

1910

**Министерство образования Республики Беларусь**  
**Учебно-методическое объединение вузов**  
**Республики Беларусь по экономическому образованию**

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра  
образования Республики Беларусь

« 11 »

2010 г.

Регистрационный № ТД Е. 243 /тип.



**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЯ**  
**Типовая учебная программа**  
**для высших учебных заведений по специальности**

1 – 25 01 09 «Товароведение и экспертиза товаров»

**СОГЛАСОВАНО**

Директор Центра физико-химических методов  
исследования Учреждения образования «Белорусский  
государственный технологический университет»



В.Г. Лугин

2010 г.

Председатель Учебно-методического  
объединения вузов Республики Беларусь  
по экономическому образованию



В.Н. Шимов

2010 г.

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Управления высшего и  
среднего специального образования

И.Ю. Миксюк

2010 г.

Проректор по учебной и воспитательной  
работе Государственного учреждения обра-  
зования «Республиканский институт выс-  
шей школы»

В.И. Шупляк

23.09.2010 г.



Эксперт-нормоконтролер

8 сентября 2010 г.

Минск 2010

**Министерство образования Республики Беларусь**  
**Учебно-методическое объединение вузов**  
**Республики Беларусь по экономическому образованию**

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра  
образования Республики Беларусь  
\_\_\_\_\_ А.И. Жук

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2010 г.

Регистрационный № ТД- \_\_\_\_\_ /тип.

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЯ**  
**Типовая учебная программа**  
**для высших учебных заведений по специальности**

1 – 25 01 09 «Товароведение и экспертиза товаров»

**СОГЛАСОВАНО**

Директор Центра физико-химических методов  
исследования Учреждения образования «Бело-  
русский государственный технологический  
университет»

\_\_\_\_\_ В.Г. Лугин  
\_\_\_\_\_ 2010 г.

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Управления высшего и  
среднего специального образования

\_\_\_\_\_ И.Ю. Миксюк  
\_\_\_\_\_ 2010 г.

Председатель Учебно-методического  
объединения вузов Республики Беларусь  
по экономическому образованию

\_\_\_\_\_ В.Н. Шимов  
\_\_\_\_\_ 2010 г.

Проректор по учебной и воспитательной  
работе Государственного учреждения обра-  
зования «Республиканский институт выс-  
шей школы»

\_\_\_\_\_ В.И. Шупляк  
\_\_\_\_\_ 2010 г.

Эксперт-нормоконтролер

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 2010 г.

Минск 2010

## **СОСТАВИТЕЛИ**

*Заратин В.Г.*, доцент кафедры физикохимии материалов Учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», кандидат технических наук;

*Матвейко Н.П.*, заведующий кафедрой физикохимии материалов Учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», доктор химических наук, профессор;

*Брайкова А.М.*, доцент кафедры физикохимии материалов Учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», кандидат химических наук, доцент.

## **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

**Кафедра аналитической химии** Белорусского государственного университета (протокол № от мая 2009 года), *Рахманько Е.М.*, заведующий кафедрой, доктор химических наук, профессор;

*Лугин В.Г.*, заведующий научно-исследовательской лабораторией физико-химических методов исследований Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат химических наук, доцент.

## **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой физикохимии материалов Учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет» (протокол № 11 от 14.05.2009 г.);

Научно-методическим советом Учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет» (протокол № 5 от 24.06.2009 г.);

Научно-методическим советом (секцией) по специальности 1-25 01 09 «Товароведение и экспертиза товаров» Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по экономическому образованию (протокол № 3 от 26.06.2009 г.).

Ответственный за выпуск: Зарапин В.Г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа разработана в соответствии с образовательным стандартом по специальности 1-25 01 09 «Товароведение и экспертиза товаров»

Контроль показателей качества материалов и продукции предполагает применение большого спектра различных физико-химических методов анализа. Современные физико-химические методы исследования товаров и продукции постоянно совершенствуются, что приводит к появлению новых методик исследований свойств объектов, базирующихся на хорошо изученных физико-химических законах и явлениях. Многие современные методы исследований и контроля качества продукции предполагают использование сложного оборудования, сопряженного с персональным ЭВМ.

