

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №16 от 12 мая 25 г.

Рабочая программа дисциплины

«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Направление: 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

Технология переработки пищевого растительного сырья

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Яковлева Ариадна Алексеевна Дата подписания: 07.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Евстафьев Сергей Николаевич Дата подписания: 09.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 25 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Аналитическая химия» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-2 Способность использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья	ПКС-2.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.1	Применяет знания по химическим и физико-химическим методам анализа для решения задач в области пищевой промышленности	Знать основные этапы качественного и количественного химического анализа; теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа Уметь применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач Владеть основными приёмами и методиками проведения химического и физико-химического анализа веществ;

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Аналитическая химия» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Основы общей и неорганической химии», «Физика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Биоорганическая химия», «Биохимия», «Методы исследования сырья и готовой продукции», «Пищевая химия», «Физико-химические методы исследования сырья и готовой продукции», «Физическая и коллоидная химия»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)
--------------------	---

	Всего	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Аудиторные занятия, в том числе:	18	18
лекции	6	6
лабораторные работы	6	6
практические/семинарские занятия	6	6
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	153	153
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Общие понятия. Классификация методов анализа	1	2					2	50	Тест
2	Химические методы анализа	2	2	1	2	1	3	1	50	Тест
3	Инструментальны е методы анализа	3	2	2, 3	4	2	3	3	53	Тест
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен
	Всего		6		6		6		162	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Общие понятия. Классификация методов анализа	Предмет и задачи аналитической химии. Классификация методов анализа. Задачи и методы качественного и количественного анализа
2	Химические методы анализа	Титриметрический (объемный) метод анализа (сущность метода, стандартные и рабочие растворы, установочные вещества, способы приготовления и стандартизации растворов). Приемы титрования. Вычисления в титриметрии. Классификация титриметрических методов

		анализа (кислотно-основное титрование, окислительно-восстановительное титрование, комплексонометрическое титрование). Гравиметрический метод анализа (сущность метода, условия образования осадков, формы осадков, классификация гравиметрических методов, важнейшие операции и выбор оптимальных условий).
3	Инструментальные методы анализа	Общая характеристика инструментальных методов (особенности, области применения, основные приемы количественных определений). Потенциометрические методы анализа. Вольтамперометрические методы анализа. Кулонометрические методы анализа. Закона Бугера-Ламберта-Бера. Спектроскопические методы анализа. Основные принципы и понятия. Атомная эмиссионная спектроскопия. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Кинетические методы анализа. Хроматографические методы анализа. Основные понятия. Классификация методов. Теоретические основы. Основные виды хроматографии. Возможности методов в научном эксперименте

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 2

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Кислотно-основное титрование. Определение концентрации серной кислоты титрованием.	2
2	Определение pH потенциометрическим методом	2
3	Определение железа спектрофотометрическим методом анализа	2

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 2

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Способы устранения жёсткости воды	3
2	Определение кислотности молочной сыворотки методом потенциометрии	3

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических
---	---------	----------------------

		часов
1	Выполнение компьютерных экспериментов и компьютерных лабораторных работ в дистанционном режиме	50
2	Выполнение тренировочных и обучающих тестов в дистанционном режиме	50
3	Итоговый тест	53

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Видеоконференция, вебинар

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Для практических занятий во втором семестре основной методической разработкой является методическое пособие: Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: программа и методические указания к выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения / Иркут. гос. техн. ун-т, 2008. - 47 с. <http://elibr.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-5738.pdf>

Оно включает типовые задания и примеры их выполнения для практических работ. Кроме решения типовых задач обучающиеся должны углубленно ознакомиться с теоретическим материалом, связанным с рассматриваемой темой, провести анализ последовательности и вывести алгоритм решения, разработать вопросы, которые предназначены обучающимся по программе бакалавриата.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Отчет должен быть выполнен в установленный преподавателем срок, в соответствии с требованиями к оформлению отчета. Отчеты в назначенный срок сдаются на проверку.

Отчеты по лабораторным работам, группируются их по темам: Химические методы анализа; Инструментальные методы анализа.

Описание процедуры:

Подготовка отчетов выполняется студентами самостоятельно. Отчет по выполнению лабораторной работы состоит из теоретического введения по теме анализа, ходе выполнения лабораторной работы, результатов проведенного исследования по теме.

Вопросы для контроля: Вопросы для защиты лабораторных работ представлены в методических указаниях для самостоятельной работы студентов для заочной формы обучения [3].

Критерии оценки

Отчет считается сданным, если предложенные задания выполнены правильно, демонстрируется знание теоретического и практического материала, необходимого для выполнения работ.

