



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

Ю.В. Приходько  
(подпись) (Ф.И.О.)  
« 11 » 06 2015 г.



«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой химии и  
инженерии биологических систем

Ю.В. Приходько  
(подпись) (Ф.И.О.)  
« 11 » 06 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Физико-химические свойства и методы анализа пищевых систем

**Направление подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья**

профиль «Технология бродильных производств и виноделие»

**Форма подготовки очная**

курс 1,2 семестр 2,3  
лекции 18 час.  
практические занятия 18 час.  
лабораторные работы 54 час.  
в том числе с использованием МАО лек. 10 /пр. 10 /лаб. - час.  
всего часов аудиторной нагрузки 90 час.  
в том числе с использованием МАО 20 час.  
самостоятельная работа 63 час.  
контрольные работы (количество) не предусмотрены  
курсовая работа / курсовой проект - семестр  
зачет 2 семестр  
экзамен 3 семестр (27 час)

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12.03.2015 № 211

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры химии и инженерии биологических систем, протокол № 10 от 11 июня 2015 г.

Заведующий кафедрой химии и инженерии биологических систем, д.т.н, проф. Ю.В. Приходько  
Составитель (ли): к.б.н., доцент Корчагин В.П.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

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

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись)

(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

Ю.В. Приходько  
(И.О. Фамилия)

Дисциплина «Физико-химические свойства и методы анализа пищевых систем» предназначена для студентов 1,2 курса, обучающихся по направлению 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, профиль «Технология бродильных производств и виноделие»; входит в базовую часть Б1.Б.19 и является обязательной для изучения.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е.; 180 час. Учебным планом предусмотрены лекции (18 час.), лабораторные работы (54 час.), практические занятия (18 час.) и самостоятельная работа студентов (63 час.), форма итогового контроля – экзамен (27 часов).

Дисциплина «Физико-химические свойства и методы анализа пищевых систем» логически и содержательно связана с такими курсами как «Основы общей и пищевой химии», «Введение в технологию продуктов питания из растительного сырья», «Анатомия растительного сырья».

Содержание дисциплины «Физико-химические свойства и методы анализа пищевых систем» ориентировано на знание физико-химических свойств растительного сырья, методов анализа сырья полуфабрикатов и продуктов из растительного сырья, что в дальнейшем поможет понять принципы выбора оптимальных технологических и технических параметров, для организации и ведения технологического процесса на предприятиях отрасли.

**Цель изучения дисциплины** – дать представление о физико-химических свойствах растительного сырья и продуктов из них и научить методам анализа пищевых систем.

**Задачи дисциплины:**

- Дать представление о физико-химических свойствах пищевых систем;
- рассмотрение изменения физико-химических свойств в процессе технологических операций;
- ознакомление с основными методами анализа растительного сырья и продуктов из него.

Для успешного изучения дисциплины «Физико-химические свойства и методы анализа пищевых систем» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-5);
- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуе-

мом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 способность определять и анализировать свойства сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции, ресурсосбережение, эффективность и надежность процессов производства	Знает	свойства сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции
	Умеет	анализировать свойства сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции
	Владеет	методами определения и анализа свойств сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции, ресурсосбережение, эффективность и надежность процессов производства
ПК-3 способность владеть методами технохимического контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий	Знает	методы технохимического контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий
	Умеет	Проводить технохимического контроль качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий
	Владеет	владеет методами технохимического контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий
ПК-8 готовность обеспечивать качество продуктов питания из растительного сырья в соответствии с требованиями нормативной документации и потребностями рынка	Знает	требования нормативной документации и потребностями рынка к качеству продуктов питания из растительного сырья
	Умеет	оценивать качество продуктов питания из растительного сырья в соответствии с требованиями нормативной документации и потребностями рынка
	Владеет	навыками оценки качество продуктов питания из растительного сырья в соответствии с требованиями нормативной документации и потребностями рынка
ПК-14 готовность проводить измерения и наблюдения, составлять описания проводимых исследований, анализировать результаты исследований и использовать их при написании отчетов и научных публикаций	Знает	методы измерений и наблюдений и их описание
	Умеет	проводить измерения и наблюдения, составлять описания проводимых исследований, анализировать результаты исследований и использовать их при написании отчетов и научных публикаций
	Владеет	Методами измерения и наблюдения, составлять описания проводимых исследований, ана-

ций		лизировать результаты исследований и использовать их при написании отчетов и научных публикаций
ПК-15 готовность участвовать в производственных испытаниях и внедрении результатов исследований и разработок в промышленное производство	Знает	принципы производственных испытаний и внедрения результатов исследований и разработок в промышленное производство
	Умеет	осуществлять производственные испытания и внедрение результатов исследований и разработок в промышленное производство
	Владеет	основными методами осуществления производственных испытаний и внедрения результатов исследований и разработок в промышленное производство

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Физико-химические свойства и методы анализа пищевых систем» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: презентационная лекция, семинар-дискуссия, лекция дискуссия.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Раздел I. Введение. Физико-химические свойства растительного сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. (6 час.)**

**Тема 1.1 Предмет, цели и задачи курса. Термины и определения. (2 часа)**

Основные понятия, характеризующие качество растительного сырья и готовой продукции. Понятие продовольственное растительное сырье и пищевые системы. Определение свойство продукции, качество продукции, показатели качества.

**Тема 1.2. Физико-химические показатели качества пищевых систем (4 часа)**

Кислотность, щелочность, массовая доля влаги, сухих веществ, сахара, соли, жира, наличие посторонних примесей и другие, характерные для конкретного вида однородных групп продукции, такие как жирно-кислотный

или белковый состав продукта, объемная доля этилового спирта, содержание экстрактивных веществ и др.

## **Раздел II. Физико-химические методы анализа пищевых систем (12 час.)**

**Тема 2.1.** Инструментальные методы анализа пищевых систем. Оптические методы анализа.. (4 часа)

Понятие инструментальных методов анализа. Достоинства и недостатки. Понятие оптических методов анализа. Спектрофотометрия. Рефрактометрия. Поляриметрия. Турбодиметрия. Инфракрасная спектроскопия.

**Тема 2.2.** Электрохимические методы анализа пищевых систем (4 часа)

Понятие электрохимических методов анализа. Прямая потенциометрия. Уравнение Нернста. Потенциометрическое титрование. Кондуктометрия. Кулонометрия. Законы Фарадея. Вольтамперометрия.

**Тема 2.3.** Хроматографические методы анализа. (4 часа)

Понятие и принципы хроматографических методов анализа. Колоночная, тонкослойная хроматография. Хроматографические приборы и оборудование. Газовая, газо-жидкостная и жидкостная хроматография. ВЭЖХ. Хроматограммы и их обработка.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Лабораторные работы (54 час.)**

**Лабораторная работа 1 (6 час)**

**Спектрофотометрический метод количественного определения белка в пищевых системах**

Микробиуретовый метод

**Оборудование:**

Спектрофотометр , 2 кварцевые кюветы на 1см, аналитические и технические весы, магнитная мешалка с ротором, центрифуга с пробирками, пипетки на 0,2мл и 1мл с делениями, химические пробирки на 10 мл ( шт.) со штативом, пластиковая банка на 1 л с крышкой, колба на 1 л, стакан на 250 мл, стеклянная палочка.

### **Реактивы:**

1. *Биуретовый реактив.* Взвешивают на технических весах 300 г NaOH, растворяют в колбе на 1 литр в 500 мл дистиллированной воды, добавляют из стакана на 250 мл медленно по каплям при интенсивном перемешивании на магнитной мешалке 200 мл водного раствора, содержащего 2,1 г медного купороса ( $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ) и фильтруют через вату в пластиковую банку на 1 л. Этот реактив устойчив в течение неопределенно долгого времени в герметично закрытой пластиковой посуде.

2. 0,1 %-ный Раствор бычьего сывороточного альбумина (*БСА*). 20 мг БСА взвешивают на аналитических весах, растворяют при слабом перемешивании стеклянной палочкой (избегать вспенивания) в 20 мл дистиллированной воды, осветляют раствор центрифугированием 20 мин и на спектрофотометре в 1см кварцевой кювете проверяют разницу поглощения при 280 нм и 330 нм ( $A_{280} - A_{330}$ ), которая должно быть близкой к 0,66 оптических единиц.

### **Ход работы**

*Приготовление образца из сухого материала.* Материал измельчают и 100 мг пробы (содержащей приблизительно 10 % белка) тщательно суспендируют в 9,9 мл дистиллированной воды.

*Построение калибровочного графика по БСА.* В качестве общего стандартного белка при построении калибровочного графика в мировой практике принято использовать БСА.

Из 0,1 %-ного раствора БСА готовят ряд белковых растворов с известным содержанием белка от  $(0,1 \times K)$  до  $(1 \times K)$  мг, согласно таблице 1. Коэффициент  $K$  рассчитывают по формуле:

$$K = (A_{280} - A_{330}) / 0,66.$$

Таблица 1

№ пробирки	Объем H <sub>2</sub> O мл	Объем реактива 2 мл	Объем реактива 1, мл	Содержание белка в пробе, мг	A <sub>310</sub>
1	2,00	0,00	2,00	0	
2	0,90	0,10	1,00	0,1 × K	
3	0,80	0,20	1,00	0,2 × K	
4	0,70	0,30	1,00	0,3 × K	
5	0,60	0,40	1,00	0,4 × K	
6	0,50	0,50	1,00	0,5 × K	
7	0,40	0,60	1,00	0,6 × K	
8	0,30	0,70	1,00	0,7 × K	
9	0,20	0,80	1,00	0,8 × K	
10	0,10	0,90	1,00	0,9 × K	
11	0,00	1,00	1,00	1,0 × K	

В каждую пробирку прибавляют соответствующий объем воды, реактива 2 (0,1 %-ного раствора БСА), и реактива 1 (биуретового реактива) и полученную смесь интенсивно встряхивают до получения однородного раствора. Спустя 5 мин переливают раствор из 1 пробирки в контрольную и опытную кюветы на 1 см спектрофотометра и измеряют поглощение при длине волны равной 310 нм (A<sub>310</sub>). Затем раствор в опытной кювете меняют на раствор из следующей пробирки и вновь проводят измерение поглощения относительно контрольной кюветы с раствором из 1 пробирки. Таким образом проводят измерение поглощения растворов из всех 11 пробирок. Полученные величины оптической плотности (A<sub>310</sub>) заносят в таблицу и строят калибровочный график, откладывая по оси абсцисс (x) разницу в поглощении раствора из соответствующей пробирки и 1 пробирки ( $\Delta A_{310}$ ), а по оси ординат (y) - содержание белка (в мг). Для построения графика, расчета коэффициентов линейной регрессии a и b, а также коэффициента корреляции r, используют регрессионный анализ.



*Определение содержания белка.* В контрольную и две опытных пробирки отмеривают пипетками соответствующие объемы растворов согласно таблице 2.

Таблица 2

№ пробирки	Объем образца белка мл	Объем воды, мкл	Объем раствора 1, мкл	A <sub>310</sub>
1	0,00	2,00	2,00	
2	0,20	0,80	1,00	
3	0,40	0,60	1,00	

Растворы образца должны содержать от 0,1 до 1 мг белка, в противном случае их разбавляют или концентрируют. Спустя 5 мин переливают раствор из каждой из трех пробирок в кварцевые кюветы на 1 см и измеряют поглощение при длине волны равной 310 нм против кюветы с раствором из 1 пробирки (контрольной). Показания заносят в последнюю колонку таблицы 2.

Расчет содержания белка в опытных пробирках проводят по формуле:

$$M(\text{мг}) = a \cdot \Delta A_{310} + b,$$

где M - содержание белка в пробирке (в мг),

a и b - коэффициенты линейной регрессии, полученные при построении калибровочного графика, как описано выше,

$\Delta A_{310}$  – разница в поглощении растворов из опытной и контрольной пробирок при длине волны, равной 310 нм.

Для определения концентрации белка в образце (в мг/мл) делят рассчитанное содержание белка в пробирке на объем образца белка (в мл), добавленный в эту пробирку.

#### *Ограничения метода*

Определение количества белка можно проводить в присутствии нуклеиновых кислот. Детергенты, такие, как додецилсульфат натрия и тритон X-100, снижают интенсивность окраски. Агенты, используемые для восстановления дисульфидных связей в белках, мешают определению.

## Лабораторная работа 2 (4 час)

### Определение массовой доли сухих веществ в напитках рефрактометрическим методом

Цель работы: ознакомиться с устройством различных рефрактометров и освоить методики рефрактометрического определения массовой доли сухих веществ в продуктах.

Принцип метода основан на изменении показателя преломления растворов в зависимости от количества растворенных в них сухих веществ. Коэффициент преломления зависит от природы вещества, длины волны падающего света и температуры окружающего воздуха. Чем больше концентрация раствора, тем выше значения коэффициента преломления. При отклонении температуры измерения от 20 °С вводят температурные поправки.

Для определения массовой доли сухих веществ применяют рефрактометр ИРФ-454 для измерения показателя преломления в интервале 1,2 1,7 . С помощью специальных таблиц по значениям показателя преломления определяют массовую долю сухих веществ в процентах.

На рефрактометре определяют не истинное, а видимое содержание сухих веществ, поэтому в зависимости от химического состава продукта вводят поправку, учитывающую отклонение определяемой на рефрактометре величины от истинного содержания сухих веществ.

#### *Техника определения на рефрактометре ИРФ-454*

Перед началом работы необходимо проверить правильность установки прибора на нуль по дистиллированной воде. На чистую поверхность измерительной призмы стеклянной палочкой или пипеткой осторожно, не касаясь призмы, нанести две три капли жидкости. Опустить осветительную призму и прижать ее застёжкой. Свет должен проходить через открытое окно осветительной призмы, при этом окно-зеркало осветительной призмы должно быть закрыто.

Наблюдая в окуляр границу светотени, маховиком вводят ее в поле зрения окуляра и наводят точно на перекрестие сетки. Если граница светотени окажется радужной, расплывчатой, то вращением рукоятки (маховика) компенсатора достигают четкости этой границы. По шкале показателей преломления снимают отсчет.

#### *Определение показателя преломления исследуемой жидкости*

Поверхности измерительной и осветительной призм протирают фильтровальной бумагой. Затем наносят на измерительную призму две три капли исследуемого раствора и проводят измерение показателя преломления аналогично воде. Проводят не менее трех определений, принимая за окончательный результат среднее арифметическое значение. Поверхность призм необходимо чистить после каждого измерения, промывая их спиртом или дистиллированной водой и удаляя остатки жидкости фильтровальной бумагой.

Шкала показателей преломления рассчитана для температуры 20 °С, поэтому если измерения проводились при температуре, отличающейся от 20 °С, то следует ввести поправку по специальной таблице.

### **Лабораторная работа 3 (8 час)**

#### **Определение содержания крахмала в зерне поляриметрическим методом**

Основной стандартный метод определения массовой доли крахмала при оценке качества зерна и продуктов его переработки основан на гидролизе крахмала при нагревании в присутствии кислоты, осветлении раствора и поляриметрическом определении концентрации продуктов его переработки.

Поляриметрический метод Эверса с введением поправки на растворимые углеводы отличается простотой выполнения и по точности не уступает другим методам.

**Техника определения.** Основной опыт. На аналитических весах взвешивают 5 г исследуемого продукта (муки, измельченного зерна, крупы, крахмала и др.), помещают в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> прилива-

ют  $25 \text{ см}^3$  (1,124%-го) раствора хлороводородной кислоты и перемешивают содержимое до полного смачивания и разрушения комочков. Затем добавляют еще  $25 \text{ см}^3$  HCl такой же концентрации, смывая с горлышка и стенок прилипшие частицы. Колбу с содержимым погружают в кипящую водяную баню и при непрекращающемся кипении держат там точно 15 мин, причем первые 3 мин перемешивают. Затем колбу вынимают из бани, доливают холодной водой приблизительно до  $90 \text{ см}^3$ , взбалтывают и охлаждают под струей холодной воды до  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Для осаждения белков прибавляют от 0,5 до  $5,0 \text{ см}^3$  4%-го раствора фосфорновольфрамовой кислоты. Затем содержимое колбы доводят до метки дистиллированной водой, хорошо взбалтывают и фильтруют. Первые порции фильтрата возвращают на фильтр для повышения прозрачности фильтрата. Фильтрат поляризуют в трубке поляриметра (сахариметра) длиной 200 мм. Показания прибора выражают в градусах Международной сахарной шкалы ( $^\circ\text{S}$ ).

Вместо фосфорновольфрамовой кислоты для осаждения белков можно добавить  $6 \text{ см}^3$  2,5%-го раствора молибдата аммония.

Параллельно проводят контрольный опыт для внесения поправки на оптически активные растворимые углеводы, не осаждаемые реактивами-осадителями и находящиеся в растворе.

**Контрольный опыт.** Взвешивают 10 г исследуемого продукта, переносят в мерную колбу вместимостью  $100 \text{ см}^3$ , добавляют цилиндром примерно  $75 \text{ см}^3$  дистиллированной воды и при частом помешивании оставляют в покое на 40 мин.

Затем для осветления раствора и осаждения белков прибавляют  $5 \text{ см}^3$  10%-го раствора танина, перемешивают, добавляют  $5 \text{ см}^3$  свинцового уксуса, еще раз перемешивают и доливают до метки насыщенным раствором сульфата натрия.

Также в качестве осветлителя можно использовать реактив, используемый в основном опыте. В этом случае после добавления осветлителя содер-

жимое колбы перемешивают, доводят содержимое колбы до метки дистиллированной водой, еще раз перемешивают и фильтруют.

Фильтрат в количестве 50 см<sup>3</sup> отбирают пипеткой, переносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> добавляют 3 см<sup>3</sup> 25%-го раствора HCl, выдерживают ровно 15 мин в кипящей водяной бане, охлаждают до 20 °С, прибавляют 1—2 см<sup>3</sup> 4%-ной фосфорновольфрамовой кислоты (или другой осветлитель), доводят дистиллированной водой до метки, взбалтывают, фильтруют. Полученный фильтрат поляризуют в трубке длиной 200 мм.

Показание поляриметра, полученное в контрольном опыте, вычитают из показания, найденного в основном опыте.

Массовая доля крахмала (% к массе СВ) в исследуемом продукте

$$C = \frac{\alpha E 100}{100 - W}$$

где  $\alpha$  — разность между показаниями поляриметра (сахариметра) в основном и контрольном опыте, °S;  $E$  — коэффициент Эверса;  $W$  — массовая доля влаги в исследуемом продукте, %.

Значения коэффициента Эверса для различных видов крахмала при исследовании в нормальных условиях (масса навески — 5 г, вместимость колбы — 100 см<sup>3</sup> и длина трубки — 200 мм) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициента Эверса для различных видов крахмала

Вид крахмала	Коэффициент Эверса	
	для поляриметра (с круглой шкалой)	для сахариметра (с линейной шкалой)
Кукурузный	5,416	1,879
Пшеничный	5,474	1,898
Картофельный	5,118	1,775

Ржаной	5,434	1,885
Ячменный	5,506	1,912
Овсяный	5,504	1,914
Рисовый	5,380	1,866
Сорговый	5,540	1,925
Просяной	5,232	1,818

*Материалы и оборудование:* мука, крахмал, измельченное зерно и т. д. (объект исследования); фильтровальная бумага, дистиллированная вода, 1,124%-ный раствор HCl; 4%-ный раствор фосфорновольфрамовой кислоты или 25%-ный раствор молибденовокислого аммония танина, свинцовый уксус, насыщенный раствор NaSO<sub>4</sub>, 25%-ный раствор HCl, весы, мерные колбы вместимостью 100 см<sup>3</sup>, мерные цилиндры, бюретки, водяная баня, поляриметр, пипетки, воронки.

Показания поляриметра в основном опыте ( $\alpha_1$ ) °S

Показания поляриметра в контрольном опыте ( $\alpha_2$ ) °S

Разность показаний поляриметра ( $\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$ ) °S

Коэффициент Эверса (K)

Массовая доля влаги в исследуемом продукте (W) %

Массовая доля крахмала к массе сухого вещества (C) %

Заключение.

#### **Лабораторная работа 4 (6 час)**

##### **Потенциометрический метод определения кислотности молока и кисломолочных продуктов**

Цель работы: ознакомиться с принципом работы потенциометра (рН-метра). Определить активную и титруемую кислотность молока или кисломолочного продукта методом потенциометрического титрования.

### *Метод потенциометрического титрования*

Проводится по ГОСТ Р 54669-2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности.

Потенциометрический метод основан на определении точки эквивалентности и титруемой кислотности, выраженной в градусах Тернера ( $^{\circ}T$ ): с использованием потенциометра (рН-метра).

*Градус Тернера ( $^{\circ}T$ ):* Объем водного раствора гидроксида натрия молярной концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, необходимый для нейтрализации 100 г (см<sup>3</sup>) исследуемого продукта.

#### *Сущность метода*

Метод основан на нейтрализации кислот, содержащихся в анализируемом продукте, раствором гидроксида натрия до заранее заданного значения рН и индикации точки эквивалентности при помощи потенциометра (рН-метра) с пересчетом на градусы Тернера.

*Средства измерений, вспомогательное оборудование, посуда, реактивы и материалы*

1. Анализатор потенциометрический диапазоном измерения 1-14 ед. рН, с погрешностью  $\pm 0,02$  ед. рН.
2. Весы по ГОСТ Р 53228, обеспечивающие точность взвешивания с пределом абсолютной допускаемой погрешности однократного взвешивания  $\pm 0,01$  г.
4. Бюретки 1-1(2)-2-10-0,02 по ГОСТ 29251.
5. Колбы 1-1000-2, 2-1000-2 по ГОСТ 1770.
6. Пипетки 2-2-10, 2-2-20 по ГОСТ 29169.
7. Цилиндры 1-50-1, 1-50-2 по ГОСТ 1770.
8. Колбы П-2-250-34 ТС, П-2-500-34 ТС по ГОСТ 25336.
9. Стаканы В-1-50 ТС, В-2-50 ТС, В-1-100 ТС, В-2-100 ТС, В-1-500 ТС, В-2-500 ТС по ГОСТ 25336.
10. Шпатель металлический или ложка.

11. Натрия гидроксид, х.ч. или ч.д.а., по ГОСТ 4328 или стандарт-титр, раствор молярной концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>.

12. Вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

13. Молоко или кисломолочные продукты.

Допускается применение других средств измерения, вспомогательного оборудования, не уступающих вышеуказанным по метрологическим и техническим характеристикам и обеспечивающим необходимую точность измерения, а также реактивов и материалов по качеству не хуже вышеуказанных.

#### *Подготовка приборов*

Потенциометр (рН-метр) в соответствии с прилагаемой инструкцией настраивают на диапазон измерения рН, включающий определяемые значения рН.

#### *Проведение измерений*

В стакан вместимостью 50 см<sup>3</sup> помещают 10 см<sup>3</sup> анализируемой пробы продукта и 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Смесь тщательно перемешивают.

Электроды потенциометрического анализатора погружают в стакан со смесью. Содержимое стакана, постоянно перемешивая, титруют раствором гидроксида натрия до точки эквивалентности:

- жидкие кисломолочные продукты - (8,30±0,02) ед. рН;

- молоко питьевое - (8,80±0,02) ед. рН.

Измеряют объем раствора гидроксида натрия, израсходованный на титрование смеси, с точностью до 0,01 см<sup>3</sup>.

Пробы анализируют три раза в условиях повторяемости в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 5725-1 (подраздел 3.14).

Кислотность анализируемого продукта, °Т (в градусах Тернера), вычисляют умножением объема, в сантиметрах кубических, раствора гидроксида натрия, пошедшего на нейтрализацию определенного объема продукта, на следующие коэффициенты:

10 - для молока питьевого и жидких кисломолочных продуктов.



За окончательный результат определения принимают среднеарифметическое значение результатов трех параллельных определений, округленное до первого десятичного знака

### **Лабораторная работа 5 (4 час)**

#### **Кондуктометрическое определение концентрации хлористого натрия в сыворотке**

Цель работы: ознакомиться с принципом работы кондуктометра. Экспериментально установить зависимость удельной электропроводности водного раствора хлористого натрия от концентрации раствора и определить концентрацию соли в сыворотке.

##### *Принцип метода кондуктометрии*

Кондуктометрический метод анализа или кондуктометрия – это метод анализа, основанный на измерении удельной электрической проводимости анализируемого раствора.

Электрическая проводимость – способность вещества проводить электрический ток под действием внешнего электрического поля. Единица измерения электрической проводимости сименс (См) (Sm).

Тела или вещества, проводящие электрический ток, называют проводниками. Проводники содержат в своем составе большое число носителей тока. В зависимости от природы носителей тока различают проводники первого рода и проводники второго рода. Проводники первого рода – металлы. В них перенос электричества осуществляется движением электронов по проводнику от отрицательного полюса источника тока к положительному. Электрическая проводимость проводников первого рода достигает  $10^8$  См/м. Проводники второго рода – растворы электролитов. Электролиты – это вещества, молекулы или кристаллы которых при растворении распадаются на ионы. В растворах электролитов перенос электричества осуществляется за счет движения ионов. Катионы и анионы движутся в противоположных направлении

ях. Несущие положительный заряд катионы движутся к катоду, отрицательно заряженные анионы движутся к аноду. Электрическая проводимость растворов электролитов находится в пределах  $10^{-5} - 10^4$  См/м.

Для растворов электролитов, так же как и для проводников первого рода справедлив закон Ома:

$$E = IR$$

где  $E$  – разность потенциалов между электродами, В (вольт);  $I$  – сила тока, А (ампер);  $R$  – сопротивление, Ом (ом).

Сопротивление раствора электролита равно

$$R = \frac{\rho l}{S}$$

где  $\rho$  – удельное сопротивление, Ом·см;  $l$  – расстояние между электродами, см;  $S$  – площадь поперечного сечения раствора электролита между электродами, см<sup>2</sup>.

Удельная электрическая проводимость  $\kappa$  – величина, обратная удельному сопротивлению:

$$\kappa = \frac{1}{\rho}$$

Удельная электрическая проводимость равна электрической проводимости 1 см<sup>3</sup> раствора, находящегося между параллельными электродами площадью 1 см<sup>2</sup> при расстоянии между ними 1 см. Единицей измерения удельной электрической проводимости является См/см.

В разбавленных растворах удельная электрическая проводимость с увеличением концентрации растет, при некоторой достаточно высокой концентрации достигает максимума и затем уменьшается. Для аналитических измерений обычно используют участок кривой с возрастающей удельной электрической проводимостью, т. е. область разбавленных и умеренно концентрированных растворов.

Для измерения удельной проводимости растворов используют приборы, которые называются кондуктометрами.

Кондуктометр ЕС 215 предназначен для измерения проводимости водных растворов в одном из четырех диапазонов по выбору пользователя, с автоматической компенсацией измерений по температуре. Температурный коэффициент можно установить в диапазоне 0 .. 2.5%/°C. Прибор снабжен платиновым 4-х электродным датчиком с пластиковым кожухом.



Оборудование, реактивы, материалы:

1. Кондуктометр ЕС 215, снабженный электродом
2. Пластиковый стаканчик
3. Термометр
4. Весы технические
5. 5 пробирок на 10 мл со штативом для пробирок
6. Шпатель
7. Воронка
8. 2 градуированные пипетки на 10 мл
9. Фильтровальная бумага
10. Груша
11. Мерная колба на 100 мл
12. Хлористый натрий, сухой
13. Дистиллированная вода

*Выполнение работы:*

1. Предварительно включить прибор в сеть для прогревания (не менее 20 мин)
2. Взвесить на технических весах 1,17 г сухого хлористого натрия, высыпать через воронку в мерную колбу на 100 мл, прибавить 2/3 объема колбы дистиллированной воды, тщательно перемешать, довести объем дистиллированной водой до метки и еще раз тщательно перемешать (раствор А).

3. В 5-ти пробирках на 10 мл приготовить растворы с соответствующими концентрациями, согласно таблице 1.

4. В пластиковый стаканчик налить дистиллированную. воды и промыть ею электродную ячейку кондуктометра. Оставшуюся на электроде воду удалить фильтровальной бумагой.

5. Осторожно погрузить электродную ячейку кондуктометра в 1-ю пробирку и снять показания прибора, операции повторить еще 2 раза. Те же измерения провести для остальных пробирок. Значения удельной проводимости растворов занести в таблицу 1.

**Таблица 1 Удельная электропроводность различных концентраций раствора хлористого натрия**

№ про- бирки	V воды см <sup>3</sup>	V раствора А см <sup>3</sup>	C <sub>NaCl</sub> , моль/дм <sup>3</sup>	Удельная электропро- водность. mS		
				1	2	3
1	8	2	0,04			
2	6	4	0,08			
3	4	6	0,12			
4	2	8	0,16			
5	0	10	0,20			
Задача						

6. Операцию 5 провести с сывороткой, содержащей хлористый натрий неизвестной концентрации (задача).

Обработка результатов измерений:

По полученным данным в программе Excel построить график зависимости концентрации раствора хлористого натрия от удельной проводимости раствора.

По графику определить концентрацию хлористого натрия в сыворотке (задача) и результат занести в таблицу 1.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какой тип электрохимического элемента используется в кондуктометрии ?

1. Какая зависимость положена в основу метода прямой кондуктометрии?
2. Что называют удельной проводимостью и эквивалентной электрической проводимостью ? Указать их размерность и записать уравнение связи между ними.
3. От каких факторов зависит подвижность иона в растворе?
4. Почему при измерении электрической проводимости используют источник переменного тока?

### **Лабораторная работа 6 (6 час)**

#### **Определение показателя качества минеральной воды титриметрическим методом**

*Цель работы:* Определение содержания гидрокарбоната в минеральной воде.

*.Содержание работы:*

1. Приготовление 100 г раствора карбоната натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  с массовой долей 5 %.

На электронных весах взвешивают 5,00 г сухого безводного карбоната натрия, количественно переносят в стакан на 150 см<sup>3</sup>, в который налито 95,00 см<sup>3</sup> (95,00г) дистиллированной воды и перемешивают содержимое стеклянной палочкой до полного растворения соли. Общая масса раствора равна 5 + 95 = 100 г.

2. Определение плотности приготовленного раствора карбоната натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Определяют плотность раствора  $\rho(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  с использованием ареометра и пикнометрическим методом, как описано выше. По таблице плотностей (см. приложение 1) находят примерную процентную концентрацию  $\omega\%$  ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) (массовую долю) полученного раствора.

3. Приготовление 100 см<sup>3</sup> раствора карбоната натрия молярной концентрации эквивалента  $C(1/2 \text{Na}_2\text{CO}_3)$  0,2 моль-экв/дм<sup>3</sup>.

Молярная масса эквивалента  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  равна половине молекулярной массы

$$MЭ(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (23 * 2 + 12 + 16 * 3) / 2 = 106 / 2 = 53 \text{ г}$$

По формуле находят объем  $V_1(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  исходного (маточного) раствора карбоната натрия с процентной концентрацией  $\omega\%(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  и плотностью  $\rho(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ , необходимого для приготовления объема  $V_2(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  раствора молярной концентрации эквивалента  $C(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3)$ .

$$V_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) = V_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) * C(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) * 100 * MЭ / (1000 * \rho(\text{Na}_2\text{CO}_3) * \omega\%(\text{Na}_2\text{CO}_3)),$$

где  $V_2(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  – объем раствора, который необходимо приготовить (100 см<sup>3</sup>);

$V_1(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  – объем маточного раствора, который необходимо взять;

$C(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3)$  – концентрация раствора, которую необходимо приготовить, 0,2 моль-экв/дм<sup>3</sup>;

$MЭ(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  – молярная масса эквивалента  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (53 г);

$\rho(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  – плотность маточного раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;

$\omega\%(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  – массовая доля маточного раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в %.

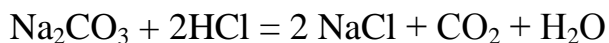
Отмеряют рассчитанное количество маточного раствора при помощи мерного цилиндра, переносят в мерную колбу, разбавляют дистиллированной водой до метки и тщательно перемешивают, для чего 10 – 12 раз переворачивают колбу.

4. Приготовление стандартного раствора соляной кислоты HCl из фиксаля.

В мерную колбу на 1 дм<sup>3</sup> наливают 1/2 объема дистиллированной воды, вставляют стеклянную воронку и боек. О боек разбивают одну сторону ампулы с фиксаляем соляной кислоты, выливают содержимое, переворачивают ампулу, разбивают и омывают избытком дистиллированной воды. Удаляют боек с ампулой и доводят объем раствора в колбе до метки. Тщательно перемешивают содержимое многократным переворачиванием закрытой колбы. Колбу с раствором оставляют стоять до использования.

5. Точное определение содержания карбоната натрия в растворе титрованием стандартным раствором соляной кислоты, приготовленной из фиксана.

В основе определения лежит реакция:



На 1 моль карбоната натрия расходуется 2 моль соляной кислоты, следовательно, фактор эквивалентности карбоната натрия в этой реакции равен  $\frac{1}{2}$  и молярная масса эквивалента карбоната натрия равна молярной массе карбоната натрия деленной на 2.

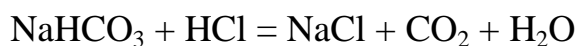
Отбирают пипеткой  $5,00 \text{ см}^3$  приготовленного раствора карбоната натрия, переносят в коническую колбу для титрования, добавляют 1-2 капли индикатора метилового оранжевого и титруют стандартным раствором соляной кислоты до появления розового окрашивания от одной капли добавленного из бюретки раствора. Титрование повторяют еще 2 раза до получения 3 «сходящихся» (т.е. различающихся не более чем на  $0,2 \text{ см}^3$  результатов). Каждый раз берут новую порцию раствора и устанавливают уровень кислоты в бюретке на ноль. Результаты каждого титрования и вычислений заносят в таблицу.

$$C(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) = C(\text{HCl}) * V(\text{HCl}) / V(\text{Na}_2\text{CO}_3)$$

№ титрования	Объем раствора карбоната натрия, $V(\text{Na}_2\text{CO}_3) \text{ см}^3$	Объем раствора HCl, $V(\text{HCl}) \text{ см}^3$	Средний объем раствора HCl, $V_{\text{cp}}(\text{HCl}) \text{ см}^3$	Концентрация раствора HCl, $C(\text{HCl})$ моль-экв/дм <sup>3</sup>	Рассчитанная концентрация раствора $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $C(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3)$ моль-экв/дм <sup>3</sup>
1	10,00			0,1	
2	10,00			0,1	
3	10,00			0,1	

5. Определение содержания гидрокарбонат-ионов в минеральной воде.

В минеральной воде всегда присутствуют гидрокарбонат ионы. В основе определения гидрокарбонат-ионов лежит реакция



На 1 моль гидрокарбоната натрия расходуется 1 моль соляной кислоты, следовательно, фактор эквивалентности гидрокарбоната натрия равна молярной массе гидрокарбоната натрия.

Отбирают пипеткой Мора 10,00 см<sup>3</sup> минеральной воды «Ласточка» в колбу для титрования, добавляют 1-2 капли индикатора метилового оранжевого и титруют стандартным раствором кислоты приготовленной ранее из фиксаналя до появления розового окрашивания. Титрование повторяют еще 2 раза до получения 3 «сходящихся» (т.е. различающихся не более чем на 0,2 см<sup>3</sup> результатов). Каждый раз берут новую порцию раствора и устанавливают уровень кислоты в бюретки на ноль. Результаты каждого титрования и вычислений заносят в таблицу.

$$C(\text{NaHCO}_3) = C(\text{HCl}) * V(\text{HCl}) / V(\text{NaHCO}_3)$$

$$m(\text{HCO}_3^-) = C(\text{NaHCO}_3) * 61.$$

№ титрования	Объем раствора карбоната натрия, V(NaHCO <sub>3</sub> ) см <sup>3</sup>	Объем раствора HCl, V(HCl) см <sup>3</sup>	Средний объем раствора HCl, V <sub>ср</sub> (HCl) см <sup>3</sup>	Концентрация раствора HCl, C(HCl) моль-экв/дм <sup>3</sup>	Рассчитанная концентрация раствора NaHCO <sub>3</sub> , C(NaHCO <sub>3</sub> ) моль-экв/дм <sup>3</sup>	Масса HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> в 1 дм <sup>3</sup> г/дм <sup>3</sup>
1	10,00			0,1		
2	10,00			0,1		
3	10,00			0,1		

Сравнивают полученные данные с данными этикетки минеральной воды и делают заключение о соответствии показателя требованиям на данную продукцию



## Лабораторная работа 7 (6 час)

### Определение содержания липидов в семенах рефрактометрическим методом

**Цель работы:** рефрактометрическое определение содержания липидов в семенах подсолнечника по измеренным значениям показателей преломления серии растворов подсолнечного масла в автоле с разным содержанием масла.

Жиры и жироподобные вещества (или липоиды) относят к липидам. Жиры – сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и высокомолекулярных жирных кислот. В состав жиров входит несколько десятков жирных кислот, имеющих, как правило, четное число атомов углерода. В растительных жирах преобладают непредельные жирные кислоты, имеющие низкую температуру плавления – олеиновая, ленолевая, леноленовая. Поэтому растительные жиры имеют жидкую консистенцию и их называют маслами. Жиры выполняют в основном функцию запасных питательных веществ.

К липоидам относят фосфоглицериды, гликолипиды, воска и стероиды. Фосфоглицериды выполняют структурную функцию – являются основными компонентами мембран клетки. Гликолипиды содержатся в зеленых частях растений (накапливаются в хлоропластах) и повышают питательную ценность продукции растениеводства. Воски – тугоплавкие соединения, выполняющие защитную функцию. Они входят в состав кутикулы и предохраняют растения от иссушения и поражения болезнями.

Рефрактометрический метод основан на использовании больших различий в коэффициентах преломления масла исследуемых семян и машинного масла автола, который хорошо растворяет масла на холоде и не обладает большой летучестью. При растворении показатель преломления понижается на величину, пропорциональную количеству растворенного масла.

$$\Delta n = a \cdot m + b$$

Где  $\Delta n$  – разница между показателем поглощения автола и раствора, содержащего  $m$  г масла семян растений в 1 г автола;  $a$  и  $b$  – коэффициенты линейного уравнения.

Прибор, с помощью которого можно определять показатель преломления, называется рефрактометром

Автол имеет высокий показатель преломления, он мало летуч и не растворяет воду - все эти свойства делают его наиболее приемлемым растворителем при определении количества жира при помощи рефрактометра. При выполнении анализа применяют универсальный рефрактометр со шкалой, градуированной до  $n_D = 1,7500$ ; сахарный рефрактометр, имеющий шкалу  $n_D$  только до 1,5400, непригоден для работы автолом.

Рефрактометрический метод определения количества липидов является одним из самых быстрых методов. Им широко пользуются при исследовании сырья и пищевой продукции, содержащей жир.

#### **Реактивы и оборудование:**

1. Автол (машинное масло)
2. Масло подсолнечное
3. Семена подсолнечника
4. Петролейный эфир
5. Вата
6. Марля
7. Ступка с пестиком
9. Пипетки
10. Пробирки эппендорф 2 мл
11. Технические весы.
12. Торсионные весы
13. Флакон 10 мл
12. Рефрактометр

#### **Ход работы:**

**Приготовление серии растворов подсолнечного масла в автоле с разным содержанием масла.** На технические весы ставят флакон с пробиркой эппендорф на 2 мл, обнуляют тару, пипеткой прибавляют 1 г автола и 0,2 г подсолнечного масла. Пробирку закрывают крышкой и перемешивают по-

лученный раствор подсолнечного масла в автоле, содержащий 0,2 г масла. Таким же образом получают растворы, содержащие 0,4; 0,6 и 0,8 г масла. Далее определяют показатели преломления полученных растворов на рефрактометре.

### **Выполнение измерений.**

На нижнюю призму измерителя рефрактометра наносят несколько капель приготовленного раствора подсолнечного масла в автоле, равномерно растирают стеклянной палочкой по поверхности призмы, накрывают верхней призмой и производят трижды снятие показаний показателя преломления  $n_D$ . Затем призмы тщательно протирают ватой, смоченной петролейным эфиром и высушивают перед последующими определением показателей преломления всех приготовленных растворов, включая чистый автол. Полученные данные заносят в таблицу

Таблица

№ опыта	Содержание подсолнечного масла в растворе ( $q$ ), г	Показатель преломления $n$				$\Delta n * 10^4$
		1	2	3	среднее значение	
1	0					0
2	0,2					
3	0,4					
4	0,6					
5	0,8					
Масло семян						

Строят градуировочный график зависимости содержания масла от среднего значения убыли значения показателя преломления  $\Delta n * 10^4$

$$q = a * \Delta n * 10^4 + b.$$

### **Приготовление образца масла с автолом из семян подсолнечника.**

Семена подсолнечника предварительно очищают от оболочек, тонко измельчают и берут точную навеску около 500 мг на торсионных весах. Навеску высыпают в малую фарфоровую ступку, помещенную на технические весы, обнуляют тару и приливают 1 г автола. Навеску тщательно растирают пестиком до однородной массы, оставляют для растворения масла на 10

мин и повторно растирают. Затем смесь фильтруют через марлю, отбирают несколько капель раствора масла и на рефрактометре трижды определяют показатель преломления. Содержание масла в семенах рассчитывают по формуле:

$$X(\%) = (q/m) * 100\%$$

где  $q$  – содержание масла семян, определенное по графику;

$m$  – масса навески семян, г.

### **Контрольные вопросы:**

1. Дайте определение понятию "липиды" (жиры и масла). На какие группы веществ их можно разделить? Приведите примеры основных групп липидов.
2. Опишите физические свойства и химические превращения ацилглицеринов. Дайте определение реакциям гидролиза, гидрогенизации и переэтерификации масел и жиров. Какова их роль в технологии?
3. Определите понятие "окисление жиров". Каков его механизм и какие факторы влияют на окисление масел и жиров? Какова роль антиоксидантов при окислении жиров?
4. Приведите примеры основных превращений фосфолипидов. Какова роль фосфолипидов в технологии жиров, питания?
5. Расскажите о методах выделения и анализа жиров. Дайте определение понятиям: кислотное, йодное число, число омыления.
6. Какова роль жиров, их структурных компонентов в питании?
7. Укажите пределы изменчивости содержания жиров в семенах зерновых, зернобобовых и масличных культур?
8. Как изменяется кислотный состав и качество жиров при созревании, прорастании и хранении семян?

## Лабораторная работа 8 (8 час)

### Определение массовой доли редуцирующих сахаров в напитках гексацианоферратным методом

Метод основан на колориметрическом определении избытка щелочного раствора гексацианоферрата (III) калия после реакции с редуцирующими сахарами. При этом гексацианоферрат (III) восстанавливается до гексацианоферрата (II), что ведет к ослаблению окраски, так как  $K_3[Fe(CN)_6]$  окрашен значительно интенсивнее, чем  $K_4[Fe(CN)_6]$ . Недостатком метода является узкий диапазон концентраций редуцирующих сахаров, подвергающихся определению. Поэтому надо знать их примерное содержание в определяемом образце.

#### *Оборудование, посуда и материалы:*

- спектрофотометр (СФ) с набором кювет (длина пробега луча света 1 см),
- аналитические и технические весы,
- электроплитка,
- пробирки на 2 см<sup>3</sup>,
- градуированные пипетки на 1 см<sup>3</sup>,
- мерные колбы на 100 см<sup>3</sup>
- шпатель,
- стеклянная палочка
- карандаш по стеклу

#### *Растворы и реактивы:*

- Стандартный водный раствор глюкозы (0,16 %-ный). 160 мг безводной глюкозы взвешивают с точностью до 1 мг, пересыпают в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, ополаскивают и растворяют в дистиллированной воде.
- Щелочной раствор гексацианоферрата (III) калия (0,8 %-ный). Взвешивают 8 г  $K_3[Fe(CN)_6]$  и 20 г NaOH (или 28 г KOH). Отдельно растворяют в небольшом количестве дистиллированной воды. Затем оба раствора

сливают в мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup> и доводят до метки дистиллированной водой. Раствор готов к использованию через сутки. Раствор можно хранить в склянке из темного стекла в течение 2 месяцев.

