применение метода.</p> <p>12. Жидкостная хроматография. Применение метода.</p> <p>13. В чем отличие газовой и жидкостной хроматографии?</p> <p>14. В чем особенность качественного хроматографического анализа?</p> <p>15. Что лежит в основе количественного анализа в хроматографии?</p> <p>16. Тонкослойная хроматография. Применение метода.</p> <p>17. Гель-хроматография. Применение метода.</p>
--	---

### 7.3 Вопросы для промежуточной аттестации (зачет)

Вопросы для проведения промежуточной аттестации представлены в виде следующего перечня:

1. Направления развития аналитической химии как науки.
2. Предмет, содержание и задачи аналитической химии.
3. Классификация химических методов анализа. Характеристики качественного и количественного анализа.
4. Стадии аналитического процесса.
5. Аналитические реакции. Реакции групповые, избирательные, специфические. Реакции открытия, идентификации и отделения.
6. Характеристики аналитических реакций (селективность, специфичность, чувствительность).
7. Способы выполнения аналитических реакций.
8. Условия проведения аналитических реакций.
9. Дробный метод анализа.
10. Систематический метод анализа.
11. Кислотно-основная классификация катионов.
12. Сульфидная классификация катионов.
13. Аммиачно-фосфатная классификация катионов.
14. Анализ анионов.
15. Основные реагенты, используемые при анализе продуктового сырья и продуктов питания
16. Правила работы с мерной посудой
17. Расчеты при приготовлении рабочих растворов
18. Приготовление раствора комплексона III
19. Как определить концентрации раствора комплексона III
20. Как определить концентрацию  $\text{Ca}^{+2}$  и  $\text{Mg}^{+2}$  в воде и продуктах
21. Как приготовить серию стандартных растворов
22. Выбор светофильтра и рабочей длины кюветы
23. Определение зависимости оптической плотности раствора D от концентрации и построение градуировочного графика
24. Как подготовить иономер (рН-метр) к работе
25. Буферные растворы. Как настроить прибор по стандартным буферным растворам.
26. Измерения рН растворов, сырья и продуктов питания

27. Титриметрические методы анализа в пищевых производствах
28. Фотометрические методы анализа в пищевых производствах
29. Электрохимические методы анализа при исследовании пищевого сырья, функциональных ингредиентов
30. Биоэлементы кальция и магний в пищевых продуктах. Методы анализа.
31. Биоэлементы натрия и калий в пищевых продуктах. Методы анализа.
32. Биоэлементы йод и селен в пищевых продуктах. Методы анализа.
33. Биоэлементы железо и медь в пищевых продуктах. Методы анализа.
34. Биоэлемент цинк в пищевых продуктах. Методы анализа.
35. Биоэлемент марганец в пищевых продуктах. Методы анализа.
36. Индикаторные ошибки титрования.
37. Кислотно-основное титрование в техническом контроле пищевых производств
38. Йодометрическое титрование в техническом контроле пищевых производств.

