

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра химии

**Методические указания  
к самостоятельной работе  
и написанию реферата**

Дисциплина Б1.В.02.ДВ.02.01 Физико-химический анализ  
код и наименование дисциплины

Направление подготовки 04.04.01 Химия  
код и наименование направления подготовки / специальности

Направленность / специализация Физическая и коллоидная химия  
наименование направленности (профиля) / специализации образовательной программы

Квалификация  
выпускника Магистр  
указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО

Кафедра-разработчик  
Химия  
название кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск  
2019

Составитель – Деркач Светлана Ростиславовна доктор химических наук профессор

Методические указания к самостоятельной работе рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика

---

Химия  
название кафедры

24.06.2019 протокол № 12.

## ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### **Цель изучения дисциплины:**

подготовка магистров в соответствии с квалификационной характеристикой магистра и учебным планом направления подготовки 04.04.01 Химия профиль «Физическая и коллоидная химия».

### **Задачи дисциплины:**

сформировать у обучающихся необходимые знания о традиционных и новейших физико-химических методах, позволяющих успешно использовать их в профессиональной деятельности.

### **В результате изучения дисциплины магистр должен:**

#### ***Знать:***

- физико-химические основы методов (спектральные, хроматографические), их достоинства и недостатки;
- способы реализации метода и конкретные примеры;
- специфические особенности рассматриваемых методов (спектральные, хроматографические) и достигаемые в них метрологические показатели.

#### ***Уметь:***

- проводить сравнительный анализ различных методов

#### ***Владеть:***

- теоретическими основами различных физико-химических методов, в том числе методов, основанных на разделении веществ;
- навыками выбора областей и объектов анализа, для которых эти методы могут быть использованы

### **Содержание разделов дисциплины:**

Спектральные методы анализа, Фотометрия, ИК-спектроскопия, высокоэффективная жидкостная хроматография

### ***Реализуемые компетенции:***

ПК-1-н; ПК-3-н

### ***Формы промежуточной аттестации:***

Очная форма обучения: Курс 1, Семестр 1 – экзамен

## Планируемые результаты обучения

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции
1.	<b>ПК-1-н.</b> Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической	Компетенция реализуется частично в части «Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии» -	<b><i>Знать:</i></b> – теоретические основы физико-химических методов при решении профессиональных задач – основные принципы работы приборов, используемых для реализации физико-химических методов <b><i>Уметь:</i></b> – самостоятельно выбирать физико-химический метод для решения

	технологии или смежных с химией науках	аналитической химии	<p>конкретной аналитической задачи</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– налаживать, настраивать и осуществлять проверку аналитического оборудования</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования различных физико-химических методов;</li> <li>– навыками обработки результатов экспериментов</li> <li>– навыками практической работы и техникой безопасности в аналитической лаборатории</li> </ul> <p><b>ПК-1-н-1.</b> Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий</p> <p><b>ПК-1-н-2.</b> Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>
2.	<b>ПК-3-н.</b> Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	Компетенция реализуется частично в части «Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения в выбранной области химии» - аналитической химии, физической и коллоидной химии	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы решения проблем, связанных физико-химическим анализом анализируемой пробы</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– систематизировать информацию, полученную в ходе выполнения анализов, НИР</li> <li>– сопоставлять полученные результаты с литературными данными</li> <li>– проводить оценку достоверности полученных результатов</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками определения возможных направлений продолжения работ, связанных с физико-химическим анализом</li> <li>– навыками планирования экспериментальных работ</li> </ul> <p><b>ПК-3-н-1.</b> Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными</p> <p><b>ПК-3-н-2.</b> Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов</p>

## ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН Самостоятельная работа

Содержание тем дисциплины	Кол-во часов	
	Очная	Заочная
Основные понятия, терминология и классификация физико-химических методов анализа. Общетеоретические вопросы. Метрологические основы физико-химического анализа	10	