*Ход работы:*

### 1. Построение калибровочного графика

В 10 пробирок, подписанных карандашом по стеклу, вместимостью 2 см<sup>3</sup> вносят пипеткой по 1 см<sup>3</sup> щелочного раствора гексацианоферрата (III) калия и по определенному объему стандартного раствора глюкозы и дистиллированной воды согласно таблице 1.

Таблица 1

№ пробирки	V стандартного раствора глюкозы, см <sup>3</sup>	V дистиллированной воды, см <sup>3</sup>	m Содержание глюкозы в образце, мг	A <sub>440</sub>
1	0,48	0,52	3,84	
2	0,48	0,52	3,84	
3	0,5	0,5	4,00	
4	0,5	0,5	4,00	
5	0,52	0,48	4,16	
6	0,52	0,48	4,16	
7	0,54	0,46	4,32	
8	0,54	0,46	4,32	
9	0,56	0,44	4,48	
10	0,56	0,44	4,48	

Содержимое каждой пробирки закрывают, помещают в кипящую водяную баню и кипятят 2 мин. Затем охлаждают в стакане с холодной водой и измеряют оптическую плотность при длине волны 440 нм (A<sub>440</sub>) на СФ. Раствором сравнения служит дистиллированная вода. Кювету подбирают такого размера, чтобы оптическая плотность была в пределах 0,3-0,6 для раствора, содержащего 0,54 см<sup>3</sup> раствора глюкозы (10, 20 или 30 мм). Оптическую плотность определяют в каждом растворе не менее 2 раз и из полученных данных берут среднее арифметическое значение. Строят график зависимости величины оптической плотности A<sub>440</sub> от содержания глюкозы (m) в образце в

мг и методом регрессионного анализа в Microsoft Excel находят коэффициенты  $a$  и  $b$  уравнения

$$A_{440} = a \cdot m + b.$$

## 2. Определение содержания редуцирующих сахаров в пробе

В 2 пробирки вместимостью 2 см<sup>3</sup> вносят по 0,5 см<sup>3</sup> пробы, 0,5 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и затем 1 см<sup>3</sup> щелочного раствора гексацианоферрата (III) калия. Содержимое каждой пробирки закрывают, и кипятят как описано ранее, охлаждают и измеряют оптическую плотность при  $\lambda = 440$  нм. Раствор сравнения – дистиллированная вода. Кювету берут размером, аналогичным взятому для построения калибровочного графика. Если оптическая плотность раствора не попадает в интервал 0,1-1,2, необходимо взять меньший объем пробы или поменять разведение, сохраняя постоянный объем жидкости в пробирке, равным 2 см<sup>3</sup>.

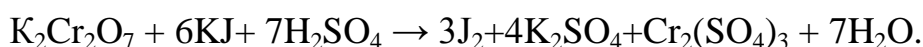
## **Лабораторная работа 9 (6 час)**

### **Бихромато-йодометрический метод определения спирта в вине**

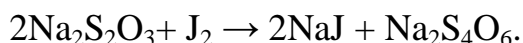
Этот метод основан на окислении спирта бихроматом калия до уксусной кислоты.



Избыток бихромата определяется йодометрически по схеме:



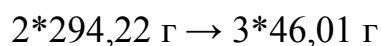
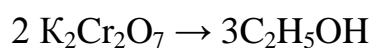
Выделившееся свободный йод титруют тиосульфатом натрия. При этом йод окисляет  $Na_2S_2O_3$  до тетрагидрата натрия, восстанавливаясь до  $I^-$  по уравнению реакции:



В ходе этой реакции для установления конца реакции применяется чувствительный реактив на свободный йод – раствор крахмала, который с йодом дает окрашивание интенсивно синего цвета. Титрование заканчивают, когда ярко-синяя окраска раствора перейдет в голубовато-зеленую.

По количеству израсходованного тиосульфата натрия устанавливают расход бихромата калия, пошедшего на титрование спирта. Зная эквивалент раствора бихромата калия по спирту, определяют содержание этилового спирта в исследуемом растворе.

Эквивалент 0,5н. раствора  $K_2Cr_2O_7$  по спирту рассчитывают из реакции окисления спирта:



где  $x$  – количество спирта, окисляемое 1мл 0,5 н. раствора  $K_2Cr_2O_7$ , г;

0,0245 – содержание  $K_2Cr_2O_7$  в 1 мл 0,5 н. раствора, г.

$$x = 0,0245 \cdot 3 \cdot 46,01 / (2 \cdot 294,22) = 0,00575 \text{ г}, \text{ или } 0,00575 : 0,789 = 0,0073 \text{ мл}.$$

Следовательно, 1 мл 0,5 н. раствора  $K_2Cr_2O_7$  эквивалентен 0,0073 мл спирта.

Бихромато-йодометрический метод определения спирта широко распространен в виноделии. Основное преимущество метода заключается в том, что им можно достаточно точно определить содержание спирта в небольших объемах жидкости. Метод дает хорошо воспроизводимые результаты опытов при анализе вин с содержанием спирта 0,5-25%. Точность метода значительно повышается за счет йодометрического определения избытка бихромата калия.

Для гарантии полноты окисления спирта до уксусной кислоты избыток бихромата калия должен быть не менее 2-3 мл, а в сферу реакции всегда должно вводиться одно и то же количество спирта. Поэтому продукты с содержанием спирта 5 – 15% разбавляют в 10 раз, а более концентрированные растворы – в 20 раз, однопроцентные растворы анализируются без разбавления. Опыт проводят при температуре 18-20<sup>0</sup>С.

Вследствие высокой концентрации титрованного раствора бихромата калия измерение его в ходе опыта должно быть очень точным, так как ошибка в 0,1 мл дает отклонение в крепости  $\pm 0,2$  об. %. На точность ре-



результатов анализа влияют примеси этилового спирта, которые также окисляются бихроматом калия, но эти погрешности значительно ниже тех, которые имеют место при пикнометрических и ареометрических определениях спирта в низкоконцентрированных водно-спиртовых растворах. При определении спирта в винах их вначале перегоняют.

Оборудование: установка для отгонки спирта; коническая колба на 500 мл; 2 бюретка на 25 мл; 3 пипетки на 5 мл, 1 пипетку на 10 мл, часовое стекло, цилиндр на 250 мл, 3 мерные колбы на 50 мл.

Реактивы:

0,5 н. раствор бихромата калия. – 200мл

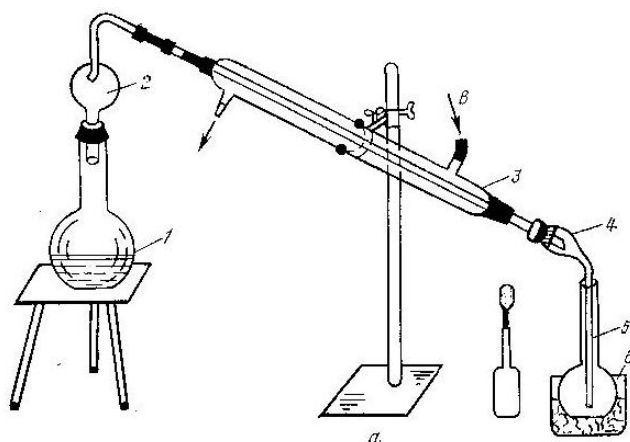
0,1 н. раствор тиосульфата натрия- 200 мл

серная кислота, х.ч.,  $d = 1.84$ , - 50 мл

1%-ный раствор крахмала – 50 мл

10%-ный раствор йодида калия -100 мл

Ход работы



Вначале вино подвергают перегонке на установке, представленной на рис.

Мерную колбу вместимостью 50 мл заполняют вином и доводят до метки при 20°C. Содержимое колбы переносят в перегонную колбу на 100 мл без потерь. В качестве приемника используют мерную колбу вместимостью 50 мл в которую предварительно наливают 5-10 мл воды. Перегонку производят со скоростью 3,5-4,5 мл мин. Следят, чтобы дистиллят не засасывало в холодильник, а экстрактивные вещества не пригорали. Перегонку прекращают, когда мерная колба заполнится дистиллятом на  $\frac{3}{4}$  объема. Кончик аллонжа ополаскивают 5 мл воды, сливая в приемную колбу. Объем в приемной колбе доводят до метки при 20°C. Содержимое мерной колбы тщательно перемешивают. Пипеткой отбирают 5 мл получен-

ного раствора, переносят в мерную колбу на 50 мл и доводят дистиллированной водой до метки. Получают **испытуемый раствор**.

В коническую колбу вместимостью 500 мл отмеряют из бюретки точно 10 мл раствора  $K_2Cr_2O_7$  и осторожно по стенке прибавляют 5 мл серной кислоты. Когда колба остынет, в нее отбирают 5 мл испытуемого раствора. Спустя 15 мин (этого времени достаточно для окисления спирта при комнатной температуре) к смеси добавляют 10 мл 10%-ного раствора КJ и колбу прикрывают часовым стеклом. Через 5 мин в колбу прибавляют 200-250 мл дистиллированной воды и выделившийся йод титруют 0,1 н. раствором тиосульфата натрия, прибавляя в конце титрования 2-3 мл 1%-ного раствора крахмала. Титрование заканчивают при появлении голубовато-зеленой окраски раствора.

### **Практические занятия (18 час., в том числе в форме активного обучения 10 час.)**

#### **Занятие 1. «Электрохимические методы анализа» (4 час.)**

Произвести расчеты согласно полученному варианту.

#### **Вариант № 1**

1. Потенциалы кадмийселективного электрода, измеренные относительно хлоридсеребряного электрода, в стандартных растворах  $CdSO_4$  с различной концентрацией  $Cd^{2+}$  составили:

$C(Cd^{2+}), \text{ моль/дм}^3$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$
$-E, \text{ мВ}$	75,0	100	122	146	170

По этим данным построили градуировочный график в координатах  $E=f(pCCd^{2+})$ .

Исследуемый раствор кадмия объемом  $10,00 \text{ см}^3$  разбавили водой до  $50,00 \text{ см}^3$  в мерной колбе. Потенциал кадмийселективного электрода в полученном растворе равен 116 мВ. Определить концентрацию исследуемого раствора соли кадмия (в моль/дм<sup>3</sup>).

2. Анализируемый раствор разбавили в мерной колбе на  $100,0 \text{ см}^3$  и аликвоту объемом  $20,00 \text{ см}^3$  оттитровали потенциометрически  $0,1000 \text{ моль/дм}^3$

NaOH. Определить массу HCl (в мг) по интегральной и дифференциальной кривым титрования, если получены следующие результаты:

V(NaOH), см <sup>3</sup>	1,50	1,80	1,90	1,95	1,98	2,00	2,02	2,05	2,10
pH	2,64	3,05	3,36	3,64	4,05	6,98	9,95	10,53	10,65

3. Смесь HCl и CH<sub>3</sub>COOH оттитровали раствором 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> NaOH. постройте кривую кондуктометрического титрования и рассчитайте количество кислот в анализируемом растворе.

V(NaOH), см <sup>3</sup>	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00
L, См	24,0	21,0	17,8	15,0	14,0	14,2	14,3	14,5	18,7	22,6	26,5

4. Вычислите содержание Cu<sup>2+</sup> (в мг/дм<sup>3</sup>) в консервированном яблочном соке, если при анализе 20,00 см<sup>3</sup> его высота полярографической волны меди была равна 15,5 мм, а после добавления 1,00 см<sup>3</sup> стандартного раствора меди с концентрацией 0,0010 моль/дм<sup>3</sup> увеличилась до 29,0 мм.

5. Определить концентрацию цинка (в мкг/см<sup>3</sup>) в исследуемом растворе, если при амперометрическом титровании 10,00 см<sup>3</sup> этого раствора раствором K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] с T(K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]) = 0,000325 г/см<sup>3</sup> получены следующие результаты:

V(K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]), см <sup>3</sup>	0	0,20	0,40	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
I <sub>d</sub> , мкА	75,0	75,0	75,0	75,0	120	165	210	255	300

## Вариант № 2

1. Определить содержание калия в минеральной воде (в моль/дм<sup>3</sup>), если электродный потенциал в исследуемом растворе равен 10 мВ, а для стандартного раствора калия с концентрацией 0,0100 моль/дм<sup>3</sup> составил 46,0 мВ.

2. Для определения титруемой кислотности 15,00 см<sup>3</sup> томатного сока оттитровали NaOH с концентрацией 0,09400 моль/дм<sup>3</sup>. По интегральной и дифференциальной кривым титрования рассчитайте кислотность сока в градусах Тернера (градус Тернера показывает объём 0,1000 М NaOH, израсходованный на титрование 100 см<sup>3</sup> пищевого продукта).

V(NaOH), см <sup>3</sup>	0	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	10,50	11,00	12,00	13,00
--------------------------	---	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------

pH	5,05	5,56	5,88	6,19	6,92	8,82	10,56	11,29	11,58	11,90
----	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------

3. Рассчитайте концентрацию азотной кислоты и фенола в (г/см<sup>3</sup>), если при кондуктометрическом титровании 50,00 см<sup>3</sup> их смеси раствором KOH с концентрацией 0,5000 моль/дм<sup>3</sup> получены следующие результаты:

V(KOH), см <sup>3</sup>	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,0	11,0	12,0
L, См	19,0	17,0	15,0	13,2	12,5	12,6	12,7	12,8	13,0	14,0	15,0	16,5

4. Для построения градуировочного графика записали полярограммы стандартных растворов Cu<sup>2+</sup> и измерили высоту волны:

C <sub>Cu</sub> , мг/см <sup>3</sup>	0,50	1,00	1,50	2,00
h <sub>x</sub> , мм	9,0	17,5	26,2	35

Навеску латуни 0,1000г растворили и разбавили до 50,00 см<sup>3</sup>. Вычислить массовую долю меди в образце, если высота волны на полярограмме составляет 18 мм.

5. Определить массу кадмия (в мг) в исследуемом растворе, если при амперометрическом титровании 10,00 см<sup>3</sup> этого раствора раствором K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] с T(K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]) = 0,002440 г/см<sup>3</sup> получены следующие результаты:

V(K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]), см <sup>3</sup>	0	0,20	0,40	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
I <sub>d</sub> , мкА	30,0	29,0	31,0	32,0	32,0	60,0	137	210	300

### Вариант № 3

1. При определении Fe(III) потенциометрическим методом было найдено, что потенциал индикаторного электрода стандартных растворов Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> равен:

CFe(III), моль/дм <sup>3</sup>	1,0·10 <sup>-4</sup>	5,0·10 <sup>-4</sup>	1,0·10 <sup>-3</sup>	5,0·10 <sup>-3</sup>
E, мВ	290	278	272	260

По этим данным построили градуировочный график в координатах E=f(pCFe<sup>3+</sup>).

Определить содержание железа в пиве (в мг/дм<sup>3</sup>), если электродный потенциал 25,00см<sup>3</sup> исследуемого продукта, разбавленного до 50,00 см<sup>3</sup> раствором фонового электролита, составил 275 мВ.

2. Навеску серебряного сплава массой 2,1570г растворили и после соответствующей обработки довели объём раствора до 100,0 см<sup>3</sup> и 25,00 см<sup>3</sup> раствора оттитровали 0,1250 моль/дм<sup>3</sup> NaCl. Определить массовую долю Ag (в %) по

интегральной и дифференциальной кривым титрования, если получены следующие результаты:

V(NaCl), см <sup>3</sup>	16,00	18,00	19,00	19,50	19,90	20,00	20,10	20,50	21,00
E, мВ	689	670	652	634	594	518	440	401	383

3. При кондуктометрическом титровании 50,00 см<sup>3</sup> смеси NaOH и NH<sub>4</sub>OH раствором HCl с концентрацией 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> получены следующие данные:

V(HCl), см <sup>3</sup>	0	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
L, См	6,30	5,41	4,52	3,62	3,71	4,79	5,85	6,93	9,00	12,08	15,13

Рассчитайте количество NaOH и NH<sub>4</sub>OH в исследуемом растворе.

4. При полярографировании насыщенного раствора Pb(SCN)<sub>2</sub> высота полярографической волны составила 15,0 мм. Стандартный раствор ацетата свинца с Сэкв = 0,0500 моль/дм<sup>3</sup> имел высоту 21,9 мм. Рассчитайте произведение растворимости тиоцианата свинца.

5. Определить массу цинка, содержащегося в 1 дм<sup>3</sup> исследуемого раствора, если при амперометрическом титровании 10,00 см<sup>3</sup> этого раствора раствором K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] с T(K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]/Zn) = 0,001820 г/см<sup>3</sup> получены следующие результаты:

V(K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]), см <sup>3</sup>	0	0,20	0,40	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
I <sub>d</sub> , мкА	60,0	60,0	60,0	61,0	61,0	120	176	230	285

#### Вариант № 4

1. Потенциал нитрат - селективного электрода, измеренный относительно хлоридсеребряного электрода в стандартных растворах KNO<sub>3</sub> равен:

C(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), моль/дм <sup>3</sup>	5,0·10 <sup>-5</sup>	1,0·10 <sup>-4</sup>	5,0·10 <sup>-4</sup>
E, мВ	325	289	207

По этим данным построили градуировочный график в координатах E=f(p CK<sup>+</sup>).

Определить содержание NO<sub>3</sub><sup>-</sup> в воде (в ммоль/дм<sup>3</sup>), если электродный потенциал исследуемой воды равен 260 мВ.

2. Для определения содержания Ca<sup>2+</sup> 50,00 см<sup>3</sup> молока оттитровали раствором комплексона III с Сэкв = 0,0930 моль/дм<sup>3</sup>. Определить содержание каль-

ция (в мг/дм<sup>3</sup>) по интегральной и дифференциальной кривым титрования, если получены следующие результаты:

V(ЭДТА), см <sup>3</sup>	0	5,00	10,00	15,00	17,00	18,00	19,00	20,00	21,00	24,00
E, мВ	260	276	288	312	320	440	450	455	460	463

3. Рассчитайте массу азотной кислоты и нитрата аммония (в мг), если при кондуктометрическом титровании 10,00 см<sup>3</sup> их смеси раствором КОН с концентрацией 0,2500 моль/дм<sup>3</sup> получены следующие результаты:

V(КОН), см <sup>3</sup>	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00
L, См	21,0	18,0	15,0	12,3	11,5	11,3	11,4	11,5	11,6	12,6	14,8	18,2

4. При анализе сплава на содержание кадмия навеску 3,5080г растворили в смеси кислот и раствор разбавили до 250,0 см<sup>3</sup>. При анализе 20,00 см<sup>3</sup> полученного раствора высота полярографической волны кадмия была равна 16,5 мм, а после добавления 5,00 см<sup>3</sup> стандартного раствора CdSO<sub>4</sub> с концентрацией 0,0300 моль/дм<sup>3</sup> увеличилась до 21,5 мм (другие компоненты в сплава в этих условиях не мешают определению). Вычислите массовую долю Cd<sup>2+</sup> (в %) в сплаве.

5. Определить содержание свинца (в моль/дм<sup>3</sup>) в исследуемом растворе, если при амперометрическом титровании 10,00 см<sup>3</sup> этого раствора раствором K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> с титром по свинцу 0,006401 г/см<sup>3</sup> получены следующие результаты:

V(K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ), см <sup>3</sup>	0	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
I <sub>d</sub> , мкА	215	160	113	60	20	19	19

### Вариант № 5

1. Потенциал кадмийселективного электрода, измеренный относительно хлоридсеребряного электрода, в стандартном растворе CdSO<sub>4</sub> с концентрацией Cd<sup>2+</sup> 1,0·10<sup>-4</sup> моль/дм<sup>3</sup> составил -146 мВ. Исследуемый раствор кадмия объёмом 10,00 см<sup>3</sup> разбавили водой до 50,00 см<sup>3</sup> в мерной колбе. Потенциал кадмийселективного электрода в полученном растворе равен - 94,0 мВ. Определить концентрацию исследуемого раствора соли кадмия (в моль/дм<sup>3</sup>).

2. Навеску стали массой 0,1200г растворили, железо перевели в Fe(II) и оттитровали потенциометрически 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> Ce(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>. Определить массо-

вую долю Fe (в %) по интегральной и дифференциальной кривым титрования, если получены следующие результаты:

V(Ce(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ), см <sup>3</sup>	2,00	10,00	18,00	19,80	20,00	20,20	22,00
E, мВ	712	771	830	889	1110	1330	1390

3. При кондуктометрическом титровании 50,00 см<sup>3</sup> смеси NaOH и NH<sub>4</sub>OH раствором HCl с концентрацией 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> получены следующие данные:

V(HCl), см <sup>3</sup>	0	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
L, См	5,68	4,46	3,20	2,40	3,00	3,84	4,68	5,50	7,00	10,80	14,55

Рассчитайте концентрацию NaOH и NH<sub>4</sub>OH в исследуемом растворе (в г/дм<sup>3</sup>).

4. При полярографировании стандартных растворов свинца (II) получены следующие результаты:

C <sub>Pb</sub> , мкг/см <sup>3</sup>	0,50	1,00	1,50	2,00
h <sub>x</sub> , мм	4,0	8,0	12,0	16,0

Навеску алюминиевого сплава массой 0,0250г растворили и разбавили до 100,00 см<sup>3</sup>. Вычислить массовую долю свинца в образце, если высота волны для полученного раствора на полярограмме составляет 6,0 мм.

5. Определить количество меди (II) в 200,0 см<sup>3</sup> исследуемого раствора, если при амперометрическом титровании 50,00 см<sup>3</sup> этого раствора раствором ЭДТА с Сэкв = 0,0100 моль/дм<sup>3</sup> получены следующие результаты:

V(ЭДТА), см <sup>3</sup>	0	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
I <sub>d</sub> , мкА	22,5	16,0	10,0	3,75	0,50	0,50	0,50

### Вариант № 6

1. Потенциалы калийселективного электрода, измеренные относительно хлоридсеребряного электрода в стандартных растворах соли калия с различной концентрацией K<sup>+</sup> составили:

C(K <sup>+</sup> ), моль/дм <sup>3</sup>	1,0·10 <sup>-1</sup>	1,0·10 <sup>-2</sup>	1,0·10 <sup>-3</sup>	1,0·10 <sup>-4</sup>	1,0·10 <sup>-5</sup>
E, мВ	100	46,0	-7,00	-60,0	-113,5

По этим данным построили градуировочный график в координатах E=f(pC(K<sup>+</sup>)).