Пример лабораторной работы

Метод кислотно-основного титрования

К кислотно-основному методу, таким образом, относятся объемные определения, в

которых для установления конца титрования используется резкое изменение pH титруемого раствора вблизи момента эквивалентности. В основе метода нейтрализации лежит реакция взаимодействия ионов водорода (гидроксония) и ионов гидроксила: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$.

Методом нейтрализации пользуются для количественного определения содержания в растворе кислот, оснований, кислых и гидролизующихся солей. В качестве рабочих растворов в методе нейтрализации, главным образом, используются растворы сильных кислот и оснований. Наиболее часто применяют 0,1N растворы соляной кислоты и едкого натра, которые обычно готовят из более концентрированных растворов этих веществ разбавлением водой, чтобы концентрация полученного раствора была близка к заданной величине. Далее точно устанавливают концентрацию этого раствора путем титрования им титрованного раствора (т.е. раствора с известной концентрацией) соответствующего исходного вещества. В аналитической практике для приготовления рабочих растворов применяют также фиксаналы.

Для установления концентрации раствора соляной кислоты в качестве точного раствора исходного вещества применяют титрованные растворы тетрабората натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ или карбоната натрия Na_2CO_3 . Установив концентрацию раствора кислоты, определяют концентрацию раствора щелочи, титруя ее кислотой.

Стандартизация рабочего раствора соляной кислоты

Для приготовления разбавленной кислоты рассчитывают на основе плотности и процентного состава концентрированной кислоты, какое количество ее следует взять, чтобы получить заданное количество разбавленной кислоты, и затем соответствующим образом разбавляют.

Для этого измеряют плотность соляной кислоты: в высокий цилиндр наливают концентрированную кислоту, опускают в нее ареометр и делают отсчет. По найденной плотности кислоты находят в справочной таблице ее процентное содержание.

Рассчитывают сколько мл концентрированной соляной кислоты надо взять, чтобы приготовить 500 мл раствора приблизительно 0,1N концентрации.

С помощью градуированной пробирки отмеривают в большую колбу количество кислоты на 4-5% большее, чем вычисленное, приливают туда же из измерительного цилиндра 500 мл дистиллированной воды и тщательно перемешивают.

Установление нормальности раствора соляной кислоты

Ход определения. Бюретку наполняют раствором соляной кислоты, заполняют носик и устанавливают уровень жидкости на нуле. В колбу для титрования с помощью пипетки отмеривают 10,0 мл 0,1 моль/л раствора буры, приливают 1-2 капли метилоранжа и титруют раствором соляной кислоты до перехода желтой окраски раствора в оранжевую. Записывают объем израсходованной кислоты. Первое титрование следует рассматривать как ориентировочное, повторяют его еще несколько раз. Титрование можно считать удовлетворительным, если последующее титрование отличается от предыдущего не более, чем на 0,1 мл.

Примечание: Перед каждым титрованием выливают оттитрованный раствор и ополаскивают колбочку дистиллированной водой.

Взяв из полученных отсчетов среднее арифметическое вычисляют нормальность приготовленного раствора соляной кислоты и его титр:

$$\text{CHCl} = \text{CNa}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot \text{VNa}_2\text{B}_4\text{O}_7 / \text{VHCl}$$

$$\text{THCl} = \text{CHCl} \cdot \text{M}_{\text{HCl}} / 1000$$

Аналогичным образом устанавливают нормальность раствора соляной кислоты, взяв вместо раствора буры 0,1N раствор едкого натра.

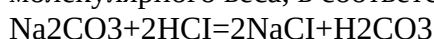
Определение содержания карбоната натрия

При взаимодействии соды с какой-либо кислотой, например, с соляной, протекают две последовательные реакции:

1. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$
2. $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{CO}_3$

Превращение карбоната в бикарбонат происходит при $\text{pH}=8,35$. Следовательно, соду можно титровать с фенолфталеином, интервал превращения которого лежит в пределах $\text{pH}=8,0-10,0$. В этом случае эквивалент соды равен ее молекулярному весу. Превращение бикарбоната в угольную кислоту происходит при $\text{pH}=3,75$. Следовательно, титрование можно проводить с метилоранжем, интервал превращения которого лежит в пределах $\text{pH}=3,1-4,4$.

В случае титрования Na_2CO_3 с метилоранжем эквивалент соды равен половине ее молекулярного веса, в соответствии с суммарной реакцией:



Ход определения. Титрование с метилоранжем. Исследуемый раствор переносят в колбу для титрования, приливают 1-2 капли метилоранжа и титруют раствором соляной кислоты до перехода желтой окраски раствора в оранжевую.

Титрование с фенолфталеином. Исследуемый раствор переносят в колбу для титрования, приливают 6-8 капель фенолфталеина и титруют раствором соляной кислоты до обесцвечивания.