*Целью* преподавания дисциплины «Методы и средства исследований» является формирование у студентов знаний в области методов измерений и контроля физико-химических показателей различных видов материалов, товаров и продукции; ознакомление с теоретическими основами методов проведения физико-химического анализа и факторами, влияющими на точность и возможность применения современных методик проведения анализа; ознакомление с устройством типового аппаратного оснащения, используемого для проведения физико-химических исследований. Изучение данной дисциплины необходимо для подготовки специалистов высокой квалификации, способных применять современные методы исследований, а также достижения науки и техники в практической деятельности товароведа-эксперта.

Основными *задачами* преподавания дисциплины являются:

- ознакомление студентов с основными методами физико-химического анализа различных видов материалов и продукции;
- ознакомление студентов с теоретическими основами различных физико-химических методов исследований;
- ознакомление студентов с областями применения и аналитическими возможностями современных методов физико-химического анализа;
- ознакомление студентов с устройством и принципами функционирования оборудования для проведения физико-химических исследований;
- ознакомление студентов с методами оценки показателей точности, правильности, прецизионности, повторяемости, воспроизводимости методик анализа;
- изучение способов отбора и подготовки проб к анализу;
- развитие и закрепление практических навыков по применению методов физико-химического анализа.

Подготовка специалиста должна обеспечивать формирование следующих групп компетенций:

*академических*, включающих знания и умения по изученным дисциплинам, способности и умения учиться;

*социально-личностных*, включающих культурно-ценностные ориентации, знание идеологических, нравственных ценностей общества и государства и умение следовать им;

*профессиональных*, включающих знания и умения формулировать проблемы, решать задачи, разрабатывать планы и обеспечивать их выполнение в избранной сфере профессиональной деятельности.

Выпускник должен обладать следующими академическими компетенциями:

- владеть и применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- быть способным порождать новые идеи.

Выпускник должен иметь следующие социально-личностные компетенции:

- быть способным к социальному взаимодействию;
- быть способным к критике и самокритике;
- уметь работать в команде.

Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями по видам деятельности, быть способным:

- участвовать в проведении сертификации товаров;
- оценивать уровень качества и конкурентоспособности товаров;
- устанавливать качество товара на этапе подготовки и заключения контракта;
- проводить научные исследования по проблемам специальности, в том числе с использованием современных аппаратных и компьютерных технологий;
- осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям;
- работать с научной, технической и патентной литературой.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен

***знать:***

- основные понятия в области научных исследований;
- классификацию методов научных исследований;
- основные физические, химические и физико-химические методы исследования;
- основные приборы и оборудование для проведения исследований;
- факторы, влияющие на точность и объективность измерений свойств изучаемых объектов;

***уметь:***

- осуществлять выбор метода и методики исследований;
- выдвигать и обосновывать научную гипотезу;
- определять цели и задачи научных исследований изучаемого объекта;
- выполнять статистическую обработку результатов исследований.

Дисциплина «Квалиметрия и управление качеством» базируется на изучении курсов «Химия», «Физика», «Теоретические основы товароведения» и др.

Для проведения промежуточной и итоговой аттестации студентов вузами создаются фонды оценочных и диагностических средств, технологий и методик диагностирования.

Оценочные средства должны включать шкалу оценок с соответствующими критериями. Оценка учебных достижений студентов по итогам промежуточной и итоговой аттестации проводится по 10 бальной шкале.

Для диагностики сформированности компетенций студентов используются следующие основные средства: тесты, зачет, коллоквиумы, другие средства диагностики.

Место дисциплины в учебном процессе – общетехническая и общеинженерная подготовка студентов по специальности.

