**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ  
И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине для учреждений высшего образования (обучение на базе среднего специального образования)**

*1 пояснительная записка*

Дисциплина «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» относится к циклу естественнонаучных дисциплин, обязательных для изучения студентами специальностей 1-49 01 01 «Технология хранения и переработки пищевого растительного сырья», 1-49 01 02 «Технология хранения и переработки животного сырья», 1-91 01 01 «Производство продукции и организация общественного питания».

Целью изучения данной учебной дисциплины является углубленное рассмотрение и практическое закрепление явлений и закономерностей проведения количественного и качественного анализов с применением фундаментальных законов химии и физики и необходимого математического аппарата.

Изучение дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» позволяет освоить основы химических и физико-химических методов анализа, необходимые специалисту-технологу для правильного проведения технологического процесса, контроля качества исходного сырья и готовой продукции растительного и животного происхождения, определения условии и сроков хранения продуктов и полуфабрикатов.

В связи с этим конкретное содержание учебной дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» определяется материалом, необходимым для усвоения методов анализа и технологий пищевых производств. Данный курс следует рассматривать как теоретический и практический базис для различных спецкурсов, читаемых студентами на выпускающих кафедрах пищевого профиля.

Теоретические основы, необходимые для освоения дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» рассматриваются в курсах «Общая и неорганическая химия», «Математика» и «Физика». Знания, полученные при изучении данной дисциплины, в свою очередь, являются базовыми для таких дисциплин как «Физическая и коллоидная химия», «Органическая химия», «Стандартизация, метрология управление качеством», «Методы анализа свойств сырья и продукции специального назначения».

Освоение учебной дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» обеспечивает формирование следующих групп компетенций:

* уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
* владеть системным и сравнительным анализом.
* владеть исследовательскими навыками.
* уметь работать самостоятельно.
* обладать качествами гражданственности.
* быть способным к социальному взаимодействию.
* обладать способностью к межличностным коммуникациям.
* владеть навыками здоровьесбережения.
* быть способным к критике и самокритике.
* уметь работать в команде.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

*знать:*

* основные методы и приемы работы в лаборатории аналитической химии;
* основные химические и физико-химические методы анализа веществ – гравиметрия, титриметрия, кондуктометрия, потенциометрия, спектрофотометрия;
* основные типы химических реакций, используемых в химическом анализе.

*уметь:*

* использовать известные аналитические методики для количественного определения веществ с использованием классических и физико-химических методов анализа;
* готовить и использовать растворы заданной концентрации и рН.

*владеть:*

* различными способами выражения концентрации растворов;
* теоретическими основами химических и физико-химических методов анализа;
* приемами обработки результатов аналитических определений.

На изучение учебной дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» отводится 300 часов, из них 90 часов аудиторных занятий (30 часов лекционных занятий, 48 часов лабораторных занятий, 12 часов практических занятий). Трудоемкость учебной нагрузки студента составляет 7,5 зачетных единиц.