Для каждого титрования вычисляют содержание соды в граммах в анализируемом объеме:

$$q \text{ Na}_2\text{CO}_3 = \frac{\text{HCl} \times V \text{ HCl} \times \text{Э Na}_2\text{CO}_3}{1000}$$

Из полученных двух результатов анализа берут среднее арифметическое и, узнав у преподавателя титр и объем анализируемого раствора соды, рассчитывают ее истинное содержание. Вычисляют абсолютную и относительную ошибки.

Контрольные вопросы

1. Сущность метода кислотно-основного титрования.
2. Ионное произведение воды. Форма и порядок его выражения.
3. Что такое диссоциация? Константа диссоциации. Степень диссоциации.
4. Что характеризует константа равновесия химической реакции?
5. Какие растворы называются буферными? Примеры? Какими свойствами они обладают и чем эти свойства обусловлены?
6. Что такое буферная емкость и чем она характеризуется?
7. Как меняется вид кривой титрования (величина скачка, положение точки эквивалентности) при изменении: - концентрации растворов; - констант диссоциации кислот или оснований; - температуры?
8. Кислотно-основные индикаторы. Ионно-хромовая теория индикаторов.
9. Что такое – интервал перехода окраски индикатора? Константа диссоциации и показатель титрования индикатора.
10. Характеристика индикаторов метилового оранжевого и фенолфталеина (интервал перехода окраски, цвет, показатель титрования).
11. Дайте краткую характеристику (основные уравнения реакций, титранты, индикаторы, области применения, достоинства и недостатки) метода нейтрализации.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Все материалы, которые должен освоить и пройти студент по курсу «Аналитическая химия» представлены в электронной системе Moodle на сайте университета. (<https://el.istu.edu/course/view.php?id=1609>). В разделе «Введение» описаны все этапы, которые должен пройти студент в процессе изучения данного курса (<https://el.istu.edu/mod/page/view.php?id=56931>). В начале каждой темы рассмотрены теоретические вопросы, в конце каждого раздела представлены контрольные вопросы, лабораторные работы, задачи с примерами решения и тесты. Теоретическим материалом курса данной дисциплины следует овладевать последовательно в соответствии с представленной программой. Завершающим этапом обучения является выполнение конкретных заданий, в которых студент обязан ответить на вопросы тестирования. Прежде чем приступать к тестированию, необходимо самостоятельно оценить собственный результат освоения той или иной темы. Для этого и предназначены контрольные вопросы и задачи для решения после каждой темы и лабораторной работы.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 2 | Тест

Описание процедуры.

Выполнение тренировочных и обучающих тестов

Цель работы: Закрепить пройденный материал по теме.

Задание: Пройти промежуточный тест по каждой теме в системе Moodle: 5 заданий, время выполнения – 15 минут. Баллы формируются автоматически.

Проработка отдельных разделов теоретического курса

Тестирование по каждой теме осуществляется по комплекту вопросов, связанных с осваиваемой темой. Необходимо будет ответить на пять вопросов, которые подбираются и сортируются компьютерной программой. Поэтому новое тестирование будет содержать другой набор вопросов. Для каждого вопроса приведено четыре варианта ответа, один из которых правильный. Результаты тестирования автоматически регистрируются электронной программой, оцениваются и передаются преподавателю. Если студент не смог сразу преодолеть установленный уровень знаний, о чем сразу сообщит компьютер, то необходимо пройти ещё раз все этапы освоения конкретной темы и вновь пройти тестирование.

Критерии оценивания.

Тест оценивается по бальной системе. Промежуточные тесты состоят из 5 вопросов с 4 вариантами ответов. Максимальное количество баллов -100. Оценка 5 от 90 до 100 баллов, оценка 4 от 80 до 90 баллов, оценка 3 от 60 до 80 баллов, оценка 2 ниже 60 баллов. Системой Moodle автоматически формируется результат и отображается в личном кабинете студента.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания
----------------------------------	---------------------	------------------------------

		промежуточной аттестации
ПКС-2.1	Применяет знания по химическим и физико-химическим методам анализа для решения задач в области пищевой промышленности	Тестирование

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 2, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проходит в виде итогового тестирования в системе Moodle (<https://el.istu.edu/mod/quiz/view.php?id=58030>). До экзамена допускаются студенты, которые в течение семестра прошли промежуточные тесты и сдали все отчёты по лабораторным работам. Сроки проведения итогового тестирования: проходит в день проведения экзамена, назначенного Дирекцией ИЗВО во время экзаменационной сессии. Экзаменационные тесты состоят из 15 вопросов, время итогового теста - 30 минут. Теоретические вопросы направлены на проверку знаний химических физико-химических методов анализа, способов определения концентрации вещества в пробе (методом добавок, градуировочного графика и метода одного стандарта), статистической обработки результатов исследования, схемы прибора. Применение метода в пищевой отрасли промышленности. Практические вопросы направлены на проверку навыков работы с химической посудой и приборами.