Изучение данного курса предполагает знание основных разделов общенаучных дисциплин – физики, химии, математики.

Всего часов по дисциплине 346, из них всего часов аудиторных 204, в том числе 110 часов – лекции, 94 часа – лабораторные занятия. Рекомендуемые формы контроля – экзамены.

### **ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

| № темы | Наименование темы  | Количество часов |                      |
|--------|--|------------------|----------------------|
|        |  | Лекции           | Лабораторные занятия |
|        | Введение   | 2                |                      |
| 1.     | Погрешности анализа, обработка результатов измерений, методы оценки точности методик | 6                | 6                    |
| 2.     | Отбор и подготовка пробы к анализу   | 4                | 4                    |
| 3.     | Титриметрический анализ  | 6                | 12                   |
| 4.     | Электрохимические методы анализа   | 12               | 16                   |
| 5.     | Хроматография и родственные методы   | 8                | 8                    |
| 6.     | Оптические методы исследований   | 6                | 8                    |
| 7.     | Спектроскопические методы исследований   | 16               | 8                    |
| 8.     | Радиометрический анализ и радиационный контроль                                      | 8                | 8                    |
| 9.     | Микроскопические методы исследований   | 6                | 4                    |
| 10.    | Физические методы исследований   | 20               | 12                   |
| 11.    | Электронные датчики химического состава (химические сенсоры)                         | 8                |                      |
| 12.    | Органолептический анализ   | 8                | 8                    |
| Итого  |  | 110              | 94                   |

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### ВВЕДЕНИЕ

Предмет, цели и задачи изучения дисциплины «Методы и средства исследований». Структура, объем, роль и место курса в подготовке специалиста квалификации «товаровед-эксперт». Связь дисциплины с физикой, химией, товароведением и экспертизой продукции и другими дисциплинами. Их роль и значение в изучении дисциплины «Методы и средства исследований». Общая характеристика современных физико-химических методов исследований.

### **Тема 1: ПОГРЕШНОСТИ АНАЛИЗА, ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ, МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ МЕТОДИК**

Абсолютная погрешность. Относительная погрешность. Классификация погрешностей. Систематические, случайные погрешности и грубые промахи. Обнаружение промахов. Инструментальные и методические погрешности. Способы выявления систематической погрешности. Оценка случайных погрешностей. Закон нормального распределения (распределение Гаусса). Дисперсия, стандартное отклонение. Нормированная случайная величина. Распределение Стьюдента. Относительное стандартное отклонение. Интервальное значение случайной величины. Современные подходы в области аналитических характеристик методик проведения анализа. Воспроизводимость и правильность анализа. Точность. Прецизионность. Методы оценки показателей точности, правильности, прецизионности, повторяемости, воспроизводимости методик анализа.

### **Тема 2: ОТБОР И ПОДГОТОВКА ПРОБЫ К АНАЛИЗУ**

Генеральная (первичная), средняя (представительная), лабораторная и анализируемая пробы. Отбор проб газов, жидкостей и твердых веществ. Отбор проб пищевой продукции и продовольственного сырья. Гомогенизация и усреднение пробы. Возможные загрязнения при отборе пробы. Подготовка пробы к анализу. Высушивание пробы, разложение пробы, переводение пробы в раствор. Пиролиз, озоление, сплавление и спекание пробы. Мокрая минерализация. Экстракция компонентов пробы.

### **Тема 3: ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

Сущность титриметрии. Классификация титриметрических методов. Способы титрования. Стандартные растворы первого и второго рода. Приготовление стандартных растворов. Требования, предъявляемые к реакциям и стандартным растворам для титрования. Кривые титрования, построение теоретических кривых титрования. Конечная точка титрования. Точка эквивалентности. Способы определения конечной точки титрования. Кислотно-основное титрование. Индикаторы кислотно-основного титрования, правила выбора индикатора. Погрешности кислотно-основного титрования. Применение кислотно-основного титрования. Окислительно-восстановительное титрование. Способы установления конечной точки титрования, индикаторы и погрешности окислительно-восстановительного титрования. Практическое применение окислительно-восстановительного титрования.