*2 ПРИМЕРНЫЙ тематический план*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Наименование разделов и тем* | *Количество*  *аудиторных часов* | | | |
| *Лекции* | *Лабораторные*  *занятия* | *Практические занятия* | *Всего* |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Предмет и содержание курса. Методическое обеспечение. Цели и задачи химического анализа. Использование анализа в пищевой технологии. Охрана труда в аналитической лаборатории. | 1 | 0,5 |  | 1,5 |
| 2. Понятие о количественном анализе, его значение в анализе пищевой технологии. | 0,5 |  |  | 0,5 |
| 3. Метрологические основы аналитической химии. Погрешности химического анализа и методы их устранения. Обработка результатов анализа. | 0,5 | 0,5 |  | 1 |
| 4. Способы выражения концентрации растворов в аналитической химии. | 2 |  | 2 | 4 |
| 5. Техника титриметрического анализа, приемы титрования. Расчеты в титриметрическом анализе. | 2 | 3 | 2 | 7 |
| 6. Кислотно-основное взаимодействие. Расчет концен-трации ионов водорода и рН в растворах сильных и слабых электролитов, гидролизующихся солей, буферных растворах. | 4 |  | 4 | 8 |
| 7. Методы кислотно-основного титрования. | 2 | 24 | 4 | 30 |
| 8. Окислительно-восстановительные реакции в анали-тической химии. Окислительно-восстановительный потенциал и его зависимость от различных факторов. | 1 |  |  | 1 |
| 9. Методы окислительно-восстановительного титрования. | 1 |  |  | 1 |
| 10. Перманганатометрический метод анализа. | 1 | 4 |  | 5 |
| 11. Йодометрический метод анализа. | 1 | 4 |  | 5 |
| 12. Применение комплексных соединений в анали-тической химии. Равновесие в растворах комплексных соединений. | 2 |  |  | 2 |
| 13. Комплексонометрический метод анализа. |  | 4 |  | 4 |
| 14. Общие сведения о физико-химических методах анализа. | 0,5 |  |  | 0,5 |
| 15. Теоретические основы спектральных и оптических методов анализа. | 1,5 |  |  | 1,5 |
| 16. Эмиссионный метод анализа. Фотометрия пламени. | 1 |  |  | 1 |
| 17. Абсорбционный метод анализа. Фотометрический метод анализа. | 1 | 4 |  | 5 |
| 18. Другие спектральные и оптические методы анализа. | 2 |  |  | 2 |
| 19. Теоретические основы электрохимических методов анализа. Потенциометрический метод анализа. | 4 | 4 |  | 8 |
| 20. Кондуктометрический метод анализа. | 2 |  |  | 2 |
| *Всего:* | *30* | *48* | *12* | *90* |

*3 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА*

*Тема 1. Предмет и содержание курса. Методическое обеспечение. Цели и задачи химического анализа. Использование анализа в пищевой технологии. Охрана труда в аналитической лаборатории.*

Вредность и опасность веществ, применяемых в аналитической химии. Первая помощь при несчастных случаях в лаборатории (термический и химический ожоги, порезы, поражения электрическим током и т.д.). Средства индивидуальной защиты при работе с химическими веществами.

*Тема 2. Понятие о количественном анализе, его значение в анализе пищевой технологии. Типы погрешностей в анализе и методы их устранения.*

Количественный анализ и его общая характеристика анализа. Значение количественного анализа в химии и пищевой технологии. Классификация методов количественного анализа. Техника отбора проб. Понятие об аналитических реакциях. Типы реакций, применяемых в аналитической химии.

*Тема 3. Метрологические основы аналитической химии. Погрешности химического анализа и методы их устранения. Обработка результатов анализа.*

Единицы измерения вещества. Аналитический сигнал, его измерение. Типы погрешностей в анализе и методы их устранения. Математическая обработка результатов анализа. Предел обнаружения. Значащие цифры, правила округления.

*Тема 4. Способы выражения концентрации растворов в аналитической химии.*

Раствор как среда для проведения аналитических реакций. Влияние свойств растворителя на химико-аналитическое поведение ионов. Основы теории сильных электролитов. Активность, коэффициент активности, ионная сила раствора.

Концентрация растворов. Способы выражения концентрации растворов: массовая доля, молярная, нормальная концентрации, титр, титр по определяемому веществу.

*Тема 5. Техника титриметрического анализа, приемы титрования. Расчеты в титриметрическом анализе.*

Характеристика и возможности титриметрического анализа. Техника титриметрического анализа, приемы титрования. Техника приготовления растворов. Расчеты в титриметрическом объемном анализе.

*Тема 6. Кислотно-основное взаимодействие. Расчет концентрации ионов водорода и рН в растворах сильных и слабых электролитов, гидролизующихся солей, буферных растворах.*

Вычисление концентрации ионов водорода и рН в растворах сильных и слабых кислот и оснований. Равновесие в растворах смесей кислот, в растворах слабых многоосновных кислот.

Равновесие в растворах гидролизующихся солей. Совместный гидролиз. Вычисление концентрации ионов водорода и рН в растворах гидролизующихся солей. Влияние гидролиза на химико-аналитическое поведение ионов в растворах. Подавление и усиление гидролиза.

Буферные растворы. Вычисление концентрации ионов водорода и рН в буферных растворах. Применение буферных растворов в аналитической химии.