Навеску образца массой 0,2000г, содержащего калий, растворили в воде, объём раствора довели до 250,0 см<sup>3</sup>. Определить массовую долю калия, если электродный потенциал исследуемого раствора составил 34,0 мВ.

2. Навеску медного сплава растворили, объём довели до 250,0 см<sup>3</sup> и 20,00 см<sup>3</sup> приготовленного раствора оттитровали потенциометрически раствором тиосульфата натрия с титром по меди 0,01664 г/см<sup>3</sup>. Определить массу Cu по интегральной и дифференциальной кривым титрования, если получены следующие результаты:

V(Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ), см <sup>3</sup>	1,50	1,90	2,00	2,05	2,08	2,10	2,12	2,15	2,20
E, мВ	475	445	424	405	382	305	232	186	162

3. Рассчитайте количество NaOH и CH<sub>3</sub>COONa, если при кондуктометрическом титровании их смеси раствором HCl с концентрацией 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> получены следующие результаты:

V(HCl), см <sup>3</sup>	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,0	11,0	12,0	13,0
L, См	13,5	10,1	6,2	3,1	2,1	2,2	2,2	2,3	3,0	4,2	5,4	6,6	8,0

4. При полярографировании 15,00 см<sup>3</sup> раствора соли цинка высота волны составила 29,5 мм. После добавления к такому же объёму 1,00 см<sup>3</sup> стандартного раствора цинка с концентрацией 0,0150 моль/дм<sup>3</sup> высота волны увеличилась до 41,5 мм. Вычислить концентрацию цинка (в мг/см<sup>3</sup>) в исследуемом растворе.

5. Определить массовую долю примеси железа в никеле (в %), если после растворения навески массой 1,5000г и перевода всего железа в Fe(II), при амперометрическом титровании этого раствора раствором перманганата калия с титром по железу, равным 0,005585 г/см<sup>3</sup> получены следующие результаты:

V(KMnO <sub>4</sub> ), см <sup>3</sup>	0	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
I <sub>d</sub> , мкА	5	5	5	5,5	7	9,8	11,9	15,2	18,3

### Вариант №7

1. Для определения ионов железа (III) в анализируемом растворе прямой потенциометрии приготовили стандартные растворы Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> и измерили потенциал индикаторного электрода в каждом из них:



$C(\text{Fe}^{3+})$ , моль/дм <sup>3</sup>	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$
E, мВ	290	278	272	260

По этим данным построили градуировочный график в координатах  $E=f(pC(\text{Fe}^{3+}))$ . Исследуемый напиток объемом 10,00 см<sup>3</sup> разбавили водой до 50,00 см<sup>3</sup> в мерной колбе. Потенциал индикаторного электрода в полученном растворе равен 275 мВ. Определите количество ионов железа в напитке.

2. Построить интегральную и дифференциальную кривые потенциометрического титрования определить концентрацию раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (г/см<sup>3</sup>), если при титровании 10,00 мл этой кислоты КОН с концентрацией 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> получили следующие результаты:

V(КОН), мл	15,00	18,00	19,00	19,50	19,90	20,00	20,10	20,50	21,00
pH	5,22	5,71	6,04	6,35	7,05	8,79	10,52	11,22	11,51

3. 50 см<sup>3</sup> раствора, содержащего хлорид-ионы оттитровали раствором  $\text{AgNO}_3$  с молярной концентрацией 0,2824 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте массу хлорид-ионов в растворе по данным кондуктометрического титрования:

V( $\text{AgNO}_3$ ), см <sup>3</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L, мСм	6,1	5,9	6,0	5,9	5,8	6,2	7,6	9,1	10,5	12,1

4. Для определения содержания меди методом вольтамперометрии взята навеска пищевого продукта 20,0087г, которая после озоления и растворения золы перенесена в мерную колбу вместимостью 50,00 см<sup>3</sup>. Для полярографирования взято 20,00 см<sup>3</sup> этого раствора, высота волны составила 24 мм. При полярографировании такого же объема стандартного раствора меди, содержащего 0,16 мг в 1 см<sup>3</sup>, получена полярографическая волна высотой 20 мм. Вычислите массовую долю меди в анализируемом образце.

5. Определите молярную концентрацию кадмия в исследуемом растворе, если при амперометрическом титровании 20,00 см<sup>3</sup> его раствором  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  с титром, равным 0,001010 г/см<sup>3</sup> были получены следующие результаты:

V( $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ), см <sup>3</sup>	0	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
I <sub>d</sub> , мкА	30	30	31	32	120	240

**Вариант №8**

1. Потенциал кадмийселективного электрода, измеренный относительно хлоридсеребряного электрода, в стандартном растворе  $\text{CdSO}_4$  с концентрацией  $\text{Cd}^{2+}$   $1,0 \cdot 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup> составил -100 мВ. Исследуемый раствор кадмия объёмом 5,00 см<sup>3</sup> разбавили водой до 100,00 см<sup>3</sup> в мерной колбе. Потенциал кадмийселективного электрода в полученном растворе равен - 88,0 мВ. Определить концентрацию исследуемого раствора соли кадмия (в моль/дм<sup>3</sup>).

2. Построить интегральную и дифференциальную кривые потенциометрического титрования и определить концентрацию раствора  $\text{HCl}$  (мг/см<sup>3</sup>), если при титровании 10,00 см<sup>3</sup> этой кислоты раствором  $\text{NaOH}$  с  $C = 0,1000$  моль/дм<sup>3</sup> получили следующие результаты:

V(NaOH), см <sup>3</sup>	0,50	1,50	2,50	3,50	4,50	5,55	6,50	7,65	8,65
pH	5,22	5,71	6,04	6,35	7,05	8,79	10,52	11,22	11,51

3. При кондуктометрическом титровании 15,00 см<sup>3</sup> уксусной кислоты раствором  $\text{KOH}$  были получены следующие результаты:

V(KOH), см <sup>3</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L, См	33	38	41	46	50	54	50	44	38	34

Рассчитайте массу уксусной кислоты в 200 см<sup>3</sup> раствора, если молярная концентрация гидроксида калия равна 0,1020 моль/дм<sup>3</sup>.

4. Для построения градуировочного графика записали полярограммы стандартных растворов  $\text{Cd}^{2+}$  и измерили высоту волны:

$C_{\text{Cd}}$ , мкг/см <sup>3</sup>	0,50	1,00	1,50	2,00
$h_x$ , мм	11	20	32	41

Навеску стали 0,1000г растворили и разбавили до 250,0 см<sup>3</sup>. Вычислить массовую долю кадмия в образце, если высота волны на полярограмме составляет 18 мм.

5. Определить количество цинка в 1дм<sup>3</sup> исследуемого раствора, если при амперометрическом титровании 10,00 см<sup>3</sup> этого раствора раствором  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  с  $T(\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]/\text{Zn}) = 0,002440$  г/см<sup>3</sup> получены следующие результаты:

V( $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ), см <sup>3</sup>	0	0,20	0,40	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
$I_d$ , мкА	60,0	60,0	60,0	61,0	61,0	120	176	230	285

## Вариант №9

1. Потенциал нитрит - селективного электрода, измеренный относительно хлоридсеребряного электрода в стандартных растворах  $\text{KNO}_2$  равен:

$C(\text{NO}_2^-)$ , моль/дм <sup>3</sup>	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$
E, мВ	410	370	227

По этим данным построили градуировочный график в координатах  $E=f(p\text{CK}^+)$ .

Определить содержание  $\text{NO}_2^-$  в воде (в ммоль/дм<sup>3</sup>), если электродный потенциал исследуемой воды равен 260 мВ.

2. Для определения содержания  $\text{Ca}^{2+}$  50,00 см<sup>3</sup> молока оттитровали раствором комплексона III с  $C_{\text{экв}} = 0,0930$  моль/дм<sup>3</sup>. Определить содержание кальция (в мг/дм<sup>3</sup>) по интегральной и дифференциальной кривым титрования, если получены следующие результаты:

V(ЭДТА), см <sup>3</sup>	0	5,00	10,00	15,00	17,00	18,00	19,00	20,00	21,00	24,00
E, мВ	260	276	288	312	320	440	450	455	460	463

3. Рассчитайте количество азотной кислоты и нитрата аммония в 150,0 см<sup>3</sup> раствора, если при кондуктометрическом титровании 10,00 см<sup>3</sup> смеси раствором КОН с титром по соляной кислоте, равным 0,000500 г/см<sup>3</sup> получены следующие результаты:

V(КОН), см <sup>3</sup>	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00
L, См	21,0	18,0	15,0	12,3	11,5	11,3	11,4	11,5	11,8	12,6	14,8	18,2

4. При анализе сплава на содержание кадмия навеску 2,5000г растворили в смеси кислот и раствор разбавили до 250,0 см<sup>3</sup>. При анализе 10,00 см<sup>3</sup> полученного раствора высота полярографической волны кадмия была равна 16,5 мм, а после добавления 5,00 см<sup>3</sup> стандартного раствора  $\text{CdSO}_4$  с концентрацией 0,0300 моль/дм<sup>3</sup> увеличилась до 21,5 мм (другие компоненты сплава в этих условиях не мешают определению). Вычислите массовую долю  $\text{Cd}^{2+}$  (в %) в сплаве.

5. Определить содержание кобальта (в мг/дм<sup>3</sup>) в исследуемом растворе, если при амперометрическом титровании 10,00 см<sup>3</sup> этого раствора раствором

$K_4[Fe(CN)_6]$  с концентрацией  $0,0641$  моль/дм<sup>3</sup> получены следующие результаты:

$V(K_4[Fe(CN)_6]), \text{ см}^3$	0	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
$I_d, \text{ мкА}$	215	160	113	60	20	19	19

### Вариант 10

1. Потенциал нитрит - селективного электрода, измеренный относительно хлоридсеребряного электрода в стандартном растворе, содержащем  $1,0 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>  $KNO_2$  равен 375 мВ. Определить количество  $NO_2^-$  в воде, если электродный потенциал исследуемой воды равен 385 мВ.

2. Построить интегральную и дифференциальную кривые титрования и определить титр раствора  $HCl$ , если при титровании 10,00 мл этой кислоты  $KOH$  с титром  $0,000178$  г/см<sup>3</sup> получили следующие результаты:

$V(KOH), \text{ см}^3$	15,00	18,00	19,00	19,50	19,90	20,00	20,10	20,50	21,00
pH	5,22	5,71	6,04	6,35	7,05	8,79	10,52	11,22	11,51

3. При титровании хлорида бария серной кислотой с молярной концентрацией  $0,0100$  моль/дм<sup>3</sup> при высокочастотном титровании получены следующие результаты:

$V(H_2SO_4), \text{ см}^3$	2	4	6	8	10	12	14	16
$I, \text{ мкА}$	62	55	43	30	19,2	28	37	45

Определить массу хлорида бария в растворе.

4. Вычислите содержание  $Cu^{2+}$  (в ммоль/дм<sup>3</sup>) в консервированном яблочном соке, если при анализе  $20,00$  см<sup>3</sup> его высота полярографической волны меди была равна 19,2 мм, а после добавления  $1,00$  см<sup>3</sup> стандартного раствора меди с концентрацией  $0,0010$  моль/дм<sup>3</sup> увеличилась до 31,0 мм.

5. Определить количество меди (II) в исследуемом растворе, если при амперометрическом титровании этого раствора раствором ЭДТА с  $S_{экв} = 0,0100$  моль/дм<sup>3</sup> получены следующие результаты:

$V(ЭДТА), \text{ см}^3$	0	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
$I_d, \text{ мкА}$	22,5	16,0	10,0	3,75	0,50	0,50	0,50

### Вариант № 11

1. Потенциал индикаторного электрода, измеренный относительно хлоридсеребряного электрода, в стандартном растворе  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  с концентрацией  $1,0 \cdot 10^{-3}$  составил 272 мВ. Определить концентрацию исследуемого раствора железа (III) (в моль/дм<sup>3</sup>), если потенциал индикаторного электрода для этого раствора равен 278 мВ.

2. Анализируемый раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$  разбавили в мерной колбе до 100,00 см<sup>3</sup> и аликвоту объемом 20,00 см<sup>3</sup> оттитровали потенциометрически раствором  $\text{NaOH}$  с  $C = 0,1000$  моль/дм<sup>3</sup>.

Построить интегральную и дифференциальную кривые титрования и определить массу  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в растворе (мг) по следующим данным:

$V(\text{NaOH}), \text{см}^3$	1,50	1,80	1,90	1,95	1,98	2,00	2,02	2,05	2,10
pH	2,64	3,05	3,36	3,64	4,05	6,98	9,95	10,53	10,65

3. Анализируемую смесь  $\text{HCl}$  и  $\text{CH}_3\text{COOH}$  поместили в мерную колбу, вместимостью 50,00 см<sup>3</sup> и довели до метки водой. При титровании 10,00 см<sup>3</sup> раствора  $\text{NaOH}$  с титром, равным 0,000400 г/см<sup>3</sup> получили следующие результаты:

$V(\text{NaOH}), \text{см}^3$	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00
$\chi, \text{См}$	2,66	2,39	2,12	2,02	2,03	2,04	2,06	2,38	2,74	3,10

Построить кривую титрования и определить количество  $\text{HCl}$  и  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в исходном растворе.

4. При полярографировании стандартных растворов свинца (II) получены следующие результаты:

$C_{\text{Pb}}, \text{мкг/см}^3$	0,50	1,00	1,50	2,00
$h_x, \text{мм}$	4,0	8,0	12,0	16,0

Навеску сплава массой 1,5000г растворили и разбавили до 250,00 см<sup>3</sup>. Вычислить массовую долю свинца в образце, если высота волны для полученного раствора на полярограмме составляет 6,0 мм.

5. Определить концентрацию цинка (в мг/дм<sup>3</sup>) в исследуемом растворе, если при амперометрическом титровании 10,00 см<sup>3</sup> этого раствора раствором  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  с  $T(\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]/\text{Zn}) = 0,002440$  г/см<sup>3</sup> получены следующие результаты:

$V(\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]), \text{см}^3$	0	0,20	0,40	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
$I_d, \text{мкА}$	30,0	29,0	31,0	32,0	32,0	60,0	137	220	300

## Вариант № 12

1. При определении Fe(III) потенциометрическим методом было найдено, что потенциал индикаторного электрода стандартных растворов Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> равен:

C(Fe(III)), моль/дм <sup>3</sup>	1,0·10 <sup>-4</sup>	5,0·10 <sup>-4</sup>	1,0·10 <sup>-3</sup>	5,0·10 <sup>-3</sup>
E, мВ	290	278	272	260

По этим данным построили градуировочный график в координатах E=f(pCFe<sup>3+</sup>).

Определить содержание железа в пиве (в мг/дм<sup>3</sup>), если электродный потенциал 25,00см<sup>3</sup> исследуемого продукта, разбавленного до 50,00 см<sup>3</sup> раствором фонового электролита, составил 268 мВ.

2. Для определения титруемой кислотности 50,00 см<sup>3</sup> яблочного сока оттитровали NaOH с концентрацией 0,0980 моль/дм<sup>3</sup>. По интегральной и дифференциальной кривым титрования рассчитайте кислотность сока в градусах Тернера (градус Тернера показывает объём 0,1000 М NaOH, израсходованный на титрование 100 см<sup>3</sup> пищевого продукта).

V(NaOH), см <sup>3</sup>	0	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	10,50	11,00	12,00	13,00
pH	2,69	3,60	4,00	4,50	5,00	5,90	7,00	11,50	11,80	12,00

3. При кондуктометрическом титровании 50,00 см<sup>3</sup> смеси NaOH и NH<sub>4</sub>OH раствором HCl с концентрацией 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> получены следующие данные:

V(HCl), см <sup>3</sup>	0	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
L, См	6,60	5,98	5,30	4,68	4,05	-	4,45	5,70	7,80	12,02	16,20

Рассчитайте концентрацию NaOH и NH<sub>4</sub>OH в исследуемом растворе (в г/дм<sup>3</sup>).

4. При анализе сплава на содержание кадмия навеску 3,5080г растворили в смеси кислот и раствор разбавили до 250,0 см<sup>3</sup>. При анализе 20,00 см<sup>3</sup> полученного раствора высота полярографической волны кадмия была равна 12,3 мм, а после добавления 5,00 см<sup>3</sup> стандартного раствора CdSO<sub>4</sub> с концентрацией 0,0300 моль/дм<sup>3</sup> увеличилась до 18,6 мм (другие компоненты в сплава в

этих условиях не мешают определению). Вычислите массовую долю  $\text{Cd}^{2+}$  (в %) в сплаве.

5. Определить концентрацию цинка (в  $\text{мг/дм}^3$ ) в исследуемом растворе, если при амперометрическом титровании  $10,00 \text{ см}^3$  этого раствора раствором  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  с  $T(\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]/\text{Zn}) = 0,002440 \text{ г/см}^3$  получены следующие результаты:

$V(\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]), \text{ см}^3$	0	0,20	0,40	0,50	1,00	1,50	2,00
$I_d, \text{ мкА}$	20,0	20,0	31,0	40,0	94,0	146	200

### Вариант № 13

1. Потенциалы кадмийселективного электрода, измеренные относительно хлоридсеребряного электрода, в стандартных растворах  $\text{CdSO}_4$  с различной концентрацией  $\text{Cd}^{2+}$  составили:

$C(\text{Cd}^{2+}), \text{ моль/дм}^3$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$
$-E, \text{ мВ}$	75,0	100	122	146	170

По этим данным построили градуировочный график в координатах  $E=f(p\text{CCd}^{2+})$ .

Исследуемый раствор кадмия объемом  $10,00 \text{ см}^3$  разбавили водой до  $100,00 \text{ см}^3$  в мерной колбе. Потенциал кадмийселективного электрода в полученном растворе равен 161 мВ. Определить концентрацию исследуемого раствора соли кадмия (в  $\text{мг/дм}^3$ ).

2. Анализируемый раствор разбавили в мерной колбе на  $250,0 \text{ см}^3$  и аликвоту объемом  $15,00 \text{ см}^3$  оттитровали потенциметрически  $0,1200 \text{ моль/дм}^3$   $\text{NaOH}$ . Определить массу  $\text{HCl}$  (в мг) по интегральной и дифференциальной кривым титрования, если получены следующие результаты:

$V(\text{NaOH}), \text{ см}^3$	1,50	1,80	1,90	1,95	1,98	2,00	2,02	2,05	2,10
pH	2,64	3,05	3,36	3,64	4,05	6,98	9,95	10,53	10,65

3. Смесь  $\text{HCl}$  и  $\text{CH}_3\text{COOH}$  оттитровали раствором  $0,2500 \text{ моль/дм}^3$   $\text{NaOH}$ . постройте кривую кондуктометрического титрования и рассчитайте количество кислот (в ммоль) в анализируемом растворе.

$V(\text{NaOH}), \text{ см}^3$	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00
$L, \text{ См}$	24,0	21,0	17,8	15,0	14,0	14,2	14,3	14,5	18,7	22,6	26,5

4. Вычислите содержание  $\text{Cu}^{2+}$  (в  $\text{мг/дм}^3$ ) в консервированном яблочном соке, если при анализе  $20,00 \text{ см}^3$  его высота полярографической волны меди

была равна 16,5 мм, а после добавления 2,00 см<sup>3</sup> стандартного раствора меди с концентрацией 0,0010 моль/дм<sup>3</sup> увеличилась до 29,0 мм.

5. Определить концентрацию цинка (в мг/см<sup>3</sup>) в исследуемом растворе, если при амперометрическом титровании 50,00 см<sup>3</sup> этого раствора раствором K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] с T(K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]/Zn) = 0,000325 г/см<sup>3</sup> получены следующие результаты:

V(K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]), см <sup>3</sup>	0	0,20	0,40	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
I <sub>d</sub> , мкА	75,0	75,0	75,0	75,0	120	165	210	255	300

### Вариант № 14

1. Определить содержание калия в минеральной воде (в моль/дм<sup>3</sup>), если электродный потенциал в исследуемом растворе равен 40 мВ, а для стандартного раствора калия с концентрацией 0,0120 моль/дм<sup>3</sup> составил 46,0 мВ.

2. Для определения титруемой кислотности 15,00 см<sup>3</sup> абрикосового сока оттитровали NaOH с концентрацией 0,09400 моль/дм<sup>3</sup>. По интегральной и дифференциальной кривым титрования рассчитайте кислотность сока (в г/дм<sup>3</sup> в пересчете на яблочную кислоту).

V(NaOH), см <sup>3</sup>	0	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	10,50	11,00	12,00	13,00
pH	5,05	5,56	5,88	6,19	6,92	8,82	10,56	11,29	11,58	11,90

3. Рассчитайте концентрацию азотной кислоты и фенола в (мг/см<sup>3</sup>), если при кондуктометрическом титровании 20,00 см<sup>3</sup> их смеси раствором KOH с концентрацией 0,4700 моль/дм<sup>3</sup> получены следующие результаты:

V(KOH), см <sup>3</sup>	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,0	11,0	12,0
L, См	19,0	17,0	15,0	13,2	12,5	12,6	12,7	12,8	13,0	14,0	15,0	16,5

4. Для построения градуировочного графика записали полярограммы стандартных растворов Cu<sup>2+</sup> и измерили высоту волны:

C <sub>Cu</sub> , мг/см <sup>3</sup>	0,50	1,00	1,50	2,00
h <sub>x</sub> , мм	9,0	17,5	26,2	35

Навеску латуни 0,1000г растворили и разбавили до 50,00 см<sup>3</sup>. Вычислить массовую долю меди в образце, если высота волны на полярограмме составляет 27 мм.



5. Определить массу кадмия (в мг) в исследуемом растворе, если при амперометрическом титровании 10,00 см<sup>3</sup> этого раствора раствором K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] с T(K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]/Cd) = 0,002440 г/см<sup>3</sup> получены следующие результаты:

V(K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]), см <sup>3</sup>	0	0,20	0,40	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
I <sub>d</sub> , мкА	30,0	29,0	31,0	32,0	32,0	60,0	137	210	300

### Вариант № 15

1. При определении Fe(III) потенциометрическим методом было найдено, что потенциал индикаторного электрода стандартных растворов Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> равен:

C(Fe(III)), моль/дм <sup>3</sup>	1,0·10 <sup>-4</sup>	5,0·10 <sup>-4</sup>	1,0·10 <sup>-3</sup>	5,0·10 <sup>-3</sup>
E, мВ	290	278	272	260

По этим данным построили градуировочный график в координатах E=f(pCFe<sup>3+</sup>).