### **Тема 4: ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

Сущность электрохимических методов анализа. Классификация электрохимических методов анализа. Основы электрохимических процессов. Типы электродных систем. Классификация электродов. Механизмы переноса заряда в растворах.

Кондуктометрический анализ. Электропроводность растворов и ее зависимость от их концентрации и температуры. Методы измерения электропроводности растворов. Измерительные ячейки и методы термокомпенсации. Методы прямой кондуктометрии и их применение. Методы кондуктометрического титрования, их особенности и применение. Высокочастотное кондуктометрическое титрование. Применение кондуктометрии для контроля качества продукции.

Потенциометрический анализ. Электродный потенциал и причины его возникновения. Гальванический элемент. ЭДС гальванического элемента и основные виды применяемых электродов. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Методы прямой потенциометрии (ионометрии). Ионоселективные электроды и их основные характеристики. Основные приемы ионометрического анализа. рН-метрия. Методы потенциометрического титрования. Применение потенциометрии для контроля качества продукции.

Кулонометрический анализ. Законы электролиза. Потенциал разложения и перенапряжения. Электрогравиметрический анализ. Схемы установок для кулонометрического анализа. Метод внутреннего электролиза. Кулонометрия при по-

стоянном контролируемом потенциале (прямая кулонометрия). Кулонометрия при постоянной контролируемой силе тока (кулонометрическое титрование). Применение кулонометрии для контроля качества продукции.

Вольтамперометрические методы анализа. Анодный и катодный ток. Построение вольт-амперных кривых. Прямая вольтамперометрия. Переменно-токовая вольтамперометрия. Амперометрическое титрование. Применение вольтамперометрии для контроля качества продукции. Теоретические основы метода инверсионной вольтамперометрии. Аналитические сигналы в инверсионных вольтамперометрических методах анализа. Виды инверсионной вольтамперометрии. Катодная и анодная инверсионная вольтамперометрия. Способы накопления веществ на поверхности индикаторных электродов. Типы индикаторных электродов, применяемых в методе инверсионной вольтамперометрии. Методы подготовки и регенерации поверхности электродов. Фоновые электролиты. Приборы и оборудование, применяемое для проведения инверсионной вольтамперометрии, принцип их действия. Расшифровка и анализ вольтамперограмм, качественная и количественная характеристики максимума тока. Применение метода инверсионной вольтамперометрии для исследования свойств товаров и продукции.

## **Тема 5: ХРОМАТОГРАФИЯ И РОДСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ**

Основы процесса хроматографического разделения. Процессы, происходящие при распределении компонентов смеси между подвижной и неподвижной фазами. Хроматографические параметры. Основы хроматографического разделения компонентов смесей, влияние различных факторов на разделение. Принципиальная схема хроматографа, назначение отдельных элементов. Качественный хроматографический анализ. Методы количественного определения веществ. Хроматографические колонки, их виды и области применения. Хроматографические детекторы, их основные типы и области применения. Газовая хроматография. Применение газо-жидкостной хроматографии. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Распределительная хроматография. Тонкослойная хроматография. Ионная хроматография. Применение методов хроматографии для исследования свойств товаров и продукции.

Теоретические основы капиллярного электрофореза. Ионная и эффективная подвижность. Влияние температуры и ионной силы на подвижность ионов. Электрический ток и электрический массоперенос. Электрофоретическое движение ионов в капиллярах. Формирование электроосмотического потока в капиллярах. Классификация методов капиллярного электрофореза, их аналитические характеристики. Приборы и оборудование для проведения капиллярного электрофореза,

принцип их действия. Особенности анализа катионного и анионного составов растворов. Анализ электрофореграмм. Применение метода капиллярного электрофореза для определения содержания различных компонентов в продукции.