*Тема 7. Методы кислотно-основного титрования.*

Теоретические основы кислотно-основного титрования водных растворов. Графический метод изображения процесса титрования сильной кислоты сильным основанием, слабой кислоты сильным основанием. Титрование слабых многоосновных кислот и их солей.

Фиксация точки эквивалентности. Кислотно-основные индикаторы. Ионно-хромофорная теория индикаторов. Индикаторная ошибка.

*Тема 8. Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии. Окислительно-восстановительный потенциал и его зависимость от различных факторов.*

Окислительно-восстановительный потенциал. Зависимость потенциала от различных факторов. Константа равновесия окислительно-восстановительных реакций, э.д.с. системы. Использование значений окислительно-восстановительных потенциалов для определения направления реакций.

*Тема 9. Методы окислительно-восстановительного титрования.*

Графическое изображение процесса окислительно-восстановительного титрования. Способы фиксации точки эквивалентности. Окислительно-восстановительные индикаторы. Титранты, применяемые в методах окисления-восстановления.

*Тема 10. Перманганатометрический метод анализа.*

Характеристика и возможности метода. Условия пермангантометрических определений. Рабочие и стандартные растворы в перманганатометрии. Приготовление, хранение и стандартизация раствора перманганата калия. Перманганатометрическое определение окислителей, восстановителей и веществ, не проявляющих окислительно-восстановительных свойств. Использование перманганатометрии для анализа пищевых продуктов.

*Тема 11. Йодометрический метод анализа.*

Характеристика и возможности метода. Условия йодометрических определений. Рабочие и стандартные растворы в йодометрии. Приготовление, хранение и стандартизация растворов йода и тиосульфата натрия. Йодометрическое определение окислителей, восстановителей и веществ, не проявляющих окислительно-восстановительных свойств. Использование йодометрии для анализа пищевых продуктов.

*Тема 12. Применение комплексных соединений в аналитической химии. Равновесие в растворах комплексных соединений.*

Равновесие в растворах комплексных соединений. Координационное число комплексообразователя и дентатность лиганда. Теоретические основы реакций комплексообразования, применяемых в аналитической химии. Использование комплексных соединений в анализе.

*Тема 13. Комплексонометрический метод анализа.*

Характеристика метода. Понятие о комплексонах и их виды. Теоретические основы комплексонометрии. Способы фиксации точки эквивалентности. Металл-индикаторы и принцип их действия. Определение жесткости воды.

*Тема 14. Общие сведения о физико-химических методах анализа.*Значение физико-химических методов анализа для химии и пищевой технологии. Классификация физико–химических методов анализа. Аналитический сигнал в физико–химических методах. Чувствительность, точность, селективность определений, предел обнаружения. Основные приемы, используемые в физико–химических методах анализа.

*Тема 15. Теоретические основы спектральных и оптических методов анализа.*

Основные характеристики электромагнитного излучения. Спектр электромагнитного излучения. Классификация спектроскопических методов анализа. Применение методов в анализе пищевых продуктов.

*Тема 16. Эмиссионный метод анализа. Фотометрия пламени.*

Теоретические основы метода. Происхождение и виды атомно-эмиссионных спектров. Основные узлы приборов. Источники атомизации и возбуждения, диспергирующие элементы, приемники излучения. Зависимость интенсивности спектральных линий от концентрации элемента. Аналитические пары линий.

Атомно-эмиссионный анализ, метод фотометрии пламени. Чувствительность и точность методов. Области применения. Приборы и техника выполнения анализа. Пламенная эмиссионная спектроскопия и ее использование для анализа пищевых продуктов.

*Тема 17. Абсорбционный метод анализа. Спектрофотометрический метод анализа.*

Теоретические основы метода. Происхождение спектров поглощения. Основной закон светопоглощения. Оптическая плотность и светопропускание. Молярный коэффициент поглощения и его зависимость от различных факторов.

Абсорбционный анализ в видимой и ультрафиолетовой областях спектра. Анализ смесей окрашенных соединений. Приборы и техника выполнения анализа.

*Тема 18. Другие спектральные и оптические методы анализа.*

Абсорбционный анализ в инфракрасной области спектра. Основы метода. Молекулярный анализ по инфракрасным спектрам. Люминесцентный анализ. Происхождение спектров люминесценции.