Определить содержание железа в пиве (в мг/дм<sup>3</sup>), если электродный потенциал 15,00 см<sup>3</sup> исследуемого продукта, разбавленного до 50,00 см<sup>3</sup> раствором фонового электролита, составил 265 мВ.

2. Навеску серебряного сплава массой 2,1570г растворили и после соответствующей обработки довели объем раствора до 100,0 см<sup>3</sup> и 25,00 см<sup>3</sup> раствора оттитровали 0,1500 моль/дм<sup>3</sup> NaCl. Определить массовую долю Ag (в %) по интегральной и дифференциальной кривым титрования, если получены следующие результаты:

V(NaCl), см <sup>3</sup>	16,00	18,00	19,00	19,50	19,90	20,00	20,10	20,50	21,00
E, мВ	689	670	652	634	594	518	440	401	383

3. При кондуктометрическом титровании 50,00 см<sup>3</sup> смеси NaOH и NH<sub>4</sub>OH раствором HCl с концентрацией 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> получены следующие данные:

V(HCl), см <sup>3</sup>	0	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
L, См	6,30	5,41	4,52	3,62	3,71	4,79	5,85	6,93	9,00	12,08	15,13

Рассчитайте содержание NaOH и NH<sub>4</sub>OH (в мг/см<sup>3</sup>) в исследуемом растворе.

4. Для определения примеси свинца навеску сплава массой 0,2510 г растворили в 250,0 см<sup>3</sup> азотной кислоты. При полярографировании 10,00 см<sup>3</sup> по-

лученного раствора высота полярографической волны составила 15,0 мм. Стандартный раствор нитрата свинца с  $C_{\text{экв}} = 0,0500$  моль/дм<sup>3</sup> имел высоту 21,9 мм. Рассчитайте массовую долю свинца в сплаве.

5. Определить массу цинка, содержащегося в 500,0 см<sup>3</sup> исследуемого раствора, если при амперометрическом титровании 25,00 см<sup>3</sup> этого раствора раствором  $K_4[Fe(CN)_6]$  с  $T(K_4[Fe(CN)_6]/Zn) = 0,001820$  г/см<sup>3</sup> получены следующие результаты:

$V(K_4[Fe(CN)_6]), \text{ см}^3$	0	0,20	0,40	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
$I_d, \text{ мкА}$	60,0	60,0	60,0	61,0	61,0	120	176	230	285

### Занятие 2. «Оптические методы анализа» (2 час.)

Выполнить задание согласно варианту.

#### Вариант №1

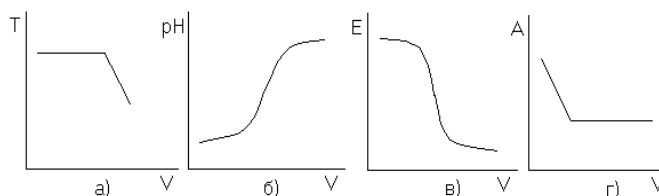
1. Показатель преломления какого раствора отсекает градуировочный график в рефрактометрии по оси ординат?

2. Напишите уравнение закона Бугера-Ламберта-Бера. Что обозначают входящие в него величины?

3. Определите содержание спирта в техническом спирте, если показатель преломления технического спирта равен 1,4005, а показатели преломления стандартных растворов спирта приведены в таблице.

$\omega$ спирта, %	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
$n$	1,3502	1,3745	1,3932	1,4122	1,4310

4. Выберите кривые титрования, соответствующие фотоколориметрическому методу анализа. Объясните, каким образом определяют значение эквивалентного объема, назовите прибор.



5. Концентрацию раствора сульфата калия,  $C(K_2SO_4) \sim 1 \cdot 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>, определяют методом фотоколориметрии, предел обнаружения которого равен  $1 \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup>. Правильно ли подобран метод анализа?

### ***Вариант №2***

1. Приведите примеры использования метода рефрактометрии в пищевой промышленности.

2. Нарисуйте график зависимости оптической плотности от длины волны. Для чего он используется?

3. При фотометрическом определении содержания кадмия в воде с кристаллическим фиолетовым экстракцией увеличили концентрацию кадмия в пробе в  $10^5$  раз. Чему равна молярная концентрация кадмия в исходной воде, если оптическая плотность, измеренная в кювете с толщиной слоя  $2 \text{ см}^3$ , равна 0,45?

4. Начертите кривую фотоколориметрического титрования раствора  $\text{FeSO}_4$  раствором  $\text{KMnO}_4$ . Напишите уравнение химической реакции. Покажите как по кривой титрования находится эквивалентный объем, запишите расчетную формулу для определения массы  $\text{FeSO}_4$  в анализируемом растворе.

5. Молярная концентрация раствора меди равна  $1 \cdot 10^{-8}$  моль/дм<sup>3</sup>. Какой метод анализа, люминесценцию или фотоколориметрию, следует выбрать, если пределы обнаружения этих методов анализа равны  $1 \cdot 10^{-9}$  моль/дм<sup>3</sup> и  $1 \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup> соответственно.

### ***Вариант № 3***

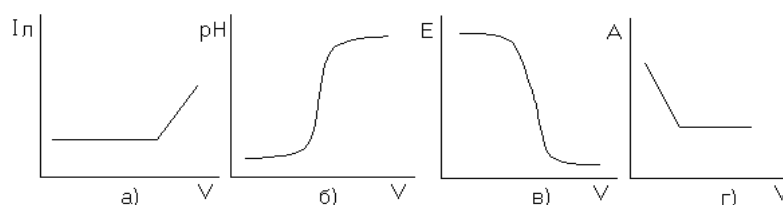
1. Опишите последовательность определения концентрации сахара в рефрактометрии методом градуировочного графика.

2. Перечислите факторы, влияющие на величину оптической плотности раствора. Как выбирают время, через которое можно фотометрировать раствор?

3. Рассчитайте молярную концентрацию эквивалента перманганата калия, если при титровании  $10,00 \text{ см}^3$  оксалата натрия,  $C(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,0050$  моль/дм<sup>3</sup>, получены следующие данные:

V(KMnO <sub>4</sub> )	0,0	1,0	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
T, %	100	100	100	99	98	74	60	30

4. Укажите график кривой фотоколориметрического титрования. Какое из веществ, вступающих в реакцию имеет окраску. Назовите измеряемую величину и определите эквивалентный объем



5. Предел обнаружения метода фотоколориметрии равен  $1 \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup>. Пригоден ли этот метод для определения концентрации ионов свинца,  $C(\text{Pb}^{2+}) = 1 \cdot 10^{-9}$  моль/дм<sup>3</sup>?

#### **Вариант №4**

1. Каков физический смысл абсолютного и относительного показателя преломления? Как они связаны? Какой показатель преломления измеряют на практике?

2. Изобразите графики зависимости оптической плотности от pH раствора. Используют ли данную зависимость в практических целях?

3. Рассчитайте массу меди в 1 дм<sup>3</sup> раствора, если оптическая плотность стандартного и анализируемого растворов равны соответственно 0,54 и 0,13, а молярная концентрация стандартного раствора  $C(\text{Cu}^{2+}) = 1 \cdot 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>.

4. Начертите кривую фотоколориметрического титрования окрашенного ОВ если известно, что РВ и ПР не имеют окраску. Покажите как по кривой титрования находится эквивалентный объем, запишите расчетную формулу для определения массовой доли ОВ в анализируемом растворе.

5. Какой из методов, фотоколориметрия или амперометрия, пригоден для определения концентрации ионов кобальта,  $C(\text{Co}^{2+}) = 1 \cdot 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>, если пределы обнаружения этих методов равны  $1 \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup> и  $1 \cdot 10^{-8}$  моль/дм<sup>3</sup> соответственно?

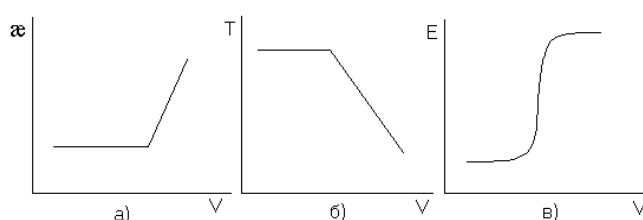
#### **Вариант №5**

1. От каких факторов и как зависит показатель преломления?

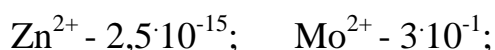
2. Какие величины измеряют в фотоколориметрии? Как они зависят от концентрации раствора?

3. Для определения содержания ртути в сточной воде после добавления дитизона измерили оптическую плотность  $A_x=41$  при  $\lambda_{\max} = 492$  нм. Рассчитайте содержание ртути в мг/дм<sup>3</sup>, если оптическая плотность стандартного раствора ртути равна 0,18, а  $C_{\text{ст}}(\text{Hg}) = 1 \cdot 10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup>.

4. Укажите график кривой фотоколориметрического титрования. Назовите измеряемую величину и определите эквивалентный объем.



5. Какие вещества не могут быть определены методом люминесценции:



### Вариант № 6

1. Что показывает надстрочный и подстрочный индекс при показателе преломления? Где используют рефрактометрический метод анализа в пищевой промышленности?

2. Изобразите график зависимости оптической плотности от концентрации. Используют ли его в практических целях?

3. Определите содержание витамина В<sub>12</sub> в детском питании в мг/кг, если интенсивность свечения пробы равна 0,18, а данные интенсивности свечения стандартных растворов, содержащих витамин В<sub>12</sub>, приведены в таблице:

$C \cdot 10^{-2}$ , мкг/кг	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$I_{\text{л}}$	0,09	0,23	0,35	0,45	0,56

4. Какой вид имеют кривые светопоглощения? В каких координатах их изображают?

5. Предел обнаружения метода фотоколориметрии равен  $1 \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup>, метода кондуктометрии  $-1 \cdot 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>. Каким из методов следует воспользоваться для определения концентрации раствора магния,  $C(\text{Mg}^{2+}) = 1 \cdot 10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup>?

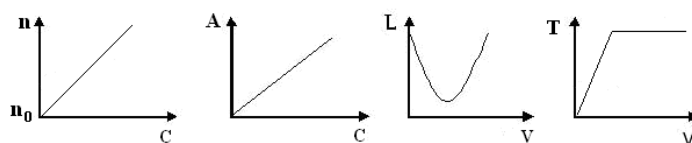
### **Вариант №7**

1. Какие факторы и каким образом влияют на величину показателя преломления?

2. Чем отличаются методы ультрафиолетовой спектроскопии (УФС), фотоколориметрии и инфракрасной спектроскопии (ИКС)? Что общего между ними?

3. Содержание свинца в пробе составляет 0,42 мг/дм<sup>3</sup>. С какой толщиной слоя использовали кювету, если оптическая плотность равнялась 0,10, а молярный коэффициент светопоглощения –  $10^4$ ?

4. Какая из представленных зависимостей соответствует рефрактометрическому методу анализа? В выбранном варианте назвать прибор, измеряемую на нём величину, единицу измерения её, чувствительность методов. Показать на кривых титрования, как определяется эквивалентный объем рабочего раствора.



5. Концентрацию раствора хромата калия,  $C(\text{K}_2\text{CrO}_4) = 1 \cdot 10^{-8}$  моль/дм<sup>3</sup>, определяют при помощи метода фотоколориметрии, предел обнаружения которого  $1 \cdot 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>. Правильно ли подобран метод анализа?

### **Вариант №8**

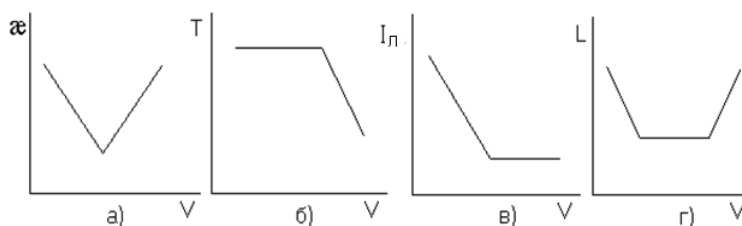
1. Нарисуйте график зависимости показателя преломления от длины волны света. Как он называется?

2. В чем сущность метода люминесценции? Какую величину измеряют в этом методе?

3. Определите массовую долю сахара в растворе, если показатель преломления пробы равен 1,3751, а показатели преломления стандартных растворов сахара приведены в таблице:

$\omega, \%$	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
$n$	1,3502	1,3744	1,3937	1,4122	1,4310

4. Выберите графики, соответствующие оптическим методам анализа, назовите измеряемую величину и прибор.



5. Предел обнаружения метода рефрактометрии равен 1,00%. Массовую долю какого из растворов глицерина можно определить точно: а)  $\omega = 0,01\%$ ; б)  $\omega = 1,5\%$ ?

### Вариант №9

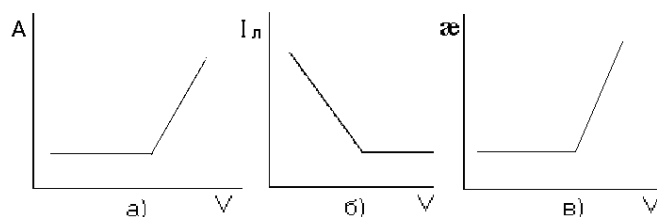
1. Нарисуйте график перехода луча света из воздуха в раствор. Как рассчитывают показатель преломления в этом случае?

2. Что происходит с интенсивностью света при прохождении его через окрашенный раствор?

3. Рассчитайте концентрацию в моль/дм<sup>3</sup> для хрома в растворе  $K_2CrO_4$ , если оптическая плотность пробы равняется 0,42, а данные оптических плотностей стандартных растворов хрома приведены в таблице.

$C \cdot 10^3, \text{ моль/дм}^3$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
$A$	0,09	0,23	0,35	0,45	0,54	0,64

4. Укажите график кривой фотоколориметрического титрования. Для чего он служит?



5. Предел обнаружения методов люминесценции и фотоколориметрии равны  $1 \cdot 10^{-9}$  моль/дм<sup>3</sup> и  $1 \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup> соответственно. Какой метод следует использовать для определения содержания железа (II), если  $C(\text{Fe}^{2+}) = 1 \cdot 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>?

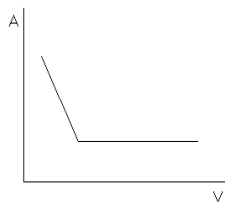
### Вариант № 10

1. Изобразите график зависимости показателя преломления от концентрации. Как его называют и для чего используют?

2. Приведите математическое выражение для расчета оптической плотности и коэффициента пропускания. В чем их физический смысл?

3. Определите содержание железа (III) в мг/см<sup>3</sup>, если оптическая плотность анализируемого и стандартного растворов равны соответственно 0,11 и 0,28, а концентрация стандартного раствора равна  $1 \cdot 10^{-4}$  г/дм<sup>3</sup>.

4. В каком физико-химическом методе анализа кривая титрования имеет вид, приведенный на рисунке? Каким образом по этому графику определяют эквивалентный объем



5. Концентрации ионов в растворе представлены в таблице. Какие из перечисленных ионов могут быть определены методом фотоколориметрии, чувствительность (предел обнаружения) которого  $10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup>:

ион	молярная концентрация иона, моль/дм <sup>3</sup>
$\text{Cd}^{2+}$	$1 \cdot 10^{-9}$
$\text{Ba}^{2+}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$
$\text{Ca}^{2+}$	$5 \cdot 10^{-2}$
$\text{Cl}^-$	$5 \cdot 10^{-5}$
$\text{SO}_4^{2-}$	$7 \cdot 10^{-6}$

### Вариант № 11

1. Объясните на примере, каким образом влияет температура на величину показателя преломления.



2. Нарисуйте блок-схему фотоколориметра. Объясните назначение узлов.

3. Определение кальция в растворе проводили с мурексидом при длине волны 514 нм. Рассчитайте содержание кальция в мг/дм<sup>3</sup>, если оптическая плотность, равная 0,24, измерена в кювете с толщиной слоя 2 см ( $\epsilon = 14 \cdot 10^3$ ).

4. Начертите кривую фотоколориметрического титрования для случая окрашенных ПР. Покажите, как по кривой титрования находится эквивалентный объем, запишите расчетную формулу для определения молярной концентрации эквивалентов ОВ.

5. Можно ли методом рефрактометрии определить концентрацию раствора сахара,  $C(\text{сах}) = 0,01$  моль/дм<sup>3</sup>, если предел обнаружения метода рефрактометрии равен 0,05 моль/дм<sup>3</sup>?

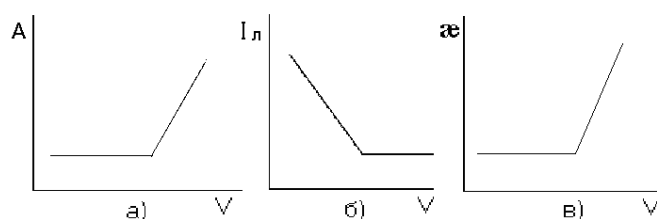
### Вариант № 12

1. Как называют явление преломления луча света при переходе из одной прозрачной среды в другую? Почему оно происходит?

2. Всегда ли при фотоколориметрическом титровании определяемое вещество должно быть окрашено? Как будет выглядеть кривая титрования, если окрашен продукт реакции?

3. Рассчитайте содержание магния в пробе в мг/дм<sup>3</sup>, если фотометрирование проводили с оксихинолином в кювете с толщиной слоя 10 мм и оптическая плотность равнялась 0,54 ( $\epsilon = 5,5 \cdot 10^3$ ).

4. Выберите кривую люминесцентного титрования. Определите по ней эквивалентный объем.



5. Массовые доли растворов этанола соответственно равны: а) 5,0%; б) 0,1%; в) 10,0%. Содержание этанола в каком растворе нельзя определить ме-

тодом рефрактометрии, если предел обнаружения этого метода составляет 1,00%?

### **Вариант №13**

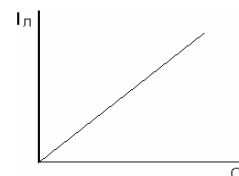
1. Нарисуйте ход луча света в рефрактометре? Через какие две среды проходит луч света?

2. Можно ли в прямой фотоколориметрии использовать бесцветные растворы определяемых веществ? Ответ мотивируйте.

3. Определите массу кобальта, если при титровании пробы трилоном Б (PB),  $C_{\text{экв}}(\text{ЭДТА}) = 0,0050$  моль/дм<sup>3</sup>, в присутствии арсеназо получены следующие данные:

V(PB), см <sup>3</sup>	0,50	1,00	1,50	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	8,00
A	0,1	0,15	0,25	0,30	0,4	0,48	0,49	0,50	0,50

4. Какому физико-химическому методу анализа соответствует приведенный график? Назовите измеряемую величину и для чего его используют.



5. Предел обнаружения метода фотоколориметрии равен  $1 \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup>. Можно ли использовать этот метод для определения концентрации раствора соли кальция, если  $C(\text{Ca}^{2+}) = 1 \cdot 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>?

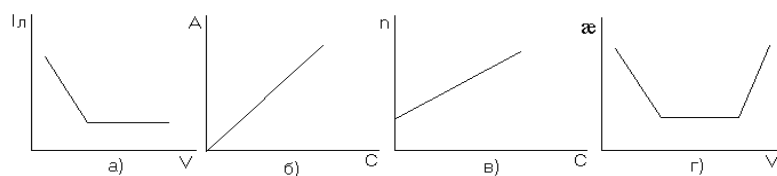
### **Вариант № 14**

1. Какие узлы включает оптическая схема рефрактометра?

2. Можно ли в процессе фотоколориметрического анализа заменить кювету с одной толщиной слоя раствора на кювету с другой толщиной слоя? Почему?

3. Анализируемый раствор цинка последовательно разбавили в 1000 раз. Затем с дитизоном измерили оптическую плотность ( $A = 0,15$ ) в кювете с толщиной слоя, равной 10 мм. Рассчитайте молярную концентрацию исходного раствора цинка.

4. Укажите графики, соответствующие косвенным методам анализа. Назовите метод анализа и измеряемую величину.



5. Предел обнаружения метода фотоколориметрии равен  $1 \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup>. Концентрацию какого из растворов кальция (а или б) можно определить этим методом; если а)  $C(\text{Ca}^{2+}) = 1 \cdot 10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup>; б)  $C(\text{Ca}^{2+}) = 1 \cdot 10^{-8}$  моль/дм<sup>3</sup>?

### Вариант №15

1. Перечислите факторы, которые приводят к увеличению показателя преломления.

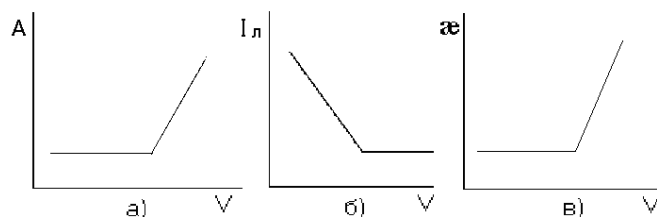
2. Сформулируйте закон Бугера-Ламберта-Бера. Какая из входящих в него величин зависит от длины волны света и природы вещества?

3. Для фотоколориметрического определения алюминия в воде с алюмином приготовили серию стандартных растворов, затем измерили оптическую плотность этих растворов, данные представлены ниже:

C, мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
A	0,04	0,09	0,13	0,18	0,26	0,28

Определите молярную концентрацию раствора алюминия, если  $A_x = 0,15$ .

4. Укажите график кривой фотоэлектрического титрования, определите по ней эквивалентный объем.



5. Каким из методов, фотоколориметрии или рефрактометрии, можно определить концентрацию раствора сахара,  $C(\text{сах.}) = 1 \cdot 10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup>, если пределы обнаружения методов равны  $1 \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup> и  $0,05$  моль/дм<sup>3</sup> соответственно?

**Занятие 3. Органолептические методы анализа (4 час.), с использованием метода активного обучения – семинар-пресс-конференция.**

По каждому вопросу плана семинара преподавателем назначается группа обучаемых (3-4 человека) в качестве экспертов. Они всесторонне изучают проблему и выделяют докладчика для изложения тезисов по ней. После первого доклада участники семинара задают вопросы, на которые отвечают докладчик и другие члены экспертной группы. Вопросы и ответы составляют центральную часть семинара. На основе вопросов и ответов разворачивается творческая дискуссия, итоги которой подводит сначала докладчик, а затем преподаватель. Аналогичным образом обсуждаются и другие вопросы плана семинарского занятия. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения темы, оценивает работу экспертных групп, определяет задачи самостоятельной работы.