## **Тема 6: ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Классификация оптических методов исследований. Волновая природа света. Взаимодействие света с веществом.

Рефрактометрический анализ. Физические основы рефрактометрии. Приборы для измерения показателя преломления. Применение рефрактометрического анализа.

Поляриметрический анализ. Поляризованный свет. Оптически активные вещества, характеристики оптической активности. Приборы поляриметрического анализа. Применение поляриметрии.

Нефелометрический и турбидиметрический анализ. Поглощение и рассеяние света веществами. Приборы для проведения нефелометрического и турбидиметрического анализа. Применение нефелометрических и турбидиметрических исследований.

## **Тема 7: СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Основы спектроскопии. Электромагнитный спектр и спектроскопические методы. Корпускулярная природа электромагнитного излучения. Источники излучения.

Фотометрический анализ. Классификация фотометрических методов. Физические основы фотометрии, виды спектров, положение спектральных полос. Приборы для фотометрического анализа. Применение фотометрии.

Инфракрасная спектроскопия. Физические основы ИК-спектроскопии. Основные характеристики ИК-спектров. ИК-спектрометры, особенности конструкций приборов. Подготовка проб к анализу. Интерпретация ИК-спектров. Качественный анализ: идентификация веществ и расшифровка структуры. Количественный анализ. ИК-фурье-спектроскопия. Применение ИК-спектроскопии.

Люминесцентный анализ. Физические основы люминесцентного анализа. Возникновение люминесценции. Электронные спектры поглощения и спектры люминесценции. Энергетический и квантовый выходы люминесценции. Гашение флуоресценции. Качественный и количественный люминесцентный анализ. Приборы люминесцентного анализа.

Атомно-абсорбционная спектроскопия. Основной закон поглощения света. Спектры поглощения. Особенности поглощения излучения свободными атомами. Резонансное поглощение. Методы атомизации проб и условия, влияющие на атомизацию. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра, назначение отдельных элементов. Источники излучения, их виды и области применения. Методы монохроматизации и регистрации интенсивности излучения. Качественный и количественный атомно-абсорбционный анализ. Практическое применение атомно-абсорбционной спектроскопии.

Атомно-эмиссионная спектроскопия. Основные характеристики электромагнитного излучения. Основы теории оптических атомных спектров. Интенсивность и ширина спектральных линий. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра, назначение отдельных элементов. Устройства атомизации вещества и возбуждения спектров (пламя, дуга, искра, лампы с полым катодом, индуктивно-связанная плазма). Анализаторы (монохроматоры). Детектирование излучения. Качественный атомно-эмиссионный анализ. Расшифровка спектров атомной эмиссии. Структура атласа спектров и таблиц спектральных линий. Аналитические линии спектра элемента. Количественный атомно-эмиссионный анализ. Применение атомно-эмиссионного анализа. Фотометрия пламени (пламенная эмиссионная спектроскопия).

Рентгеноспектральный анализ. Рентгеновские спектры атомов. Возбуждение внутренних электронных оболочек атомов. Характеристическое (флуоресцентное) рентгеновское излучение. Рентгеновские термы. Поглощение рентгеновского излучения. Конструкция рентгеновских спектральных приборов, принцип их действия. Источники возбуждения рентгеновского излучения. Диспергирующие элементы и детекторы рентгеновского излучения. Расшифровка рентгеновских спектров веществ. Качественный и количественный рентгеноспектральный анализ. Электронно-зондовый рентгеновский микроанализ. Применение рентгеноспектрального анализа.