Рентгеноспектральные методы анализа. Рентгеновские спектры, поглощение рентгеновского излучения. Основные узлы рентгеноспектральных приборов. Качественный и количественный рентгеновский анализ. Практическое применение рентгеновских методов анализа.

Анализ по комбинационным спектрам рассеяния. Радиоспектроскопия, ядерный магнитный резонанс, парамагнитный резонанс.

Спектроскопия рассеивания – нефелометрия и фототурбидиметрия.

Оптические методы анализа – поляриметрия, вращение плоскости поляризации света, приборы для поляриметрических определений. Рефрактометрический метод анализа.

*Тема 19. Теоретические основы электрохимических методов анализа. Потенциометрический метод анализа.*

Теоретические основы потенциометрического анализа. Система электродов: индикаторные электроды и электроды сравнения. Индикаторные электроды, применяемые в различных типах химических реакций: нейтрализации, окисления-восстановления, осаждения и комплексообразования.

Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Кривые потенциометрического титрования. Способы нахождения точки эквивалентности.

*Тема 20. Кондуктометрический метод анализа.*

Теоретические основы кондуктометрического анализа. Зависимость электропроводности от химической природы вещества, температуры, концентрации и природы растворителя. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Кривые кондуктометрического титрования. Аппаратура и техника выполнения анализа.

*4 информационно-методическая часть*

*4.1 Перечень основной и дополнительной литературы*

*Основная литература*

1. Васильев В.П. Аналитическая химия / В.П. Васильев. – М.: Высшая школа, 2009. – ч. 1 320 с, ч.2 – 383 с.
2. Алексеев В.Н. Количественный анализ / В.Н. Алексеев. – М.: Альянс, 2013. – 504 с.
3. Ляликов Ю.С. Физико-химические методы анализа / Ю.С. Ляликов. – М.: Химия, 1974. – 536 с.
4. Жебентяев А.И. Аналитическая химия. Химические методы анализа /  
   А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. – Минск: Новое знание, 2010. – 542 с.
5. Основы аналитической химии: в 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения: Учебник для вузов / под ред. Ю.А. Золотова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2002. – 351 с.
6. Основы аналитической химии: в 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа: Учебник для вузов / под ред. Ю.А. Золотова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2002. – 494 с.

*Дополнительная литература*

1. Крешков А.П. / Основы аналитической химии / А.П. Крешков. М.: – Химия, 1976. – т. 1, 421 с, т. 2 317 с, т. 3 358 с.
2. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии: перераб. и доп. / Ю.Ю. Лурье. – М.: – Альянс, 2013. – 447 с.
3. Скуг Д. Основы аналитической химии / Д.Скуг, Д. Уэст. М: Мир, 1979. – т.1 480 с, т. 2 392 с.
4. Основы аналитической химии. Практическое руководство / под ред. Ю.А. Золотова – М.: Высшая школа, 2003. – 463 с.
5. Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов:  
   в 4-х кн. / Я.И. Коренман. – 2-е изд. – М.: КолосС, 2005. – 239 с.
6. Цыганов А.Р. Сборник задач по химии: учебное пособие для вузов по сельскохозяйственным специальностям / А.Р. Цыганов, О.В. Поддубная. – Мн. ИВЦ Минфина, 2013. – 235 с.

*Методические указания*

1. Трилинская Е.А. Кислотно-основное титрование. Методические указания по аналитической химии для студентов технологических специальностей /  
   Е.А. Трилинская, Т.А. Депова, В.В. Автушенко. – Могилев, 2010.
2. Трилинская, Е.А. Учебно-исследовательская работа по аналитической химии. Определение кислотности плодово-ягодных, овощных соков и сокосодержащей продукции. Методические указания для студентов технологических специальностей / Е.А. Трилинская, В.В. Автушенко. – Могилев, 2011.
3. Дудкина, Е.Н. Методические указания и контрольные задания для студентов технологических специальностей заочной формы обучения / Е.Н. Дудкина,  
   О.Г. Поляченок. – Могилев, 2011.
4. Иорбалиди А.А. Окислительно-восстановительное титрование. Методические указания по аналитической химии для студентов технологических специальностей дневной и заочной форм обучения / А.А. Иорбалиди. – Могилев, 2012.
5. Войтенко С.И. Комплексонометрическое титрование. Методические указания по аналитической химии для студентов технологических специальностей /  
   С.И. Войтенко, Т.М. Супонева. – Могилев, 2013.