**Вопросы для обсуждения:**

1. Характеристика органолептических методов анализа;
2. Достоинства и недостатки метода исследования;
3. Подготовка дегустаторов к проведению анализа;
4. Бальная оценка качества готовой продукции.

**Занятие 4. «Хроматографические методы анализа» (2 час.)**

Выполнить задание согласно варианту.

***Вариант № 1***

1. Какие требования предъявляются к подвижной фазе в газовой и газожидкостной хроматографии? Какова ее роль?
2. Составьте уравнение реакции ионного обмена между катионитом и  $\text{FeSO}_4$ . Переведите анионит в  $\text{NO}_3^-$ -форму.
3. Методом газожидкостной хроматографии сняты хроматограммы стандартных веществ (изобутан,  $t_R=52$  мм; бензол,  $t_R=15$  мм; ацетон,  $t_R=10$  мм; этилен,  $t_R=30$  мм). Нарисуйте хроматограмму смеси по полученным данным ( $t_R(A)=52$  мм,  $h(A)=40$  мм;  $t_R(B)=15$  мм,  $h(B)=18$  мм). Определите качественный и количественный состав смеси углеводородов.

4. При идентификации аминокислот в концентрате из белкового гидролизата фронт растворителя переместился от центра хроматографической бумаги на 55 мм. После опрыскивания хроматограммы раствором нингидрина получили три синих концентрических кольца с центрами, удаленными от стартовой линии на 20, 25 и 45 мм. Площадь полученных пятен составила  $S_1=0,75\text{см}^2$ ,  $S_2=0,50\text{см}^2$ ,  $S_3=0,31\text{см}^2$ .

Определите качественный и количественный состав аминокислот в концентрате из белкового гидролизата.

Относительные скорости перемещения компонента ( $R_f$ ) стандартных веществ (аминокислот) приведены в таблице.

<i>Аминокислоты</i>	<i><math>R_f</math></i>	<i>Аминокислоты</i>	<i><math>R_f</math></i>
Аспарагиновая кислота	0,24	Глутаминовая кислота	0,36
Лизин	0,46	Валин	0,64
Аланин	0,82	Тирозин	0,90

### ***Вариант №2***

1. Изобразите вид дифференциальной хроматограммы смеси трех углеводов и определите по ней измеряемую величину для количественного анализа. Напишите формулу расчета.

2. Составьте уравнение реакции ионного обмена между анионитом и  $\text{MnSO}_4$ . Переведите катионит в  $\text{Zn}^{2+}$ -форму.

3. Методом газожидкостной хроматографии сняты хроматограммы стандартных веществ (изобутилен,  $t_R=64$  мм; бензол,  $t_R=15$  мм; ацетон,  $t_R=10$  мм; этилен,  $t_R=30$  мм). Нарисуйте хроматограмму смеси по полученным данным ( $t_R(A)=10$  мм,  $h(A)=35$  мм;  $t_R(B)=30$  мм,  $h(B)=10$  мм). Определите качественный и количественный состав смеси углеводов.

4. При определении стеролов в маргарина методом тонкослойной хроматографии фронт растворителя прошел 12,0 см, а единственное пятно оказалось на расстоянии 8,3 см от линии старта. В данных условиях стигмастерол и эргостерол характеризуются параметрами  $R_f$  0,50 и 0,70, соответственно.

Какой из указанных стеролов содержится в маргарине? Схематически изобразите хроматограмму.

### ***Вариант №3***

1. Чем отличается газовая хроматография от газожидкостной и в чем их сходство?

2. Составьте уравнение реакции ионного обмена между катионитом и  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ . Переведите анионит в  $\text{SO}_4^{2-}$ -форму.

3. Методом газожидкостной хроматографии сняты хроматограммы стандартных веществ (пропилен,  $t_R=47$  мм; бензол,  $t_R=15$  мм; ацетон,  $t_R=10$  мм; диэтиловый эфир,  $t_R=7$  мм). Нарисуйте хроматограмму смеси по полученным данным ( $t_R(\text{A})=47$  мм,  $h(\text{A})=23$  мм;  $t_R(\text{B})=7$  мм,  $h(\text{B})=80$  мм). Определите качественный и количественный состав смеси углеводов.

4. Полная динамическая емкость катионита по  $\text{Mg}^{2+}$  2,50 ммоль-экв/г. Какой объем 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора сульфата магния можно пропустить через колонку, содержащую 14 г этого катионита.

### ***Вариант №4***

1. Каким требованиям должна удовлетворять неподвижная фаза в газовой хроматографии?

2. Составьте уравнение реакции ионного обмена между анионитом и  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ . Переведите катионит в  $\text{Mn}^{2+}$ -форму.

3. Методом газожидкостной хроматографии сняты хроматограммы стандартных веществ (пропилен,  $t_R=47$  мм; метан,  $t_R=20$  мм; изопентен,  $t_R=70$  мм; диэтиловый эфир,  $t_R=7$  мм). Нарисуйте хроматограмму смеси по полученным данным ( $t_R(\text{A})=20$  мм,  $h(\text{A})=50$  мм;  $t_R(\text{B})=70$  мм,  $h(\text{B})=15$  мм). Определите качественный и количественный состав смеси углеводов.

4. Для определения диоксифенилметана (ДОДФМ) в пищевых продуктах использовали метод тонкослойной хроматографии. Для стандартных образцов получили следующие результаты:

Концентрация ДОДФМ, мкг/0,02 см <sup>3</sup>	5,0	10,0	15,0	20,0
Площадь пятна, мм <sup>2</sup>	7,94	12,59	17,28	21,83

Навеску овощей массой 100 г обработали спиртом, экстракт упарили до 5 см<sup>3</sup>. При хроматографировании 0,02 см<sup>3</sup> этого раствора получили пятно площадью 16,43 мм<sup>2</sup>. Определите концентрацию ДОДФМ в овощах в мкг/кг.

### **Вариант № 5**

1. Какие физические процессы протекают между определяемыми углеводородами и неподвижной фазой в газовой и газожидкостной хроматографии?

2. Составьте уравнение реакции ионного обмена между катионитом и ZnBr<sub>2</sub>. Переведите анионит в CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>-форму.

3. Методом газожидкостной хроматографии сняты хроматограммы стандартных веществ (пропилен, t<sub>R</sub>=47 мм; этан, t<sub>R</sub>=24 мм; изопентен, t<sub>R</sub>=70 мм; пропан, t<sub>R</sub>=40 мм). Нарисуйте хроматограмму смеси по полученным данным (t<sub>R</sub>(A)=40 мм, h(A)=30 мм; t<sub>R</sub>(B)=24 мм, h(B)=62 мм). Определите качественный и количественный состав смеси углеводородов.

4. Из 2,1271 г образца, содержащего нитрат натрия и неионогенные примеси, приготовили 100 см<sup>3</sup> раствора. 10 см<sup>3</sup> этого раствора пропустили через колонку, заполненную катионитом в H<sup>+</sup> - форме. Весь элюат оттитровали 15,70 см<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией, равной 0,1110 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитать массовую долю нитрата натрия в образце.

### **Вариант № 6**

1. Приведите блок-схему хроматографа.

2. Составьте уравнение реакции ионного обмена между катионитом и NaCH<sub>3</sub>COO. Переведите анионит в NO<sub>2</sub><sup>-</sup> - форму.

3. Методом газожидкостной хроматографии сняты хроматограммы стандартных веществ (Н-бутан, t<sub>R</sub>=59 мм; бензол, t<sub>R</sub>=15 мм; ацетон, t<sub>R</sub>=10 мм;

этилен,  $t_R=30$  мм). Нарисуйте хроматограмму смеси по полученным данным ( $t_R(A)=10$  мм,  $h(A)=25$  мм;  $t_R(B)=59$  мм,  $h(B)=90$  мм).

Определите качественный и количественный состав смеси углеводов.

4. При идентификации аминокислот в концентрате из белкового гидролизата фронт растворителя переместился от центра хроматографической бумаги на 55 мм. После опрыскивания хроматограммы раствором нингидрина получили три синих концентрических кольца с центрами, удаленными от стартовой линии на 13, 25 и 45 мм. Площадь полученных пятен составила  $S_1=0,21$  см<sup>2</sup>,  $S_2=0,90$  см<sup>2</sup>,  $S_3=0,07$  см<sup>2</sup>.

Определите качественный и количественный состав аминокислот в концентрате из белкового гидролизата.

Относительные скорости перемещения компонента ( $R_f$ ) стандартных веществ (аминокислот) приведены в таблице.

<i>Аминокислоты</i>	<i>R<sub>f</sub></i>	<i>Аминокислоты</i>	<i>R<sub>f</sub></i>
Аспарагиновая кислота	0,24	Глутаминовая кислота	0,36
Лизин	0,46	Валин	0,64
Аланин	0,82	Тирозин	0,90

### **Вариант № 7**

1. Что служит подвижной фазой в газожидкостной хроматографии? Какова ее роль?

2. Составьте уравнение реакции ионного обмена между катионитом и NaNO<sub>2</sub>. Переведите анионит в Br<sup>-</sup> - форму.

3. Методом газожидкостной хроматографии сняты хроматограммы стандартных веществ (изобутилен,  $t_R=64$  мм; бензол,  $t_R=15$  мм; ацетон,  $t_R=10$  мм; этилен,  $t_R=30$  мм). Нарисуйте хроматограмму смеси по полученным данным ( $t_R(A)=64$  мм,  $h(A)=62$  мм;  $t_R(B)=15$  мм,  $h(B)=30$  мм).

Определите качественный и количественный состав смеси углеводов.



4. Какой объем  $0,050 \text{ моль/дм}^3$  раствора сульфата цинка можно пропустить через колонку, содержащую 5 г катионита, полная динамическая емкость которого по цинку равна  $1,50 \text{ ммоль-экв/г}$ .

### ***Вариант №8***

1. Что происходит со смесью углеводов в хроматографических колонках? Из каких материалов изготавливают колонки?

2. Составьте уравнение реакции ионного обмена между анионитом и  $\text{CaBr}_2$ . Переведите катионит в  $\text{K}^+$ -форму.

3. Методом газожидкостной хроматографии сняты хроматограммы стандартных веществ (бензол,  $t_R=15 \text{ мм}$ ; ацетон,  $t_R=10 \text{ мм}$ ; этилен,  $t_R=30 \text{ мм}$ ; пропилен,  $t_R=47 \text{ мм}$ ). Нарисуйте хроматограмму смеси по полученным данным ( $t_R(\text{A})=15 \text{ мм}$ ,  $h(\text{A})=18 \text{ мм}$ ;  $t_R(\text{B})=47 \text{ мм}$ ,  $h(\text{B})=61 \text{ мм}$ ).

Определите качественный и количественный состав смеси углеводов.

4. При разделении трех аминокислот на хроматографической бумаге фронт растворителя прошел  $16,2 \text{ см}$  от линии старта, аспаргиновая кислота прошла  $2,3 \text{ см}$  от линии старта, глутаминовая –  $3,9 \text{ см}$ , аланин –  $9,6 \text{ см}$ , неизвестное вещество –  $7,4 \text{ см}$ . Рассчитать параметр  $R_f$  для каждого компонента.

### ***Вариант № 9***

1. Для чего служит детектор в хроматографе? Объясните принцип действия катарометра.

2. Составьте уравнение реакции ионного обмена между анионитом и  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Переведите катионит в  $\text{Ca}^{2+}$ -форму.

3. Методом газожидкостной хроматографии сняты хроматограммы стандартных веществ (пропан,  $t_R=40 \text{ мм}$ ; метан,  $t_R=20 \text{ мм}$ ; изопентен,  $t_R=70 \text{ мм}$ ; диэтиловый эфир,  $t_R=7 \text{ мм}$ ). Нарисуйте хроматограмму смеси по полученным данным ( $t_R(\text{A})=7 \text{ мм}$ ,  $h(\text{A})=15 \text{ мм}$ ;  $t_R(\text{B})=40 \text{ мм}$ ,  $h(\text{B})=50 \text{ мм}$ ).

Определите качественный и количественный состав смеси углеводов.

4. Навеску анионита массой 0,9810 г высыпали в раствор NaOH объемом  $100 \text{ см}^3$  и  $C = 0,1070 \text{ моль/дм}^3$ . После установления равновесия на титрование  $20,00 \text{ см}^3$  этого раствора израсходовали  $12,50 \text{ см}^3$  раствора HCl с  $C_{\text{ЭКВ}} = 0,0904 \text{ моль/дм}^3$ . Рассчитайте статистическую обменную емкость анионита.

### ***Вариант №10***

1. Какие факторы влияют на время удерживания углеводов в газовой хроматографии?

2. Составьте уравнение реакции ионного обмена между анионитом и  $\text{NaNO}_3$ . Переведите катионит в  $\text{Mg}^{2+}$ -форму.

3. Методом газожидкостной хроматографии сняты хроматограммы стандартных веществ (Н-бутан,  $t_R=59 \text{ мм}$ ; бензол,  $t_R=15 \text{ мм}$ ; ацетон,  $t_R=10 \text{ мм}$ ; этилен,  $t_R=30 \text{ мм}$ ). Нарисуйте хроматограмму смеси по полученным данным ( $t_R(A)=59 \text{ мм}$ ,  $h(A)=35 \text{ мм}$ ;  $t_R(B)=30 \text{ мм}$ ,  $h(B)=44 \text{ мм}$ ).

Определите качественный и количественный состав смеси углеводов.

4. Для определения полной динамической емкости (ПДОЕ) катионита через колонку с 5 г катионита в  $\text{H}^+$  – форме пропустили  $350,0 \text{ см}^3$  раствора  $\text{CaCl}_2$  с молярной концентрацией эквивалента, равной  $0,0500 \text{ моль/дм}^3$ . При определении  $\text{Ca}^{2+}$  в элюате в порциях по  $50,00 \text{ см}^3$  были получены следующие значения концентраций: 0,0030; 0,0080; 0,0150; 0,0250; 0,0400 и 0,0500 моль-экв/л. Определить ПДОЕ катионита по кальцию.

### ***Вариант № 11***

1. На чем основан качественный анализ в газовой хроматографии?

2. Составьте уравнение реакции ионного обмена между катионитом и  $\text{CaCl}_2$ . Переведите анионит в  $\text{CO}_3^{2-}$  - форму.

3. Методом газожидкостной хроматографии сняты хроматограммы стандартных веществ (изобутан,  $t_R=52$ ; бензол,  $t_R=15$  мм; метан,  $t_R=20$  мм; этилен,  $t_R=30$  мм). Нарисуйте хроматограмму смеси по полученным данным ( $t_R(A)=52$  мм,  $h(A)=80$  мм;  $t_R(B)=20$  мм,  $h(B)=23$  мм).

Определите качественный и количественный состав смеси углеводородов.

4. При определении остаточного содержания пестицидов в грибах «Вешенка» методом тонкослойной хроматографии фронт растворителя прошел 23 см от линии старта, единственное пятно оказалось на расстоянии 7,2 см от линии старта. В данных условиях  $\beta$  – ГХЦГ, хлордимеформ и гептахлор характеризуются параметрами  $R_f$  0,31, 0,52, 0,43, соответственно. Какой из указанных пестицидов присутствует в грибах?

### **Вариант № 12**

1. Как выглядит дифференциальная хроматограмма смеси двух углеводородов? Покажите, как определяют измеряемую величину для выполнения качественного анализа.

2. Составьте уравнение реакции ионного обмена между анионитом и  $KBr$ . Переведите катионит в  $Cu^{2+}$ -форму.

3. Методом газожидкостной хроматографии сняты хроматограммы стандартных веществ (изобутилен,  $t_R=64$  мм; пропан,  $t_R=40$  мм; диэтиловый эфир,  $t_R=7$  мм; метан,  $t_R=20$  мм). Нарисуйте хроматограмму смеси по полученным данным ( $t_R(A)=64$  мм,  $h(A)=37$  мм;  $t_R(B)=7$  мм,  $h(B)=73$  мм).

Определите качественный и количественный состав смеси углеводородов.

4. Методом бумажной хроматографии определили содержание рутина в продукте. Для стандартных образцов, содержащих рутин, получили следующие результаты:

$S, \text{ см}^2$	0,72	0,90	1,08	1,28
$\omega(\text{рутина}), \%$	0,5	1,0	1,5	2,0

Рассчитайте массовую долю рутина в исследуемом образце если  $S_x$  составила  $1,04 \text{ см}^2$ .

### ***Вариант № 13***

1. За счет каких процессов в хроматографической колонке происходит разделение углеводородов в газовой хроматографии?

2. Составьте уравнение реакции ионного обмена между катионитом и  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ . Переведите анионит в  $\text{Cl}^-$  - форму.

3. Методом газожидкостной хроматографии сняты хроматограммы стандартных веществ (пропилен,  $t_R=47$  мм; метан,  $t_R=20$  мм; изопентен,  $t_R=70$  мм; этан,  $t_R=24$  мм). Нарисуйте хроматограмму смеси по полученным данным ( $t_R(A)=24$  мм,  $h(A)=10$  мм;  $t_R(B)=70$  мм,  $h(B)=35$  мм).

Определите качественный и количественный состав смеси углеводородов.

4. Какая масса  $\text{Co}^{2+}$  останется в растворе, если через колонку, заполненную 5 г катионита в  $\text{H}^+$  – форме, пропустили  $200,00 \text{ см}^3$  раствора  $\text{CoCl}_2$  с молярной концентрацией эквивалента, равной  $0,1000 \text{ моль/дм}^3$ . Полная динамическая емкость катионита равна  $1,60 \text{ моль-экв/г}$ .

### ***Вариант №14***

1. На чем основан количественный анализ в методе газожидкостной хроматографии? Объясните на примере хроматограммы смеси двух углеводородов.

2. Составьте уравнение реакции ионного обмена между катионитом и  $\text{NiCl}_2$ . Переведите анионит в  $\text{SO}_3^{2-}$  - форму.

3. Методом газожидкостной хроматографии сняты хроматограммы стандартных веществ (пропилен,  $t_R=47$  мм; этилен,  $t_R=30$  мм; изопентен,  $t_R=70$  мм; этан,  $t_R=24$  мм). Нарисуйте хроматограмму смеси по полученным данным ( $t_R(A)=70$  мм,  $h(A)=38$  мм;  $t_R(B)=30$  мм,  $h(B)=56$  мм).

Определите качественный и количественный состав смеси углеводов.

4. Какой объем раствора хлорида натрия с молярной концентрацией, равной 0,2 моль/дм<sup>3</sup> можно пропустить через 400 см<sup>3</sup> набухшего катионита, динамическая обменная емкость которого равна 1,5 ммоль-экв/см<sup>3</sup>?

### **Вариант №15**

1. Почему необходимо температуру колонки поддерживать постоянной? Каким образом повышение температуры колонки влияет на время удерживания углеводов в газовой хроматографии?

2. Составьте уравнение реакции ионного обмена между анионитом и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Переведите катионит в Al<sup>3+</sup>-форму.

3. Методом газожидкостной хроматографии сняты хроматограммы стандартных веществ (пропилен, t<sub>R</sub>=47 мм; этилен, t<sub>R</sub>=30 мм; ацетон, t<sub>R</sub>=10 мм; этан, t<sub>R</sub>=24 мм). Нарисуйте хроматограмму смеси по полученным данным (t<sub>R</sub>(A)=24 мм, h(A)=18 мм; t<sub>R</sub>(B)=10 мм, h(B)=40 мм).

Определите качественный и количественный состав смеси углеводов.

4. Для определения нитратов в овощах использовали метод тонкослойной хроматографии. Для стандартных образцов получили следующие результаты:

C(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), мкг/0,02 см <sup>3</sup>	10	20	30	40
Площадь пятна, мм <sup>2</sup>	12,5	20,7	29	37,3

Навеску овощей массой 100 г обработали и получили 5 см<sup>3</sup> раствора. При хроматографировании 0,02 см<sup>3</sup> этого раствора получили пятно площадью 24,8 мм<sup>2</sup>. Определите концентрацию нитратов в овощах в мг/кг.

**Занятие 5. Оптические методы анализа (6 час.), с использованием метода активного обучения – семинар-пресс-конференция.**

По каждому вопросу плана семинара преподавателем назначается группа обучаемых (3-4 человека) в качестве экспертов. Они всесторонне изучают

проблему и выделяют докладчика для изложения тезисов по ней. После первого доклада участники семинара задают вопросы, на которые отвечают докладчик и другие члены экспертной группы. Вопросы и ответы составляют центральную часть семинара. На основе вопросов и ответов разворачивается творческая дискуссия, итоги которой подводит сначала докладчик, а затем преподаватель. Аналогичным образом обсуждаются и другие вопросы плана семинарского занятия. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения темы, оценивает работу экспертных групп, определяет задачи самостоятельной работы.