Рентгенофазовый анализ. Физические принципы рентгенофазового анализа. Дифракция рентгеновского излучения на кристаллической решетке вещества. Устройство рентгеновских дифрактометров, назначение и принцип работы основных узлов. Рентгеновские трубки, гониометры, детекторы рентгеновского излучения. Запись и расшифровка рентгенограмм. Качественный рентгенофазовый анализ. Идентификация химических веществ. Определение фазового состава при неизвестном химическом составе. Методы количественного рентгенофазового анализа. Определение размеров зерен и параметров элементарных ячеек кристалли-

ческих веществ. Применение рентгенофазового анализа. Малоугловая рентгеновская дифракция.

## **Тема 8: РАДИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ**

Типы радиоактивного распада и радиоактивного излучения. Скорость радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада. Единицы радиоактивности. Взаимодействие радиоактивного излучения с веществом. Радиоактивность и методы ее регистрации. Измерение интенсивности радиоактивного излучения. Счетчики радиоактивного излучения. Ядерная химия и искусственная радиоактивность. Методы анализа, основанные на измерении радиоактивности (активационный анализ, метод изотопного разбавления, Мессбауэровская спектроскопия). Радиографические методы исследований. Применение радиации в медицине и промышленности. Ядерная энергетика.

Источники радиации и пути попадания радионуклидов в человеческий организм. Поведение радионуклидов в растениях и организмах животных. Накопление и распределение радионуклидов в живых организмах. Действие радиации на организм человека и мероприятия по уменьшению ее влияния. Радиоэкологическая обстановка в Республике Беларусь.

## **Тема 9: МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Оптическая микроскопия. Устройство и принцип действия оптических микроскопов. Разрешающая способность. Подготовка образцов. Изготовление металлографических шлифов. Количественная металлография. Методы выявления структуры. Методы определения размеров зерна.

Электронная микроскопия. Устройство и принцип действия электронных микроскопов. Получение изображения в электронном микроскопе. Разрешающая способность. Просвечивающая электронная микроскопия. Подготовка образцов. Метод реплик. Получение и расшифровка электронограмм. Сканирующая электронная микроскопия. Формирование морфологического контраста. Получение светопольного и темнопольного изображений. Применение электронной микроскопии. Изучение биологических объектов.

Атомно-силовая (туннельная) микроскопия. Устройство и принцип действия атомно-силовых микроскопов. Получение изображения в атомно-силовых микроскопах. Разрешающая способность. Применение атомно-силовой микроскопии.

## Тема 10: ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Термический анализ. Физико-химические процессы, протекающие в веществах при нагревании и охлаждении. Получение температурных кривых нагревания. Дифференциальный термический анализ. Схема записи кривых дифференциального термического анализа. Области применения дифференциального термического анализа. Термогравиметрический анализ. Устройство и принцип действия термовесов. Получение термогравиметрических кривых в интегральной и дифференциальной форме. Области применения термогравиметрического анализа. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Комплексный термический анализ. Устройство установок для проведения комплексного термического анализа (дериватограф). Расшифровка термограмм. Качественный и количественный термический анализ веществ. Определение теплоты физико-химических превращений. Методы определения площадей пиков термограмм для количественного анализа. Определение чистоты химических соединений. Определение энергии активации термических процессов. Изучение кинетики термических реакций.

Исследование теплофизических свойств. Основные теплофизические характеристики веществ. Теплопроводность. Методы определения коэффициента теплопроводности. Термическое расширение веществ. Методы определения коэффициента температурного расширения. Теплоемкость. Методы определения удельной теплоемкости. Методы определения термостойкости, теплостойкости, ползучести, жаро- и огнестойкости, коэффициента теплопередачи излучением, характеристических температур. Практическое использование исследований теплофизических характеристик.