#### **Примерный перечень задач:**

1. Если на титрование навески калия карбоната с индикатором фенолфталеином было израсходовано 10,15 мл соляной кислоты с молярной концентрацией 0,1200 моль/л, чему равна масса навески вещества?
2. 2,000 г образца соли аммония растворили в воде и получили 100,0 мл раствора. К аликвотной доле полученного раствора объемом 10,00 мл добавили 20,00 мл раствора калия гидроксида с концентрацией 0,09000 моль/л, и на титрование непрореагировавшего избытка щелочи пошло 8,55 мл соляной кислоты с молярной концентрацией 0,1000 моль/л. Чему равна массовая доля аммиака в образце равна.
3. Навеску молекулярного железа растворили в серной кислоте и оттитровали 17,15 мл раствора калия перманганата с молярной концентрацией 0,009500 моль/л. Вычислить массу навески железа.
4. На титрование навески соли Мора было израсходовано 15,00 мл раствора калия перманганата с молярной концентрацией эквивалента 0,07500 моль/л. Чему равна масса навески соли Мора?
5. Вычислить массовую долю водорода пероксида в растворе в %, если на титрование 15,00 мл этого раствора (1,0 г/мл) было затрачено 8,95 мл раствора калия перманганата с молярной концентрацией 0,01010 моль/л.
6. Какую массу навески дигидрата щавелевой кислоты следует взять для приготовления 250,0 мл раствора с молярной концентрацией эквивалента кислоты 0,1000 моль/л?
7. Рассчитать массу навески натрия карбоната, необходимую для приготовления 500,0 мл раствора с молярной концентрацией эквивалента соли 0,1000 моль/л.
8. Рассчитать массу навески безводного натрия тетрабората, необходимую для приготовления 200,0 мл раствора с молярной концентрацией эквивалента соли 0,1000 моль/л
9. При анализе контрольного раствора, содержащего 1,5437 г. ионов меди, методом йодометрии получено среднее значение  $\bar{X}_{ср} = 1,5418$  г. Вычислить абсолютную и относительную погрешность.
10. Какова массовая доля и молярная концентрация эквивалента  $\text{HNO}_3$  в растворе с  $C = 2,27$  моль/л, с плотностью 1,113 г/мл.
11. Вычислите молярную концентрацию и титр раствора рутина (витамина Р), если при 258 нм оптическая плотность анализируемого раствора равна 0,780, а стандартного раствора с концентрацией  $6,0 \cdot 10^{-5}$  моль/л – 0,640.  $M(\text{рутина}) = 610$  г/моль.
12. Выпадет ли осадок при смешении равных объемов 0,05 М раствора ацетата свинца  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  и 0,5 М раствора хлорида калия  $\text{KCl}$ ?

#### **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

##### **а) основная литература:**

1. Полянская, И.С. Аналитическая химия. Исследование состава агробиологических объектов [Электронный ресурс] : Учебно-методическое пособие. Ч. 1. Количественный анализ / Мин-во сел. хоз-ва РФ, Вологодская ГМХА ; [сост.: И. С. Полянская, Т. Ю. Бурмагина]. - Электрон. дан. - Вологда ; Молочное : ВГМХА, 2021. - 90 с.

2. Физико-химические методы анализа (исследования) [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / сост. Е. В. Короткая [и др.]. - Электрон.дан. - Кемерово : КемГУ, 2019. - 168 с. - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/134329>

3. Аналитическая химия. Химические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Беляева, Н. С. Голубева, И. В. Тимощук [и др.]. - Электрон.дан. - Кемерово : КемГУ, 2020. - 175 с. - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/162569>

#### **б) дополнительная литература:**

1. Глинка, Николай Леонидович. Задачи и упражнения по общей химии : учебно-практич. пособие для бакалавров : для студ. по естественно-научным направл. и спец. : [современный курс] / Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 14-е изд. - М. : Юрайт, 2014. - 236, [1] с. - (Бакалавр) (УМО ВО рекомендует)

2. Химия. Химия неорганическая. Химия аналитическая [Электронный ресурс] : метод. указ. для самост. работы и задан. к выполн. контролн. рабаты для студ. заочн. отдел. инж. фак-та, фак-в агрономии и лес.хоз., вет.мед. и биотехнол. и технологич. факульт. / М-во сельского хоз-ва Рос. Федерации, Вологодская ГМХА ; [сост.: И. С. Полянская, А. Л. Новокшанова]. - Электрон. дан. - Вологда ; Молочное : ВГМХА, 2015. - 97 с. - Систем. требования: Adobe Reader Внешняя ссылка: <https://molochnoe.ru/ebs/notes/720/download>

3. Шевель, Н. М. Основы аналитической химии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. М. Шевель. - Электрон.дан. - Белгород : БелГАУ им.В.Я.Горина, 2018. - 138 с. - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/123436>

4. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учебник / [Н. И. Мовчан и др.]. - Электрон.дан. - М. : Инфра-М, 2018. - 394 с. - (Высшее образование - Бакалавриат). - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=977577>

5. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / К. Г. Боголицын, Н. Л. Иванченко, А. Н. Шкаев [и др.]. - Электрон.дан. - Архангельск : САФУ, 2018. - 119 с. - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/161856>

6. Попова, Л. Ф. Аналитическая химия. Химические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. Ф. Попова, Ю. А. Бахматова. - Электрон.дан. - Архангельск : САФУ, 2019. - 153 с. - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/161926>

#### **в) Интернет-ресурсы, программное обеспечение**

##### **Лицензионное программное обеспечение:**

Microsoft Windows XP / Microsoft Windows 7 Professional , Microsoft Office Professional 2003 / Microsoft Office Professional 2007 / Microsoft Office Professional 2010  
STATISTICA Advanced + QC 10 for Windows

##### **в т.ч. отечественное**

Astra Linux Special Edition РУСБ 10015-01 версии 1.6.

1С:Предприятие 8. Конфигурация, 1С: Бухгалтерия 8 (учебная версия)

Project Expert 7 (Tutorial) for Windows

СПС КонсультантПлюс

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный

##### **Свободно распространяемое лицензионное программное обеспечение:**

OpenOffice

LibreOffice

7-Zip

Adobe Acrobat Reader

Google Chrome  
в т.ч. отечественное  
Яндекс.Браузер

### **Информационные справочные системы**

- Единое окно доступа к образовательным ресурсам – режим доступа: <http://window.edu.ru/>
- ИПС «КонсультантПлюс» – режим доступа: <http://www.consultant.ru/>
- Интерфакс - Центр раскрытия корпоративной информации (сервер раскрытия информации) – режим доступа: <https://www.e-disclosure.ru/>
- Информационно-правовой портал ГАРАНТ.RU – режим доступа: <http://www.garant.ru/>
- Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника» (web-версия) - режим доступа: <http://gtnexan.ru/>

### **Профессиональные базы данных**

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – режим доступа: <http://elibrary.ru>
- Наукометрическая база данных Scopus: база данных рефератов и цитирования – режим доступа: <https://www.scopus.com/customer/profile/display.uri>
- Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики – режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (Открытый доступ)
- Российская Академия Наук, открытый доступ к научным журналам – режим доступа: <http://www.ras.ru> (Открытый доступ)
- Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации – режим доступа: <http://mcsx.ru/> (Открытый доступ)

### **Электронные библиотечные системы:**

- Электронный библиотечный каталог Web ИРБИС – режим доступа: [https://molochnoe.ru/cgi-bin/irbis64r\\_14/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBNAM=STATIC&I21DBN=STATIC](https://molochnoe.ru/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBNAM=STATIC&I21DBN=STATIC)
- ЭБС ЛАНЬ – режим доступа: <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС Znanium.com – режим доступа: <https://new.znanium.com/>
- ЭБС ЮРАЙТ – режим доступа: <https://urait.ru/>
- ЭБС POLPRED.COM: <http://www.polpred.com/>
- Электронная библиотека издательского центра «Академия»: <https://www.academia-moscow.ru/elibrary/> (коллекция СПО)
- ЭБС ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА – режим доступа: <https://molochnoe.ru/ebs/>

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

Учебная аудитория 1225 для проведения занятий лекционного и семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: экран для проектора 1 шт., проектор - 1 шт., компьютер в комплекте - 1 шт.

Учебная аудитория 1234 для проведения занятий лекционного и семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: экран для проектора 1 шт., проектор - 1 шт., компьютер в комплекте - 1 шт.

Учебная аудитория 1325 Лаборатория неорганической и аналитической химии, для проведения лабораторных занятий. Основное оборудование: весы лабораторные 2 класса точности, холодильник Либиха, водяная баня, песчаная баня, спиртовка, фарфоровая

ступка с пестиком, делительная воронка цилиндрическая, вакуум-насос, палетка, ареометр, фотоколориметр концентрационный КФК-2, иономер ЭВ-74, электрические плитки, весы аналитические, рефрактометр ИРФ-454, холодильник бытовой, вытяжной шкаф, сушильный шкаф, муфельная печь.