**Вопросы для обсуждения:**

1. Достоинства и недостатки оптических методов;
2. Рефрактометрический и спектральный анализ;
3. Фотометрический анализ;
4. Нефелометрический анализ;
5. Люминесцентный анализ.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Физико-химические свойства и методы анализа пищевых систем» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемыеделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1.	Раздел I. Введение. Физико-химические свойства растительного сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.	ПК-1, ПК-3. ПК-8 ПК-14 ПК-15	Знает физико-химические свойства пищевых систем  Умеет исследовать физико-химические свойства пищевых систем  Владеет знаниями о физико-химических свойствах пищевых систем	УО-2 - коллоквиум, ПР-4 - реферат	Экзамен Вопросы 1-3 Пр-1 – итоговый тест
2.	Раздел II. Тема 2.1 Оптические методы анализа	ПК-1, ПК-3. ПК-8 ПК-14 ПК-15	Знает основные оптические методы анализа  Умеет подобрать метод оптического анализа  Владеет знаниями для подбора методов оптического анализа	УО-1 – собеседование, УО-2 - коллоквиум, ПР-4 - реферат	Экзамен Вопросы 4-24 Пр-1 – итоговый тест
3.	Раздел II. Тема 2.2 Электрохимические методы анализа	ПК-1, ПК-3. ПК-8 ПК-14 ПК-15	Знает классификацию электрохимических методов анализа  Умеет применять электрохимические методы для анализа пищевых продуктов  Владеет знаниями для подбора электрохимических методов	УО-1 – собеседование, УО-2 - коллоквиум, ПР-4 - реферат	Экзамен Вопросы 25-39 Пр-1 – итоговый тест
4.	Раздел II. Тема 2.3 Хроматографические методы анализа	ПК-1, ПК-3. ПК-8 ПК-14 ПК-15	Знает хроматографические методы анализа  Умеет применять хроматографические методы для анализа пищевых продуктов  Владеет знаниями для подбора хроматографических методов учитывая последние достижения в области применения хромато-	УО-1 – собеседование, УО-2 - коллоквиум, ПР-4 - реферат	Экзамен Вопросы 40-55 Пр-1 – итоговый тест

			графических методов анализа		
--	--	--	-----------------------------	--	--

Контрольные и методические материалы, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Базарнова, Ю.Г. Методы исследования сырья и готовой продукции [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Ю.Г. Базарнова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2013. — 76 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70913>. — Загл. с экрана.
2. Базарнова, Ю.Г. Теоретические основы методов исследования пищевых продуктов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Г. Базарнова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2014. — 136 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71109>. — Загл. с экрана.
3. Бурова, Т.Е. Влияние обработки на состав и свойства растительного сырья [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Т.Е. Бурова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2014. — 85 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70833>. — Загл. с экрана.
4. Просеков, А.Ю. Современные методы исследования сырья и биотехнологической продукции [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Ю. Просеков, О.О. Бабич, С.А. Сухих. — Электрон. дан. — Кеме-



рово : КемГУ, 2013. — 182 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/45637>. — Загл. с экрана.

5. Романюк, Т.И. Методы исследования сырья и продуктов растительного происхождения (теория и практика) [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.И. Романюк, А.Е. Чусова, И.В. Новикова. — Электрон. дан. — Воронеж : ВГУИТ, 2014. — 160 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71662>. — Загл. с экрана.
6. Гуськова, В.П. Хроматографические методы разделения и анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Гуськова, Л.С. Сизова. — Электрон. дан. — Кемерово : КемГУ, 2015. — 148 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72028>. — Загл. с экрана

### **Дополнительная литература**

1. Данина, М.М. Методы исследования свойств сырья, продуктов брожения и безалкогольных напитков. Лабораторные работы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / М.М. Данина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2013. — 27 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70912>. — Загл. с экрана.
2. Данина, М.М. Методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов, готовых хлебобулочных и кондитерских изделий. Лабораторные работы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / М.М. Данина, Е.С. Сергачева, Е.В. Соболева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2013. — 57 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70910>. — Загл. с экрана.
3. Матвеева, Н.А. Методы исследования свойств сырья, продуктов брожения и безалкогольных напитков. Контрольные задания [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Н.А. Матвеева, М.М. Данина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2013. — 21 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70911>. — Загл. с экрана.

## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. – Microsoft Office Professional Plus 2010;
2. –Офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.);
3. – АБВУ FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов;
4. – Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; –
5. Локальные сетевые ресурсы:

Профессиональная справочная система Техэксперт – операционные система Microsoft Windows, Linux, FreeBSD.

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теоретическая часть дисциплины «Физико-химические свойства и методы анализа пищевых систем» раскрывается на лекционных занятиях, так как лекция является основной формой обучения, где преподавателем даются основные понятия дисциплины.

Последовательность изложения материала на лекционных занятиях, направлена на формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала при самостоятельной работе.

При подготовке к практическим и лабораторным занятиям студенту необходимо изучить основную и методическую литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, учесть рекомендации преподавателя.

На практических занятиях в ходе дискуссий на семинарских занятиях, при обсуждении докладов и на занятиях с применением методов активного обучения бакалавры учатся анализировать и прогнозировать развитие науки о свойствах и методах исследования пищевых систем, раскрывают ее научные и социальные проблемы.

Практические занятия курса проводятся по всем разделам учебной программы. Практические работы направлены на формирование у студентов навыков самостоятельной исследовательской работы. В ходе практических занятий бакалавр выполняет комплекс заданий, позволяющий закрепить лекционный материал по изучаемой теме, получить основные навыки в расчетах при анализе пищевых систем. Активному закреплению теоретических знаний способствует обсуждение проблемных аспектов дисциплины в форме семинара и занятий с применением методов активного обучения. При этом происходит развитие навыков самостоятельной исследовательской деятельности в процессе работы с научной литературой, периодическими изданиями, формирование умения аргументированно отстаивать свою точку зрения, слушать других, отвечать на вопросы, вести дискуссию.

*Самостоятельная работа (изучение теоретического курса, подготовка к текущему контролю и лабораторным занятиям)*

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной и научной литературы. Основная функция учебников – ориентировать студента в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены будущими специалистами по данной дисциплине.

Основные виды самостоятельной работы бакалавров – это работа с литературными источниками и методическими рекомендациями по изучению тем курса. Результаты работы оформляются в виде отчетов с последующим обсуждением. Темы отчетов соответствуют основным разделам курса.

Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации проводятся устные опросы, семинарские занятия и коллоквиумы.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение реализации дисциплины включает в себя аудитории для проведения лекций, лабораторных работ и практических занятий, оборудованных мультимедийным обеспечением и соответствующие санитарным и противоположным правилам и нормам.

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Мультимедийная аудитория г.Владивосток, о.Русский п Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М329 Площадь 96.2 м <sup>2</sup>	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK; Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеоконмутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; Микрофонная петличная радиосистема УВЧ диапазона Sennheiser EW 122 G3 в составе беспроводного микрофона и приемника; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; Сетевой контроллер управления Extron IPL T S4; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными

	<p>возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>
<p>Компьютерный класс г. Владивосток, о. Русский п. Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М612 Площадь 44.5 м<sup>2</sup></p>	<p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK 19.5" Intel Core i3-4160T 4GB DDR3-1600 SODIMM (1x4GB)500GB Windows Seven Enterprise - 17 штук; Проводная сеть ЛВС – Cisco 800 series; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).</p>
<p>Аудитория для самостоятельной работы студентов г. Владивосток, о. Русский п. Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М621 Площадь 44.5 м<sup>2</sup></p>	<p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK 19.5" Intel Core i3-4160T 4GB DDR3-1600 SODIMM (1x4GB)500GB Windows Seven Enterprise - 17 штук; Проводная сеть ЛВС – Cisco 800 series; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).</p>



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Физико-химические свойства и методы анализа пище-  
вых систем»

**Направление подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья**  
профиль «Технология бродильных производств и виноделие»

**Форма подготовки очная**

Владивосток  
2015

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	01.10 11.10	Подготовка рефератов	13	зачет
2	15.10 06.11	Семинар-пресс-конференция	14	зачет
3	22.11 29.11	Семинар-пресс-конференция	14	зачет
4	01.04 11.04	Подготовка к коллоквиуму	14	экзамен
5	15.04 06.05	Подготовка рефератов	14	экзамен
6	22.05 29.05	Подготовка к коллоквиуму	14	экзамен

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к практическим занятиям, работы над рекомендованной литературой, написания докладов по теме семинарского занятия, подготовки презентаций.

Преподаватель предлагает каждому студенту индивидуальные и дифференцированные задания. Некоторые из них могут осуществляться в группе.

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);

- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности. Самостоятельная работа студентов должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется студентом самостоятельно. Каждый студент самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

### **Задания для самостоятельного выполнения**

1. По заданной теме должен быть проведен анализ литературы по изучаемой дисциплине. По проработанному материалу должен быть подготовлен и представлен коллоквиум.
2. Написание реферата по теме, предложенной преподавателем или самостоятельно выбранной студентом и согласованной с преподавателем.
3. Подготовка к семинару-пресс-конференции.

### **Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов**

По мере освоения материала по тематике дисциплины предусмотрено выполнение самостоятельной работы студентов по сбору и обработки литературного материала для расширения области знаний по изучаемой дисциплине, что позволяет углубить и закрепить конкретные практические знания, полученные на аудиторных занятиях. Для изучения и полного освоения программного материала по дисциплине используется учебная,



справочная и другая литература, рекомендуемая настоящей программой, а также профильные периодические издания.

При самостоятельной подготовке к занятиям студенты конспектируют материал, самостоятельно изучают вопросы по пройденным темам, используя при этом учебную литературу из предлагаемого списка, периодические печатные издания, научную и методическую информацию, базы данных информационных сетей (Интернет и др.).

Самостоятельная работа складывается из таких видов работ как работа с конспектом лекций; изучение материала по учебникам, справочникам, видеоматериалам и презентациям, а также прочим достоверным источникам информации; подготовка к экзамену. Для закрепления материала достаточно, перелистывая конспект или читая его, мысленно восстановить материал. При необходимости обратиться к рекомендуемой учебной и справочной литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

Подготовка к практическим занятиям. Этот вид самостоятельной работы состоит из нескольких этапов:

1) Повторение изученного материала. Для этого используются конспекты лекций, рекомендованная основная и дополнительная литература;

2) Углубление знаний по теме. Необходимо имеющийся материал в лекциях, учебных пособиях дифференцировать в соответствии с пунктами плана практического занятия. Отдельно выписать неясные вопросы, термины. Лучше это делать на полях конспекта лекции или учебного пособия. Уточнение надо осуществить при помощи справочной литературы (словари, энциклопедические издания и т.д.);

3) Составление развернутого плана выступления, или проведения расчетов, решения задач, упражнений и т.д. При подготовке к практическим занятиям студенты конспектируют материал, готовят ответы по приведенным вопросам по темам практических занятий. Дополнительно к практическому материалу студенты самостоятельно изучают вопросы по

пройденным темам, используя при этом учебную литературу из предлагаемого списка, периодические печатные издания, научную и методическую информацию, базы данных информационных сетей (Интернет и др.).

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

1. По заданной теме должен быть проведен анализ литературы по изучаемой дисциплине. По проработанному материалу должен быть подготовлен и представлен коллоквиум.

2. Написание реферата по теме, предложенной преподавателем или самостоятельно выбранной студентом и согласованной с преподавателем.

3. Подготовка к семинару-пресс-конференции

### **Методические указания к выполнению реферата**

#### **Цели и задачи**

Реферат (от лат. *refero* — докладываю, сообщаю) представляет собой краткое изложение проблемы практического или теоретического характера с формулировкой определенных выводов по рассматриваемой теме. Избранная студентом проблема изучается и анализируется на основе одного или нескольких источников. В отличие от курсового проекта, представляющего собой комплексное исследование проблемы, реферат направлен на анализ одной или нескольких научных работ.

*Целями* написания реферата являются:

- развитие у студентов навыков поиска актуальных проблем современного законодательства;
- развитие навыков краткого изложения материала с выделением лишь самых существенных моментов, необходимых для раскрытия сути проблемы;

- развитие навыков анализа изученного материала и формулирования собственных выводов по выбранному вопросу в письменной форме, научным, грамотным языком.

*Задачами* написания реферата являются:

- научить студента максимально верно передать мнения авторов, на основе работ которых студент пишет свой реферат;
- научить студента грамотно излагать свою позицию по анализируемой в реферате проблеме;
- подготовить студента к дальнейшему участию в научно – практических конференциях, семинарах и конкурсах;
- помочь студенту определиться с интересующей его темой, дальнейшее раскрытие которой возможно осуществить при написании курсовой работы или диплома;
- уяснить для себя и изложить причины своего согласия (несогласия) с мнением того или иного автора по данной проблеме.

### **Основные требования к содержанию реферата**

Студент должен использовать только те материалы (научные статьи, монографии, пособия), которые имеют прямое отношение к избранной им теме. Не допускаются отстраненные рассуждения, не связанные с анализируемой проблемой. Содержание реферата должно быть конкретным, исследоваться должна только одна проблема (допускается несколько, только если они взаимосвязаны). Студенту необходимо строго придерживаться логики изложения (начать с определения и анализа понятий, перейти к постановке проблемы, проанализировать пути ее решения и сделать соответствующие выводы). Реферат должен заканчиваться выведением выводов по теме.

По своей *структуре* реферат состоит из:

- 1.Титульного листа;

2. Введения, где студент формулирует проблему, подлежащую анализу и исследованию;

3. Основного текста, в котором последовательно раскрывается избранная тема. В отличие от курсовой работы, основной текст реферата предполагает деление на 2-3 параграфа без выделения глав. При необходимости текст реферата может дополняться иллюстрациями, таблицами, графиками, но ими не следует "перегружать" текст;

4. Заключения, где студент формулирует выводы, сделанные на основе основного текста.

5. Списка использованной литературы. В данном списке называются как те источники, на которые ссылается студент при подготовке реферата, так и иные, которые были изучены им при подготовке реферата.

Объем реферата составляет 10-15 страниц машинописного текста, но в любом случае не должен превышать 15 страниц. Интервал – 1,5, размер шрифта – 14, поля: левое — 3 см, правое — 1,5 см, верхнее и нижнее — 1,5 см. Страницы должны быть пронумерованы. Абзацный отступ от начала строки равен 1,25 см.

### **Порядок сдачи реферата и его оценка**

Рефераты пишутся студентами в течение семестра в сроки, устанавливаемые преподавателем по конкретной дисциплине, докладывается студентом и выносятся на обсуждение. Печатный вариант сдается преподавателю, ведущему дисциплину.

По результатам проверки студенту выставляется определенное количество баллов, которое входит в общее количество баллов студента, набранных им в течение семестра. При оценке реферата учитываются соответствие содержания выбранной теме, четкость структуры работы, умение работать с научной литературой, умение ставить проблему и анализировать ее, умение логически мыслить, владение профессиональной терминологией, грамотность оформления.

### **Рекомендуемая тематика и перечень рефератов**

1) Рефераты на тему «Оптические методы исследования».

В рефератах помимо общей информации об оптических методах исследования пищевых продуктов и сырья должны быть отражены следующие вопросы: достоинства и недостатки определенного оптического метода исследования, например спектрофотометрии или поляриметрии.

б) Рефераты на тему «Электрохимические методы анализа».

В рефератах помимо общей информации об электрохимических методах анализа пищевых продуктов и сырья должны быть отражены следующие вопросы: достоинства и недостатки определенного оптического метода исследования, например потенциометрии или кондуктометрии.

9) Рефераты на тему «Хроматографические методы анализа».

В рефератах помимо общей информации о хроматографических методах анализа пищевых продуктов и сырья должны быть отражены следующие вопросы: достоинства и недостатки определенного хроматографического метода исследования, например жидкостной или тонкослойной хроматографии.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине «Физико-химические свойства и методы анализа пищевых систем»

**Направление подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья**  
профиль «Технология бродильных производств и виноделие»

**Форма подготовки очная**

Владивосток  
2015

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 способность определять и анализировать свойства сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции, ресурсосбережение, эффективность и надежность процессов производства	Знает	свойства сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции
	Умеет	анализировать свойства сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции
	Владеет	методами определения и анализа свойств сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции, ресурсосбережение, эффективность и надежность процессов производства
ПК-3 способность владеть методами технохимического контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий	Знает	методы технохимического контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий
	Умеет	Проводить технохимического контроль качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий
	Владеет	владеет методами технохимического контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий
ПК-8 готовность обеспечивать качество продуктов питания из растительного сырья в соответствии с требованиями нормативной документации и потребностями рынка	Знает	требования нормативной документации и потребностями рынка к качеству продуктов питания из растительного сырья
	Умеет	оценивать качество продуктов питания из растительного сырья в соответствии с требованиями нормативной документации и потребностями рынка
	Владеет	навыками оценки качество продуктов питания из растительного сырья в соответствии с требованиями нормативной документации и потребностями рынка
ПК-14 готовность проводить измерения и наблюдения, составлять описания проводимых исследований, анализировать результаты исследований и использовать их при написании отчетов и научных публикаций	Знает	методы измерений и наблюдений и их описание
	Умеет	проводить измерения и наблюдения, составлять описания проводимых исследований, анализировать результаты исследований и использовать их при написании отчетов и научных публикаций
	Владеет	Методами измерения и наблюдения, составлять описания проводимых исследований, анализировать результаты исследований и использовать их при написании отчетов и научных публикаций

ПК-15 готовность участвовать в производственных испытаниях и внедрении результатов исследований и разработок в промышленное производство	Знает	принципы производственных испытаний и внедрения результатов исследований и разработок в промышленное производство
	Умеет	осуществлять производственные испытания и внедрение результатов исследований и разработок в промышленное производство
	Владеет	основными методами осуществления производственных испытаний и внедрения результатов исследований и разработок в промышленное производство

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ПК-1 способность определять и анализировать свойства сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции, ресурсосбережение, эффективность и надежность процессов производства	знает (пороговый уровень)	свойства сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции	Знает об основных свойства сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции	Способность дать определения свойства сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции бакалавр	45-64
	умеет (продвинутый)	анализировать свойства сырья	Умеет анализировать свойства сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции	Способность работать со справочными данными для принятия необходимого управленческого решения при организации и ведении технологического процесса	65-84
	владеет (высокий)	методами определения и анализа свойств сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию тех-	Владеет основными методами определения и анализа свойств сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию тех-	Способность бегло и точно применять методами определения и анализа свойств сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию	85-100



		нологического процесса и качество готовой продукции, ресурсосбережение, эффективность и надежность процессов производства	нологического процесса и качество готовой продукции, ресурсосбережение,	технологического процесса и качество готовой продукции, ресурсосбережение	
ПК-3 способность владеть методами технологического контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий	знает (пороговый уровень)	основные методы техноконтроля качества сырья,	Знает основные виды технологического контроля	Способность раскрыть суть основных методов техноконтроля качества сырья,	45-64
	умеет (продвинутый)	обоснованно подбирать методы техноконтроля качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий	Умеет обосновывать выбор методов техноконтроля качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий	Способность обосновывать и применять полученные результаты на предприятиях	65-84
	владеет (высокий)	навыками владения методами техноконтроля качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий	Владеет навыками проведения методов техноконтроля качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий	Способность проводить самостоятельно составлять методы техноконтроля качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий параметров технологических процессов	85-100
ПК-8 готовность обеспечивать качество продуктов питания из	знает (пороговый уровень)	требования нормативной документации и потребностями рынка	Знание основных технологических линий, их режимов эксплуатации	Способность раскрыть суть технологических операций, принципы работы технологических	45-64

растительного сырья в соответствии с требованиями нормативной документации и потребностями рынка) и выявлять объекты для улучшения технологии пищевых производств из растительного сырья		к качеству продуктов питания из растительного сырья		линий	
	умеет (продвинутый)	оценивать качество продуктов питания из растительного сырья в соответствии с требованиями нормативной документации и потребностями рынка	Умение на основе анализа выявлять объекты для улучшения технологии пищевых производств из растительного сырья	Способность обосновывать и применять полученные результаты на предприятиях	65-84
	владеет (высокий)	навыками оценки качество продуктов питания из растительного сырья в соответствии с требованиями нормативной документации и потребностями рынка	Владение навыками оценки качество продуктов питания из растительного сырья в соответствии с требованиями нормативной документации и потребностями рынка	Способность оценивать качество продуктов питания из растительного сырья в соответствии с требованиями нормативной документации и потребностями рынка	85-100
ПК-10 способность организовать технологический процесс производства продуктов питания из растительного сырья и работу структурного подразделения	знает (пороговый уровень)	современные технологии напитков из растительного сырья; принципы работы действующих технологических линий и процессов	Знание основных понятий и терминологий по методикам осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом	Способность раскрыть суть методов научного исследования; способность обосновать актуальность выполняемого задания или исследования	45-64
	умеет (продвинутый)	выявлять объекты для улучшения технологии напитков из	Умение работать с таблицами и справочными материалами, умение	Способность обосновывать и применять полученные результаты	65-84

		растительного сырья	применять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции		
	владеет (высокий)	методами управления действующими технологическими линиями (процессами) и навыками его организации	Владение способностью понимания требований, предъявляемых к содержанию и последовательности разработки технологического процесса в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологических процессов, свойств сырья и продукции	Способность сформулировать задание по научному исследованию; -способность проводить самостоятельные исследования и исследования в составе авторского коллектива и представлять их результаты на обсуждение	85-100
ПК-14 готовность проводить измерения и наблюдения, составлять описания проводимых исследований, анализировать результаты исследований и использо-	знает (пороговый уровень)	методы измерений и наблюдений и их описание	Знание основной нормативной документации при организации и ведении технологического процесса	Способность раскрыть суть особенности организации и ведении технологического процесса	45-64
	умеет (продвинутый)	проводить измерения и наблюдения, составлять описания проведения	Умение работать с таблицами и справочными материалами, умение применять тех-	Способность обосновывать и применять полученные результаты на предприятиях	65-84

<p>вать их при написании отчетов и научных публикаций</p>		<p>димых исследований, анализировать результаты исследований и использовать их при написании отчетов и научных публикаций</p>	<p>нологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции</p>		
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>Методами измерения и наблюдения, составлять описания проводимых исследований, анализировать результаты исследований и использовать их при написании отчетов и научных публикаций</p>	<p>Владение способностью понимания требований, предъявляемых к содержанию и последовательности разработки технологического процесса в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции</p>	<p>Способность сформулировать задание; способность проводить самостоятельно составлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции</p>	<p>85-100</p>
<p>ПК-15 готовность участвовать в производственных испытаниях и внедрении результатов исследований и разработок в промышленное производство</p>	<p>Знает (пороговый уровень)</p>	<p>принципы производственных испытаний и внедрения результатов исследований и разработок в промышленное производство</p>			<p>45-64</p>
	<p>Умеет (продвинутый)</p>	<p>осуществлять производствен-</p>			<p>65-84</p>

		ные испытания и внедрение результатов исследований и разработок в промышленное производство			
	Владеет (высокий)	основными методами осуществления производственных испытаний и внедрения результатов исследований и разработок в промышленное производство			85-100

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Физико-химические свойства и методы анализа пищевых систем» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Проводится в форме контрольных мероприятий: защиты практических работ, представления доклада, собеседования по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний (опрос);

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы (практические работы);
- результаты самостоятельной работы.

**Промежуточная аттестация студентов.** Проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Предусматривает учет результатов всех этапов освоения курса. При условии успешного освоения теоретического и практического материалов, студенту выставляется промежуточная аттестация (экзамен).