Пример задания:

Описание процедуры: Тест находится в конце каждого раздела по темам курса «Аналитическая химия». Время прохождения теста - 15 минут.
Пример теста к теме 4 «Количественный химический анализ» (<https://el.istu.edu/mod/quiz/view.php?id=58128>). Необходимо выбрать 1 правильный ответ.

1. К физико-химическим методам количественного анализа относятся

- a. титриметрия;
- b. гравиметрия;
- c. спектрофотометрия;
- d. хемометрика;

2. Основными этапами гравиметрии являются

- a. получение окрашенного раствора;
- b. приготовление и добавление индикатора;
- c. взятие и растворение навески;
- d. продольная диффузия

3. При вычислении гравиметрического фактора для определения кальция

(гравиметрическая форма – CaSO_4) в оксиде кальция используют формулу:

- a. $F = M(\text{Ca}) / M(\text{CaSO}_4)$;
- b. $F = M(\text{CaO}) / M(\text{CaSO}_4)$;
- c. $F = M(\text{Ca SO}_4) / M(\text{Ca})$;
- d. $F = M(\text{Ca SO}_4) / M(\text{CaO})$;

4. Нормальная концентрации вещества в растворе это:

- a. все ответы правильные.
- b. молярная концентрация эквивалента вещества в растворе;
- c. полная концентрация вещества в растворе;
- d. стандартная концентрация вещества в растворе;

5. Титрование проводят:

- a. в мерной колбе.
- b. методом Ламберта;
- c. методом Бугера;
- d. методом отдельных навесок;

-

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Успешно применяет знания о химических связях различных веществ в области аналитической химии и методах анализа веществ в пищевых отраслях промышленности. Итоговый экзаменационный тест пройден от 90 до 100 баллов.	Наличие твердых и достаточно полных знаний материалов программы, незначительные ошибки. Итоговый экзаменационный тест пройден от 80 до 90 баллов	Наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками. Итоговый экзаменационный тест пройден от 60 до 80 баллов.	Не применяет знания о химических связях различных веществ в области аналитической химии и методах анализа веществ в пищевых отраслях промышленности. Итоговый экзаменационный тест пройден менее, чем на 60 баллов.

7 Основная учебная литература

1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : программа и методические указания к контрольной работе для химических и металлургических специальностей заочной формы обучения / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 40.
2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Фотометрические методы анализа : методические указания к выполнению лабораторных работ / Иркут. гос. техн. ун-т, 2005. - 20.

3. Васильев. Аналитическая химия Физико-химические методы анализа, 2004. - 383.
4. Васильев. Аналитическая химия Физико-химические методы анализа, 2002. - 383.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Васильев. Аналитическая химия Физико-химические методы анализа, 2005. - 383.
2. Васильев. Аналитическая химия Титриметрические и гравиметрический методы анализа, 2005. - 366.
3. Маслова Л. Г. Аналитическая химия (Химические методы анализа) : метод. указания и контрол. задания для студентов направления 552400 специальностей 270100, 270300, 270400, 270700, 270800, обучающихся по заоч. и оч.-заоч. форме / Л. Г. Маслова, Т. В. Тесслер, Е. А. Бадичко, 2004. - 58.
4. Васильев В. П. Аналитическая химия: Сб. вопр., упражнений и задач : учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. дипломир. специалистов хим.-технол. профиля / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова, 2003. - 318.
5. Аналитическая химия металлов платиновой группы : [Сб. обзор. ст.] / Сост. и ред. Ю. А. Золотов и др., 2003. - 591.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Office 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Дозатор многоканальный 5-50 мкл (в компл. с наконечниками)
2. рН-метр " рН-150МИ"
3. Дозатор многоканальный 50-300 мкл (в компл. с наконечниками)
4. 312929 Колориметр Фотоэлектрический КФК-2
5. Шкаф вытяжной металлический 1200*750*2200
6. Стол мойка 1200x600x900
7. фотоколориметры КФК-3

8. магнитная мешалка
9. Весы HL-400
10. магнитная мешалка
11. pH-метр pH-150M
12. фотоколориметр КФК-2
13. Фотоколориметр "КФК-3КМ"
14. 313264 Прибор р3003
15. Спектрофотометр "ПЭ-5300В"
16. pH-метр " Эксперт-pH"
17. Термостат с охлаждением "LOIP LT-108a"
18. Фотолизная камера "ФК-12М"
19. Весы аналитические "HR-224 RCE"
20. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м
21. Иономер " И-160МИ"
22. Анализатор вольтамперометрический "ABC-1.1"
23. Анализатор кулонометрический "Эксперт-006-универсальный"
24. УВИ- Спектрофотометр "СФ-2000"
25. Принтер HP LJ Pro M401dn