<p><b>Разделение и концентрирование в аналитической химии.</b>  Основные понятия: микрокомпонент, (микроэлемент, следы элементов) макрокомпонент (матрица), разделение, концентрирование, абсолютное концентрирование, относительное концентрирование, групповое концентрирование, индивидуальное концентрирование. Количественные характеристики разделения и концентрирования: степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения. Место и роль разделения и концентрирования в анализе: стадия пробоподготовки, прямые и гибридные методы.  Классификация методов разделения и концентрирования; методы, основанные на образовании новой фазы; методы, основанные на различном распределении вещества между различными фазами; мембранные методы; методы внутрифазового распределения.  Постановка задачи: требования к методике, сопоставление методов.</p>	10	
<p><b>Спектроскопические методы анализа.</b> Классификация спектральных методов. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Фотоколориметрия, фотоэлектроколориметры (ФЭК). Фотометрические реагенты. Фотометрическое титрование. Дифференциальный фотометрический анализ. Спектрофотометрия, спектрофотометры. Нефелометрический и турбидиметрический методы анализа.</p>	10	
<p><b>Хроматография</b>  Классификация по агрегатному состоянию и основные характеристики газовой (газожидкостная и газотвердофазная) и жидкостной (жидкостно-жидкостная, жидкостно-твердофазная и жидкостно-гелевая) хроматографии. Классификация по механизму взаимодействия (распределительная, адсорбционная, ионообменная, эксклюзивная, аффинная, осадительная, комплексообразовательная, экстракционная). Особенности экстракционной хроматографии, кривые элюирования, определение по ним степени селективности, коэффициента распределения; достоинства и недостатки.  <b>Обработка результатов анализа</b></p>	20	
<b>Итого:</b>	<b>50</b>	

**Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины «Физико-химический анализ», и видов занятий с учетом форм контроля**

Перечень компетенций	Виды занятий и оценочные средства				Формы текущего контроля
	ЛР	ПР	СР	реф	
ПК-1-н	+	-	+	+	Отчет по лабораторной работе Защита лабораторной работы Защита реферата
ПК-3-н	+	-	+	-	Отчет по лабораторной работе Защита лабораторной работы

**СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

*Основная литература*

№ п/п	Библиографическое описание (название литературного источника)	Наличие		
		Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Библиотека МГТУ (печатное издание)	Количество экземпляров печатного издания
1.	Аналитическая химия : учебник для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа / В. П. Васильев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва :	-	+	47

	Дрофа, 2003, 2002. - 384 с.			
2.	Аналитическая химия: сборник вопросов, упражнений и задач : учеб. пособие для вузов / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова; под ред. В. П. Васильева. - 3-е изд., стер. ; 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Дрофа, 2004, 2003. - 320 с.	-	+	194
3.	Аналитическая химия : учебник для вузов. В 3 т. Т. 2. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа / [И. Г. Зенкевич и др.] ; под ред. Л. Н. Москвина. - Москва : Академия, 2008. - 299, [1] с.	-	+	3

#### Дополнительная литература

№ п\п	Библиографическое описание (название литературного источника)	Наличие		
		Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Библиотека МГТУ (печатное издание)	Количество экземпляров печатного издания
1.	Хроматографические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. В. Пашкова, Е. В. Волосова, А. Н. Шипуля [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2017. — 59 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/76128.html">http://www.iprbookshop.ru/76128.html</a>	+	-	-

#### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Материалы, находящиеся в свободном доступе на следующих сайтах:

- <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html>
- <http://chemport.ru/>
- <http://www.anchem.ru>
- <http://moya-shkola.info/>
- <http://knigozilla.ru/9266-analiticheskaja-khimija..html>
- <http://www.nofollow.ru/detail106408.htm>
- <http://www.wssanalytchem.org/default.aspx>
- <http://anchem.ru/>
- <http://chemexpress.fatal.ru>

#### СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Порядок и методические указания по изучению темы:

##### При изучении темы необходимо:

- Изучить материалы учебников (учебных пособий)
- Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.
- Решить задачи для самоконтроля

Перед решением задач необходимо внимательно изучить теоретический материал, проработать конспект лекции, разобрать примеры решения задач. Решение задач рекомендуется начинать с наиболее простых. Затем переходить к решению более сложных вариативных задач. При решении задач рекомендуется записать краткое условие задачи,

уравнения реакций, исходные формулы для расчёта. Не рекомендуется использовать готовые конечные формулы, которые выводятся в примерах решения задач. С исходных формул необходимо вывести расчётные, а затем подставить в них численные значения. Таким образом, запись в тетради должна содержать формулы и все вычисления с указанием единиц измерения. Рекомендуется при записи величин чётко указывать к каким веществам, растворам, смесям и т. п. они относятся. При вычислениях необходимо обращать внимание на их точность (использование нужного числа значащих цифр) и соблюдение правил округления.

### **Тема: метрологические основы физико-химического анализа**

#### ***Вопросы для самоконтроля:***

1. Какими причинами вызываются систематические и случайные ошибки анализа, грубые ошибки?
2. Как вычислить наиболее вероятную величину  $\bar{x}$ , если при  $n$  измерениях получены значения  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ?
3. Чем характеризуется случайная ошибка анализа?
4. Как вычислить стандартное отклонение отдельного измерения? Что характеризует эта величина?
5. Какие величины используются для оценки точности результата?
6. Что характеризует коэффициент Стьюдента  $t$ ? От каких факторов зависит величина  $t$ –коэффициента?
7. Какие методы обнаружения грубых ошибок (промахов) используют в математической статистике?
8. Чему равен доверительный интервал и что он характеризует?
9. Как используется доверительный интервал для обнаружения систематической ошибки метода?
10. Что значит измерить физическую величину?
11. Раскройте содержание понятий размер физической величины и значение физической величины.
12. Чем различаются отсчёт и результат измерения?
13. В чём ценность относительной погрешности по сравнению с абсолютной?
14. Как сравнить точности измерения двух разнородных величин?
15. По каким формулам вычисляют среднеквадратичную погрешность единичного измерения и среднеквадратичную погрешность среднего арифметического?
16. Опишите порядок действий при вычислении случайной погрешности по результатам многократных наблюдений.
17. Что такое доверительная вероятность? доверительный интервал?
18. Зачем нужны измерения с многократными наблюдениями? В каких случаях может иметь место однократное измерение?
19. Как определяют погрешность измерительного прибора по классу точности?
20. Для чего нужно знать погрешности измерения?
21. Когда относительные погрешности непосредственно измеряемых величин примерно одинаковы, по виду расчётной формулы величины, измеряемой косвенно, можно оценить, какое из прямых измерений вносит наибольший вклад в погрешность косвенного измерения. Какими соображениями вы будете при этом руководствоваться?
22. Как вычисляется погрешность косвенного измерения: а) при однократных измерениях; б) при многократных воспроизводимых измерениях непосредственно наблюдаемых величин.

23. Какова предельная погрешность величины, приближённое значение которой взято из справочной таблицы?
24. Что такое значащие цифры? Каковы правила записи результатов арифметических действий с двумя приближёнными числами с учётом количества значащих цифр?
25. В каком виде следует записать значение массы  $m = 7485$  г после округления до трёх значащих цифр?
26. Как оценить относительную погрешность результата измерения, округлённого в соответствии с числом значащих цифр?
27. Сколько значащих цифр следует оставлять в значении погрешности и как соответственно округлять среднее значение измеренной величины при записи доверительного интервала?