Электрофизические методы исследований. Электрофизические свойства проводящих материалов. Методы определения удельного сопротивления (двухзондовый, четырехзондовый, однозондовый, емкостной, индуктивный). Измерительные схемы, особенности и метрологические характеристики методов измерения удельного сопротивления. Методы измерения концентрации и подвижности носителей заряда. Измерение электрических свойств изоляционных материалов. Измерение магнитных свойств (магнитной проницаемости, магнитной восприимчивости, остаточной намагниченности, коэрцитивной силы, магнитных потерь). Диэлектрические свойства веществ. Методы измерения диэлектрических свойств жидкостей, порошков и твердых тел. Измерительные схемы и измерительные ячейки для диэлектрических измерений. Термоэлектрические явления. Измерение термоэлектрических характеристик. Применение электрофизических методов исследований. Электрические измерения неэлектрических величин (температуры,

давления, химических величин, механических величин). Термопары, терморезисторы, пирометры. Реостатные, тензорезистивные, индуктивные, емкостные, пьезоэлектрические, термоэлектрические, фотоэлектрические, ионизационные преобразователи. Электрические и магнитные методы контроля состава и свойств материалов (контроль структуры и содержания легирующих компонентов, дефектоскопия, измерения толщин материалов и покрытий, анализ микроструктуры).

### **Тема 11: ЭЛЕКТРОННЫЕ ДАТЧИКИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА (ХИМИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ)**

Понятие химического сенсора. Основные характеристики химических сенсоров. Требования к химическим сенсорам и основные принципы их действия. Химические сенсоры для анализа газовых сред. Устройство и принцип работы полупроводниковых сенсоров, сенсоров на основе МДП-структур, тепловых сенсоров (пирозлектрических, термокаталитических), сенсоров на основе твердых электролитов, массочувствительных сенсоров, сенсоров на гетеропереходах. Методы улучшения чувствительности и селективности сенсоров. Методы распознавания сигналов сложных смесей. Принцип работы устройства «электронный нос». Химические сенсоры для анализа жидких сред. Устройство и принцип работы потенциометрических сенсоров, амперометрических сенсоров, ионоселективных полевых транзисторов. Принцип работы устройства «электронный язык». Биосенсоры. Оптические сенсоры. Основные области применения сенсорных датчиков химического состава.

### **Тема 12: ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

Общая характеристика органолептического анализа и его основное назначение. Основы функционирования органов чувств человека и их возможности для проведения анализа свойств продукции. Классификация видов органолептического анализа (визуальный, обонятельный, вкусовой, осязательный) и их характеристики. Основные требования, предъявляемые к дегустаторам и методами их подготовки и проверки. Подбор дегустаторов и методы оценки их сенсорной чувствительности. Формирование групп дегустаторов, обучение, задачи и последовательность работы дегустационных комиссий. Организация органолептических исследований. Этапы и порядок проведения органолептического анализа. Методы органолептического анализа (метод предпочтения, методы сравнений, методы балльной оценки, профильный метод). Аналитические возможности методов органолептического анализа. Методы обработки и интерпретации результатов орга-

нолептического анализа. Основные области применения органолептического анализа для контроля качества товаров и продукции.

## **ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

1. Определение массовой доли чистого глицерина титриметрическим методом.
2. Определение массовой доли углекислого кальция, углекислого магния и двууглекислого натрия методом титриметрии в зубном порошке.
3. Определение рН фруктовых соков.
4. Обработка результатов измерений. Проведение пробоподготовки продукции к анализу.
5. Измерение электропроводности растворов электролитов. Определение содержания хлорида натрия в поваренной соли методом кондуктометрии.
6. Определение содержания токсичных металлов в продукции методом инверсионной вольтамперометрии.
7. Определение относительной плотности жидкостей.
8. Измерение ионизирующего излучения с помощью дозиметра-радиометра.
9. Измерение ионизирующего излучения с помощью гамма-бета спектрометра.
10. Определение тяжелых металлов в удобрениях методом вольтамперометрии.
11. Титриметрическое определение витамина С в драже и таблетках.
12. Применение потенциометрического титрования для определения компонентов пищевой продукции.
13. Определение ртути и меди в пищевой продукции методом ионометрии.
14. Определение общей и активной кислотности пищевых товаров.
15. Определение концентрации раствора электролита кондуктометрическим методом.
16. Определение концентрации растворов методом амперометрического титрования.
17. Проведение качественного и количественного хроматографического анализа.
18. Измерение диэлектрических характеристик жидкостей.
19. Устройство атомно-абсорбционного спектрометра и порядок проведения анализа по атомно-абсорбционному методу.
20. Определение содержания кальция в молоке и соках атомно-абсорбционным методом.
21. Изучение оценки качества продукции методом предпочтения.
22. Определение природы пластических масс по их органолептическим и физико-химическим свойствам.