**Зачетно-экзаменационные материалы.** При оценке знаний студентов промежуточным контролем учитывается объем знаний, качество их усвоения, понимание логики учебной дисциплины, место каждой темы в курсе. Оцениваются умение свободно, грамотно, логически стройно излагать изученное, способность аргументировано защищать собственную точку зрения.

### Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация включает ответ студента на вопросы к экзамену и прохождение итогового теста.

#### Критерии выставления оценки студенту на экзамене

Баллы, необходимые для оценки итогового теста	Оценка зачета	Требования к оформленным компетенциям в устном ответе студента
100-86	«отлично»	«Отлично» выставляется студенту, у которого сформированы знания по основным физико-химическим свойствам пищевых систем методам их физико-химического анализа. Умеет успешно проводить подбор методик для контроля качества пищевых систем..
85-76	«хорошо»	«Хорошо» выставляется студенту у которого сформированы знания учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их

		самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности
75-61	«удовлетворительно»	«Удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой, но имеющим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
60-0	«неудовлетворительно»	Оценка неудовлетворительно выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно с большими затруднениями выполняет практические работы и не может продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### Вопросы к экзамену

1. Какие методы анализа относятся к инструментальным?
2. Инновации в инструментальных методах анализа?
3. Инструментальные методы анализа в биотехнологии.
4. Сущность метода амперометрического титрования. Приборы, электроды. Привести пример кривой титрования, если электроактивным является продукт реакции.
5. Устройство и принцип работы электродов: хлоридсеребряного, каломельного, стеклянного.

6. Кондуктометрия: приборы и электроды. Привести пример кривой кондуктометрического титрования раствора гидроксида аммония серной кислотой. Источники излучения и монохроматоры, используемые в спектроскопии в видимой и УФ- областях.
7. Сущность качественного полярографического анализа. Приборы, электроды. Привести пример. Использование методов полярографии для контроля качества пищевых продуктов.
8. Сущность амперометрического титрования. Приборы и электроды. Использование амперометрического титрования для контроля качества пищевых продуктов.
9. Вольтамперная кривая. Указать основные ее характеристики. Какие из них используются в качественном и количественном полярографическом анализе. Использование вольтамперметрии для контроля качества пищевых продуктов.
10. Приборы и электроды в кондуктометрии. Привести пример кондуктометрического титрования нитрата бария раствором сульфата натрия. Количественный молекулярный спектральный анализ.
11. Потенциометрия. Сущность метода. Индикаторные электроды, используемые при потенциометрическом титровании смеси соляной и уксусной кислот раствором щелочи?
12. Иониты: катиониты, аниониты, амфолиты.
13. Индикаторные электроды в ионометрии: принцип их работы. Привести примеры.
14. Обменная емкость ионитов.
15. Индикаторные электроды, используемые при потенциометрическом титровании в реакциях окисления-восстановления. Приведите пример люминесцентного метода. Классификация.
16. Уравнения ионного обмена. Регенерация ионитов.



17. Индикаторные электроды в потенциометрическом методе анализа. Использование индикаторных электродов при определении рН раствора. Привести примеры
18. Дать определение удельной и эквивалентной электропроводности. Указать от каких факторов и каким образом зависит их величина
19. Метод потенциометрии. Привести пример реакции комплексообразования при потенциометрическом титровании. Обоснуйте выбор электродов.
20. Сущность метода полярографии. Приборы, электроды. Приведите примеры количественного полярографического анализа: метод добавок и расчетный метод
21. Кондуктометрия. Приборы, электроды. Привести пример кривой кондуктометрического титрования смеси уксусной и соляной кислот раствором гидроксида натрия.
22. Кривые потенциометрического титрования при использовании реакций осаждения.
23. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Приведите пример.
24. Использование потенциометрического метода в пищевой промышленности.
25. Оптические методы. Классификация оптических методов.
26. Факторы, влияющие на величину оптической плотности.
27. Условия проведения молекулярного спектрального анализа. Выбор светофильтров.
28. Молекулярный спектральный анализ. Происхождение спектров.

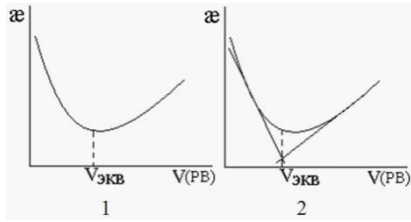
29. Качественный молекулярный спектральный анализ.
30. Прямая и косвенная спектрофотометрия. Виды кривых спектрофотометрического титрования.
31. Использование молекулярной спектроскопии в пищевой промышленности.
32. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции.
33. Качественный люминесцентный анализ.
34. Количественный люминесцентный анализ.
35. Использование люминесцентного анализа в пищевой промышленности.
36. Перечислите факторы, влияющие на величину показателя преломления.
37. Как можно с помощью рефрактометрического анализа идентифицировать вещество?
38. Какие методы количественного анализа используют в рефрактометрии?
39. Сущность метода высокочастотного титрования. Укажите типы используемых в этом методе ячеек. Привести пример кривой титрования.
40. Классификация хроматографических методов в зависимости от агрегатного состояния подвижной и неподвижной фазы.
41. Классификация хроматографических методов в зависимости от природы процесса.
42. Классификация хроматографических методов в зависимости от способа перемещения сорбентов вдоль слоя сорбента.
43. Классификация хроматографических методов в зависимости от способа оформления процесса разделения.

44. Основные понятия хроматографии (сорбция, сорбент, сорбат, сорбтив, адсорбция, абсорбция, хемосорбция).
45. Подвижная и неподвижная фазы в хроматографии, требования, предъявляемые к ним.
46. Газовая и газо-жидкостная хроматография. Аппаратура: дозаторы, испарители, колонки, детекторы.
47. Качественный и количественный хроматографический анализ в газо-жидкостной хроматографии.
48. Бумажная и тонкослойная хроматография.
49. Жидкостная хроматография.
50. Ионообменная хроматография.
51. Качественный и количественный хроматографический анализ в тонкослойной хроматографии.
52. Применение хроматографических методов при анализе пищевых продуктов.
53. Основные характеристики кривой элюирования (хроматограммы).
54. Методы расчета хроматограмм или результатов количественного анализа в ГХ: метод абсолютной градуировки
55. Основные процессы, лежащие в основе разделения веществ методом хроматографии.

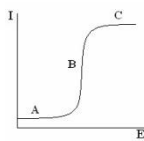
## **ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ**

### **Тест №1 «Электрохимические методы анализа»**

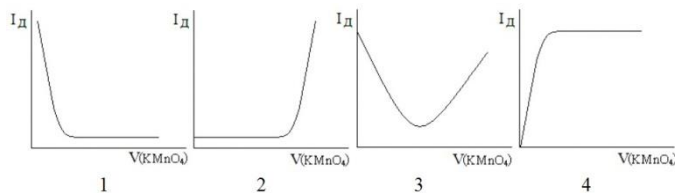
1. Укажите график, на котором неправильно найден эквивалентный объем титранта, затраченного на кондуктометрическое титрование



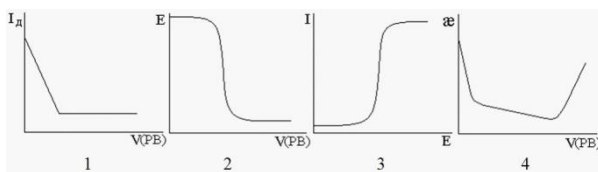
2. Классическая полярограмма имеет вид, показанный на рисунке. Ток, протекающий на начальном участке полярограммы (обозначен А), называют ...



3. Кривая амперометрического титрования раствора  $\text{FeSO}_4$  в кислой среде раствором  $\text{KMnO}_4$  (в процессе титрования фиксируют анодный ток электродной реакции  $\text{Fe}^{2+} - e \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ ) имеет вид, показанный на рисунке...

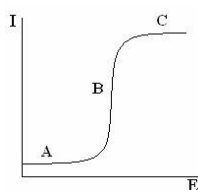


4. В кондуктометрии наиболее часто используют электрод...  
 5. Методу потенциометрии соответствует график...

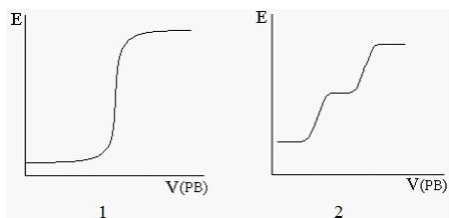


6. Удельная и молярная электропроводности раствора электролита связаны соотношением...  
 7. Молярная электрическая проводимость с увеличением концентрации раствора электролита...  
 8. Укажите, какая величина, измеряемая по вольтамперограмме, зависит от содержания анализируемого вещества (его массы или концентрации)

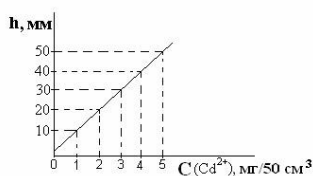
9. В методе потенциометрии величиной, измеряемой экспериментально, является...
10. Уравнению Ильковича соответствует формула ...
11. Метод вольтамперометрии основан на прямо пропорциональной зависимости между концентрацией вещества и ...
12. При кондуктометрическом титровании смеси растворов азотной и уксусной кислот раствором NaOH(PB)...
13. Классическая полярограмма имеет вид, показанный на рисунке. Ток протекающий на участке С, называют ...



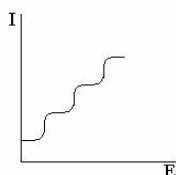
14. Укажите, какая величина, измеряемая по вольтамперограмме, характеризует качественный состав анализируемого вещества
15. При потенциометрическом титровании раствора смеси KCl и KI раствором  $\text{AgNO}_3$  ( $\text{PP}_{\text{AgCl}}=2 \cdot 10^{-10}$ ,  $\text{PP}_{\text{AgI}}=2 \cdot 10^{-16}$ ) интегральная кривая титрования будет иметь вид, показанный на рисунке...



16. Если  $h = 25$  мм, то концентрация ионов кадмия (II), найденная по градуировочному графику (см. рисунок), равна...



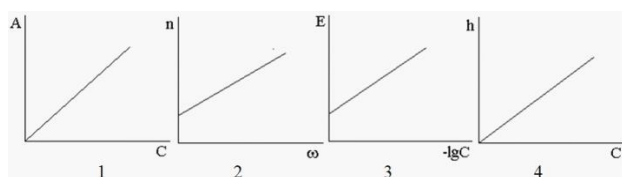
17. Записанная на полярографе вольт-амперная кривая анализируемой смеси ионов имеет вид, показанный на рисунке. Количество ионов в анализируемом растворе (при условии, что каждому из них соответствует только одна волна) равно...



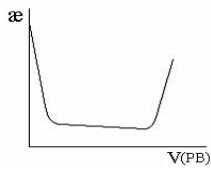
18. Основным недостатком твёрдых электродов (платинового и графитовых) является ...
19. Известны значения предела обнаружения некоторых вольтамперометрических методов. Наиболее чувствительным из них является...

Название метода анализа	Предел обнаружения метода, моль/дм <sup>3</sup>
1. Классическая полярография	$10^{-6}$ - $10^{-5}$
2. Амперометрическое титрование	$10^{-6}$
3. Инверсионная вольтамперометрия	$10^{-10}$ - $10^{-8}$

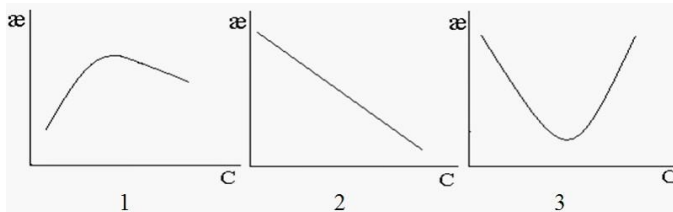
20. В соответствии с действующими в Российской Федерации ГОСТами на пищевые продукты полярография – это метод анализа, который должен использоваться для определения...
21. К мембранным ионоселективным электродам относится...электрод
22. рН-метр – это прибор, используемый в методе анализа, который называется...
23. При полярографическом определении ионов А и В с потенциалами полуволн соответственно (-0,21 В) и (-0,64 В) первым на ртутном капающем электроде из общего фона будет восстанавливаться ион...
24. Значения стандартных потенциалов окислительно – восстановительных пар  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  и  $Sn^{4+}/Sn^{2+}$  соответственно равны +0,77В и +0,15В. Их раздельное определение в общем растворе...
25. Трилон Б можно использовать в качестве титранта при кондуктометрическом определении ионов...
26. Градуировочный график в ионометрии имеет вид...



27. Кривая титрования, представленная на рисунке, соответствует методу...

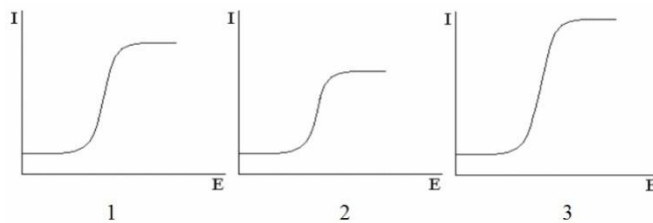


28. Зависимость удельной электрической проводимости ( $\kappa$ ) растворов электролитов от концентрации правильно показана на рисунке...



29. Основой кулонометрического метода анализа является уравнение...

30. Методом вольтамперометрии установлена концентрация ионов меди (II) в трёх пробах:  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  и  $10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup>. Раствору с наиболее высокой концентрацией меди (II) соответствует вольт-амперная кривая, представленная на рисунке ...



31. Методом потенциометрического титрования (предел обнаружения  $10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup>) нельзя определить ионы...

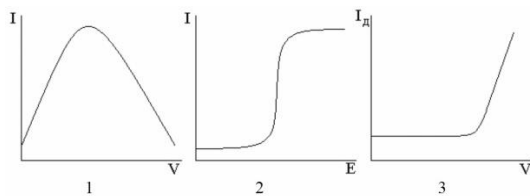
32. Основным недостатком ртутного каплюющего электрода является ...

33. В потенциометрическом титровании при подготовке прибора к проведению анализа электроды и электрохимическую ячейку (стаканчик) ополаскивают...

34. Методом кондуктометрического титрования (предел обнаружения равен  $10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>) можно определить содержание в растворе ионов...

35. Нитрат серебра ( $\text{AgNO}_3$ ) можно использовать в качестве титранта в потенциометрическом определении анионов...

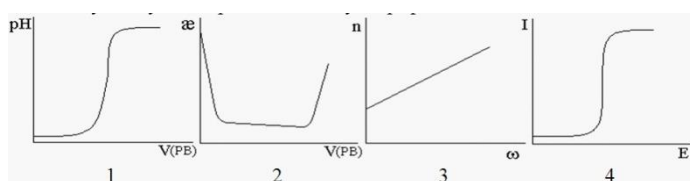
36. Записанная на полярографе вольт - амперная кривая имеет вид, показанный на рисунке ...



37. Для проведения анализа методом амперометрического титрования фоновый электролит...

38. Методом кондуктометрического титрования по реакции нейтрализации можно определить ионы (если их концентрация превышает  $10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>)...

39. Методу кондуктометрии соответствует график...



40. Цинковая проволока, опущенная в раствор сульфата цинка, относится к электродам...

### Тест №2 «Оптические методы анализа»

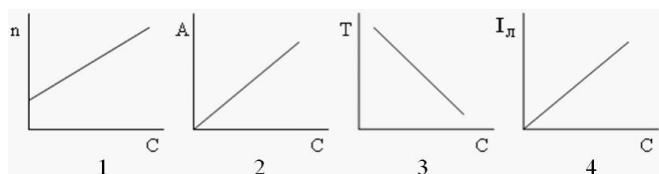
1. Молярный коэффициент поглощения не зависит от...
2. Показателем преломления называют отношение синуса угла падения к синусу угла...
3. В качестве измерительных приборов в фотоколориметрии используют...
4. Фотоэлементы предназначены для...
5. Метод анализа, в основе которого используется способность электромагнитного излучения вызывать свечение исследуемого объекта, называют...
6. Оптическая плотность раствора зависит от концентрации ...
7. К приборам, используемым в молекулярном абсорбционном анализе, относятся ...
8. Показатель преломления измеряют с помощью прибора...



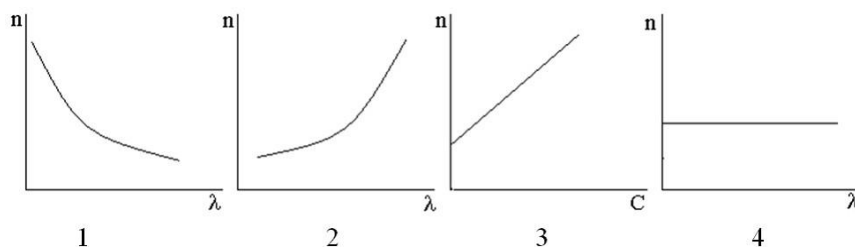
9. Зависимость показателя преломления от концентрации растворённого вещества выражается уравнением...

10. Молярный коэффициент поглощения не зависит от ...

11. К рефрактометрическому анализу относится градуировочный график представленный на рис...



12. Явлению аномальной дисперсии соответствует график, представленный на рисунке...



13. Сила фототока, в соответствии с законом Столетова, ... интенсивности падающего на фотоэлемент светового потока

14. Количественный люминесцентный анализ основан на измерении...

15. Надстрочный индекс в обозначении показателя преломления показывает ... , при которой он измерен

16. К косвенным оптическим методам анализа относятся графики...

17. Рефрактометрический метод анализа основан на измерении ...

18. Зависимость показателя преломления от концентрации растворённого вещества выражается уравнением...

19. Концентрацию анализируемого компонента в фотоколориметрии, с использованием метода сравнения, рассчитывают по формуле ...

20. Прямые оптические методы анализа основаны на использовании зависимости интенсивности аналитического сигнала от ...

21. Свечение вещества, возникающее при его возбуждении различными источниками энергии, называют...

22. Явлению нормальной дисперсии соответствует график, представленный на рисунке...
23. Сила фототока, в соответствии с законом Столетова, ... интенсивности падающего на фотоэлемент светового потока
24. К люминесцентному анализу относится график, представленный на рисунке...
25. Оптическая плотность раствора (абсорбционность) выражается в виде уравнения...
26. К прямым оптическим методам относятся графики ...
27. Качественный люминесцентный анализ основан на изучении ...
28. В качестве измерительных приборов в рефрактометрии используют ...
29. К рефрактометрическому анализу относится градуировочный график, представленный на рис...
30. Метод количественного определения веществ, основанный на поглощении электромагнитного излучения молекулами, называют...
31. Если  $A_x = 0,18$ , то концентрация ионов меди ( $\text{Cu}^{2+}$ ) в растворе, определенная методом градуировочного графика, равна ...
32. Рефрактометрию применяют для определения ... в пищевых продуктах
33. Используя расчётный метод, концентрацию анализируемого компонента в спектрофотометрии рассчитывают по формуле ...
34. Косвенные оптические методы анализа основаны на использовании зависимости интенсивности аналитического сигнала от ...
35. Явлению аномальной дисперсии соответствует график, представленный на рисунке...
36. Атомный эмиссионный анализ используют для определения ...

### **Тест №3 «Хроматографические методы анализа»**

1. Разделение веществ в гель-хроматографии основано на различии ...

2. Рассчитайте массовую долю каждого компонента в смеси, если площадь хроматографического пика ( $\text{мм}^2$ ) равна: для гексана – 25, гептана – 15, октана – 20.
3. Градуировочному графику в газовой хроматографии соответствуют рисунки ...
4. Разделение веществ в гель-хроматографии основано на различии ...
5. Площадь хроматографического пика ... концентрации анализируемого вещества в пробе.
6. Метод выделения веществ, основанный на их способности переходить из твёрдого состояния в газообразное при невысоких температурах, минуя стадию плавления, называют ...
7. Коэффициент  $R_f$  в тонкослойной хроматографии характеризует ...
8. Единицей измерения обменной ёмкости является ...
9. Отклик сигнала интегрального детектора пропорционален ...
10. В зависимости от способа размещения неподвижной фазы (геометрии слоя) различают ... хроматографию.
11. Для получения синтетических ионитов используют реакции ...
12. Катионит регенерируют ...
13. Для осуществления ионного обмена в составе катионитов присутствует функциональная группа ...
14. Высота хроматографического пика... концентрации анализируемого вещества.
15. Качественной характеристикой вещества в жидкостной хроматографии является ...
16. Подвижная фаза, содержащая разделённые компоненты, называется ...
17. Разделение веществ в газо-жидкостной хроматографии основано на ...
18. Тонкослойную хроматографию относят к ... хроматографии.
19. С помощью газовой хроматографии определяют...
20. Устройство в хроматографе для непрерывной регистрации компонентов, выходящих из колонки, называется ...

21. Для проявления пятна, образуемого  $\text{Cu}^{2+}$ , в бумажной хроматографии используют реактив ...
22. Рассчитайте массовую долю каждого компонента в смеси, если площадь хроматографического пика ( $\text{мм}^2$ ) равна: для ацетона – 10, метилэтилкетона – 20, диэтилкетона – 20.
23. Метод выделения веществ, основанный на их способности переходить из твёрдого состояния в газообразное при невысоких температурах, минуя стадию плавления, называют...
24. В жидкостно-адсорбционной хроматографии используют ... неподвижную фазу.
25. Неподвижной фазой при хроматографировании в тонком слое является...
26. Бумажную хроматографию относят к ... хроматографии.
27. Анионит – вещество, которое обменивается... с анализируемым раствором.
28. Физической адсорбцией называют...
29. Работа пламенно-ионизационного детектора основана на измерении ...
30. Для осуществления ионного обмена в составе анионитов присутствует функциональная группа...
31. Гидрофобные вещества ...
32. Гидрофильные вещества ...
33. Площадь хроматографического пика можно рассчитать по формуле ...
34. Слабоосновные аниониты более способны к обмену ионов в ... среде.
35. Метод разделения и концентрирования веществ, основанный на различном распределении компонентов смеси между двумя жидкими несмешивающимися фазами, называют...

## **II. Оценочные средства для текущей аттестации**

### **Критерии оценки реферата**

- 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно

- 85-76 - баллов - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы

- 75-61 балл - студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы

- 60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.