Для изучения дисциплины «Общая химия и основы химического анализа» имеются необходимые оборудование, приборы и реактивы.

Реактивы	Приборы, посуда и оборудование
1. Индикаторы: фенолфталеин, лакмус, универсальная индикаторная бумага с тубусом	1. бытовой холодильник
2. Кислоты: хлороводородная (соляная), серная, азотная, уксусная, фосфорная, щавелевая	2. электроплитка
3. Основания: гидроксид натрия, гидроксид калия, водный раствор аммиака, баритовая вода	3. термометр ртутный
4. Соли: тетраборат натрия, карбонат калия, карбонат натрия, гидрокарбонат натрия или калия, хлорид аммония, оксалат натрия, оксалат аммония, перманганат калия, дихромат калия, иодид калия, йод, тиосульфат натрия, крахмал, хлорид кальция, хлорид (сульфат) магния, комплексон III, эриохром черный, мурексид, фенолфталеин, метилоранж, нитрат аммония, хлорид бария, нитрат серебра, хлорид натрия, хромат калия, сульфат железа III, соль Мора, медный купорос, алюминиевые квасцы, сульфат никеля, пероксидсульфат аммония, алюминон, ализарин, хлорная известь, хлорид кобальта, красная кровяная соль $K_3[Fe(CN)_6]$ , сульфат меди, ацетат свинца, сульфат калия, хлорид алюминия	4. водяная баня металлическая
	5. песчаная баня
	6. фарфоровая ступка, пестик
	7. пробирка на 10-15см <sup>3</sup>
	8. палочка стеклянная
	9. бумага фильтровальная
	10. «кипелки»
	11. палетка
	12. прибор для электролиза
	13. кристаллизатор
	14. химические стаканы на 50 см <sup>3</sup> , 100 см <sup>3</sup> , 150 см <sup>3</sup> , 250 см <sup>3</sup>
	15. колбы конические на 100 см <sup>3</sup> , 250 см <sup>3</sup>
	16. мерные колбы емкостью 50 см <sup>3</sup> , 100 см <sup>3</sup> , 200 см <sup>3</sup> , 500 см <sup>3</sup> , 1000 см <sup>3</sup> , 2000 см <sup>3</sup>
	17. пипетка-Мора на 1 см <sup>3</sup> , 5 см <sup>3</sup> , 10 см <sup>3</sup> , 20 см <sup>3</sup>
	18. бюретки на 25 см <sup>3</sup> , 50 см <sup>3</sup>
	19. склянки емкостью 500 см <sup>3</sup> , 250 см <sup>3</sup> , 1000 см <sup>3</sup> , 2000 см <sup>3</sup>
	20. бутылки для дистиллированной воды 10 л, 20 л
	21. воронки солевые, воронки бюреточные, воронки для фильтрования
	22. пипетки полуавтомат на 1 см <sup>3</sup> , 5 см <sup>3</sup> , 10 см <sup>3</sup>
	23. измерительные цилиндры на 10 см <sup>3</sup> , 25 см <sup>3</sup> , 50 см <sup>3</sup> , 100 см <sup>3</sup>
	24. капельницы для растворов индикаторов
	25. предметные стекла, часовые стекла
	26. промывалки
	27. пипетки стеклянные градуированные
	28. наборы лабораторий для проведения качественных реакций
	29. штатив металлический для бюретки
	30. штатив для пробирок
	31. шпатель
	32. ареометры
	33. весы аналитические
	34. весы техно-аналитические
	35. фотоэлектроколориметр
	36. потенциометр
	37. рефрактометр
	38. спектрофотометр
	39. пламенный спектрофотометр
	40. дистиллятор
	41. тигельные щипцы

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, исходя из индивидуальных психофизических особенностей и по личному заявлению обучающегося, в части создания специальных условий.