23. Определение линейного коэффициента температурного расширения.
24. Определение энергии активации термодеструкции по результатам термического анализа.
25. Определение характеристик термоэлектрических преобразователей.
26. Измерение удельного сопротивления проводящих материалов двухзондовым методом.
27. Определение экстрактивных веществ в пищевой продукции рефрактометрическим методом.
28. Выявление структуры и определение размеров зерна методом оптической микроскопии.
29. Измерение термоэлектрических характеристик.
30. Исследование характеристик тензоэлектрических преобразователей.
31. Определение влажности по результатам диэлектрических измерений.

## ЛИТЕРАТУРА

### *Основная*

*Отто, М.* Современные методы аналитической химии /М. Отто. – Москва: Техносфера, 2006. – 544 с.

*Харитонов, Ю.Я.* Аналитическая химия (аналитика). Физико-химические методы анализа / Ю.Я. Харитонов. – Москва: Высшая школа, 2001. – 560 с.

*Васильев, В.П.* Аналитическая химия: в 2 ч. / В.П. Васильев. – Москва: Высшая школа, 1989. – 283 с.

*Ляликов, Ю.С.* Физико-химические методы анализа / Ю.С. Ляликов. – Москва: Высшая школа, 1978. – 536 с.

Физико-химические методы анализа. Практическое руководство / Под ред. *В.Б. Алесковского.* – Ленинград: Химия, 1988. – 234 с.

### *Дополнительная*

*Зарапин, В.Г.* Электрофизические методы и приборы контроля качества продукции / В.Г. Зарапин. – Минск: БГТУ, 2006. – 130 с.

*Глоба, И.И.* Оптические методы и приборы контроля качества продукции / И.И. Глоба. – Минск: БГТУ, 2003. – 122 с.

Испытание материалов. Справочник / Под ред. *Х. Блюменауэра.* – М.: Металлургия, 1979. – 448 с.

- Каттрал, Р.В.* Химические сенсоры / Р.В. Каттрал. – Москва: Химия, 2000. – 144 с.
- Эггинс, Б.* Химические и биологические сенсоры / Б. Эггинс. – Москва: Техносфера, 2005. – 335 с.
- Шарковский, Е.К.* Сенсорный анализ / Е.К. Шарковский. – Минск: БГЭУ, 1993. – 93 с.
- Выдра, Ф.* Инверсионная вольтамперометрия / Ф. Выдра, К. Штулик, Э. Юлакова. – Москва: Мир, 1980. – 278 с.
- Ефремова, Н.Ю.* Оценка неопределенности в измерениях / Н.Ю. Ефремова. – Минск: БелГИМ, 2003. – 50 с.
- Топор, Н.Д.* Термический анализ минералов и неорганических соединений / Н.Д. Топор, Л.П. Огородова, Л.В. Мельчакова. – Москва: Издательство МГУ, 1987. – 190 с.
- Лопатин, Б.А.* Теоретические основы электрохимических методов анализа / Б.А. Лопатин. – Москва: Высшая школа, 1975. – 285 с.
- Основы аналитической химии / *Ю.А. Золотов* [и др.]; под ред. Ю.А. Золотова. – Москва: Высшая школа, 2004. – 503 с.
- Вилков, Л.В.* Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия / Л.В. Вилков, Ю.А. Пентин. – М.: Высшая школа, 1987. – 366 с.