*4.2 Примерный перечень лабораторных занятий*

*4.2.1 Титриметрический метод анализа*

1. Химическая посуда. Правила работы с химической посуды. Калибровка мерной посуды.

2. Взвешивание на аналитических весах. Приготовление раствора буры заданной концентрации.

*Кислотно-основное титрование*

3. Приготовление рабочего раствора соляной кислоты.

4.Техника титрования. Определение концентрации раствора соляной кислоты (стандартизация) по стандартному раствору буры.

5. Определение содержания гидроксида натрия в анализируемом растворе.

6. Приготовление рабочего раствора гидроксида натрия и его стандартизация по стандартному раствору соляной кислоты.

7. Определение содержания уксусной кислоты в анализируемом растворе.

*Окислительно-восстановительное титрование*

8. Приготовление рабочего раствора перманганата калия и стандартного раствора щавелевой кислоты.

9. Стандартизация раствора перманганата калия по стандартному раствору щавелевой кислоты.

10. Определение содержания железа или хрома в анализируемом растворе.

11. Приготовление рабочего раствора тиосульфата и стандартного раствора дихромата калия.

12. Стандартизация раствора тиосульфата натрия по стандартному раствору дихромата калия.

13. Определение содержания меди в анализируемом растворе методом йодометрического титрования.

*Комплексонометрическое титрование*

14. Приготовление растворов трилона Б и соли кальция.

15. Стандартизация трилона Б. Определение ионов Сu2+ в анализируемом растворе.

*4.2.2 Физико-химические методы анализа*

*Электрохимические методы анализа*

1. Потенциометрическое титрование (кислотно-основное или окислительно-восстановительное).

2. Прямая потенциометрия (определение ионов NO3– или Cl–).

*Оптические методы анализа*

3. Фотоэлектроколориметрическое определение ионов меди или железа.

4. Турбидиметрическое определение сульфат-ионов.

5. Рефрактометрическое определение сахарозы.

* 1. *Примерный перечень практических занятий*
  2. Способы выражения концентрации растворов.
  3. Закон эквивалентов. Расчеты по закону эквивалентов.
  4. Электролитическая диссоциация сильных электролитов. Расчет концентрации ионов и рН в растворах сильных кислот и оснований.
  5. Электролитическая диссоциация слабых электролитов. Константа диссоциации. Степень диссоциации. Расчет рН в растворах слабых кислот и оснований.
  6. Расчет концентрации ионов и рН в растворах, образованных сильной и слабой кислотами, сильным и слабым основаниями.
  7. Расчет концентрации ионов водорода и рН в растворах многоосновных кислот, двух слабых кислот.
  8. Расчет концентрации ионов и рН в буферных растворах.
  9. Реакции гидролиза солей. Расчет концентрации ионов и рН в растворах гидролизующихся солей.
  10. Построение кривой титрования слабой кислоты сильным основанием. Подбор индикатора. Расчет индикаторной ошибки.

*4.4 Характеристика инновационных подходов к преподаванию учебной дисциплины*

В преподавании учебной дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» используются технологии поддерживающего обучения (традиционного обучения) и инновационные образовательные технологии, в том числе технологии: разноуровневого обучения, модульного обучения, развивающего обучения, проблемного обучения.

*4.5 Рекомендации по контролю качества усвоения знаний*

Для диагностики компетенций обучающихся используются следующие формы:

1. Устная форма.
2. Письменная форма.
3. Устно-письменная форма.

К устной форме диагностики компетенций относятся:

1. Собеседования.
2. Коллоквиумы.
3. Доклады на конференциях.
4. Устные экзамены.
5. Другие.

К письменной форме диагностики компетенций относятся:

1. Тесты.
2. Контрольные работы.
3. Письменные отчеты по лабораторным работам.
4. Отчеты по научно-исследовательской работе.
5. Оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.
6. Другие.

К устно-письменной форме диагностики компетенций относятся:

1. Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.
2. Оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.
3. Другие.