В специальные условия могут входить: предоставление отдельной аудитории, необходимых технических средств, присутствие ассистента, оказывающего необходимую техническую помощь, выбор формы предоставления инструкции по порядку проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, использование специальных техниче-

ских средств, предоставление перерыва для приема пищи, лекарств и др.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- – предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить плоскочечатную информацию в аудиальную форму;
- возможность использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом индивидуальных особенностей и состояния здоровья студента;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- использование чёткого и увеличенного по размеру шрифта и графических объектов в мультимедийных презентациях;
- озвучивание визуальной информации, представленной обучающимся в ходе занятий;
- обеспечение раздаточным материалом, дублирующим информацию, выводимую на экран;
- обеспечение особого речевого режима преподавания: лекции читаются громко, разборчиво, отчётливо, с паузами между смысловыми блоками информации, обеспечивается интонирование, повторение, акцентирование, профилактика рассеивания внимания;
- минимизация внешнего шума и обеспечение спокойной аудиальной обстановки;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, в виде пометок в заранее подготовленном тексте).

Для лиц с нарушениями слуха:

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить аудиальную форму лекции в плоскочечатную информацию;
- наличие возможности использовать индивидуальные звукоусиливающие устройства и сурдотехнические средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации; осуществлять взаимобратный перевод текстовых и аудиофайлов (блокнот для речевого ввода), а также запись и воспроизведение зрительной информации.
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала (структурно-логические схемы, таблицы, графики, концентрирующие и обобщающие информацию, опорные конспекты, раздаточный материал);
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего)

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- возможность использовать специальное программное обеспечение и специальное оборудование, предоставляемое по линии ФСС и позволяющее компенсировать двигательный дефект (коляски, ходунки, трости и др.);
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- обеспечение беспрепятственного доступа в помещения, а также пребывания в них;
- использование дополнительного информационно-методического обеспечения:

<http://umcvpo.ru/about-project> - Федеральный портал высшего образования студентов с инвалидностью и ОВЗ

<http://nvda.ru/> - Программа экранного доступа «NVDA (Non Visual Desktop Access)»

(«Синтезатор речи») для перевода письменной речи в устную

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся

## 10. Карта компетенций дисциплины

Аналитическая химия (направление подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения)					
Цель дисциплины		подготовка специалистов, владеющих теоретическими основами и практическими приемами основных химических и инструментальных методов анализа, умеющих проводить обработку результатов аналитических определений.			
Задачи дисциплины		1) дать студентам знания по основам теории методов анализа состава вещества или смеси веществ; 2) привить умение воспринимать и анализировать полученную информацию; 3) привить у студентов умение работать на средней сложности физико-химических приборах, анализировать и обсуждать результаты экспериментов, обрабатывать их с помощью современной вычислительной техники (ПЭВМ).			
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Компетенции		Перечень компонентов (планируемые результаты обучения)	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
Общепрофессиональные компетенции					
ОПК-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области водных биоресурсов и аквакультуры ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Применяет информационно-коммуникационные технологии для решения стандартных задач в области водных биоресурсов и аквакультуры ИД-3 <sub>ОПК-1</sub> Использует специальное программное обеспечение при выполнении лабораторного исследования водных биологических ресурсов и среды их обитания	Лекции  Лабораторные занятия  Самостоятельная работа  Интерактивные занятия	Тестирование  Устный ответ  Контрольная работа  Коллоквиум  Реферат  Зачет	<b>Пороговый (зачёт)</b> От 60 баллов Знает: основные методы анализа продукции. Умеет: готовить стандартные растворы, стандартизированные растворы; проводить химические и физ. химические исследования, интерпретировать полученные аналитические результаты. Владеет: навыками проведения аналитических анализов, использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области водных биоресурсов и аквакультуры