### **Тема: разделение и концентрирование**

#### ***Вопросы для самоконтроля:***

1. Значение малых концентраций элементов в современных областях естествознания. Важнейшие объекты анализа на микрокомпоненты.
2. Понятие «следы вещества (элемента)». Способы выражения чистоты вещества.
3. Абсолютное и относительное, групповое и избирательное концентрирование. Понятие о методах концентрирования и разделения. Терминология и количественные характеристики процесса экстракции.
4. Методы исследования механизма экстракции. Анионообменная экстракция. Катионообменная экстракция. Бинарная экстракция.
5. Требования к экстрагенту и к экстрагируемому соединению.
6. Экстракция. Общая характеристика метода. Классификация экстракции по технике проведения эксперимента.
7. Экстракция простых соединений с ковалентной связью.
8. Экстракция внутрикомплексных соединений и хелатов.
9. Экстракция минеральных кислот и комплексных соединений.
10. Экстракция комплексных металлосодержащих кислот.
11. Экстракция гетерополисоединений
12. Какие растворители используют для экстракции координационно-насыщенных и координационно-ненасыщенных внутрикомплексных соединений?
13. Какие из перечисленных органических растворителей (бензол, хлороформ, диэтиловый эфир, метилизобутилкетон) следует использовать для экстракции комплексных кислот типа  $H_nMX_{m+n}$ ?
14. Перечислите факторы, от которых зависит коэффициент распределения.
15. Какие из перечисленных параметров (концентрация, рН раствора, маскирующие вещества, температура) влияют на значение коэффициента распределения?
16. При каких значениях коэффициентов разделения и коэффициентов распределения достигается количественное разделение веществ?
17. Может ли быть достигнуто количественное разделение веществ А и В, если их коэффициенты распределения равны  $D_A=10^3$  и  $D_B=10^{-1}$ ?
18. Какие условия необходимо создать для перехода вещества из водной фазы в органическую?
19. Укажите различия между константой и коэффициентом распределения.
20. Для какого типа частиц константа и коэффициент распределения обычно равны?
21. От каких факторов зависит степень извлечения вещества?



22. Для какого типа равновесия применима константа экстракции?
23. Какие экстрагенты используют для экстракции хлоридных комплексов скандия и циркония?
24. Назовите условия, преимущества и недостатки экстракционно–фотометрического метода определения железа с сульфосалициловой кислотой?

### **Задачи для самоконтроля**

1. К 100 мл раствора, содержащего  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л  $\text{Cu}^{2+}$ , добавили 10 мл раствора карбоновой кислоты в бензоле, и довели рН до 4, при котором коэффициент распределения меди равен 500. Найти степень извлечения, степень концентрирования и концентрацию меди в органической фазе. Ответ:  $R = 98 \%$ ; 9,8 раз;  $C(\text{Cu}^{2+})_{\text{о.ф.}} = 9,8 \cdot 10^{-3}$  моль/л.
2. К 100 мл раствора, содержащего  $1 \cdot 10^{-4}$  моль/л  $\text{Ni}^{2+}$ , добавили 10 мл раствора 8–оксихинолина в  $\text{CCl}_4$ , и довели рН до 6, при котором коэффициент распределения никеля равен 1200. Найти степень извлечения, степень концентрирования никеля в органической фазе и остаточную концентрацию его в водной фазе. Ответ:  $R = 99,2 \%$ ; 9,92 раза;  $C(\text{Ni}^{2+})_{\text{в.ф.}} = 8,3 \cdot 10^{-7}$  моль/л.
3. К 100 мл раствора, содержащего 1 мг/л  $\text{Nd}^{3+}$ , добавили 5 мл раствора ди-2–этилгексилфосфорной кислоты в изооктане. После экстракции в водной фазе осталось 0,02 мг/л  $\text{Nd}^{3+}$ . Найти коэффициент распределения, степень извлечения и концентрацию неодима в органической фазе. Ответ:  $D = 980$ ;  $R = 98 \%$ ;  $C(\text{Nd}^{2+})_{\text{о.ф.}} = 19,6$  мг/л.
4. Какой объём органической фазы (экстрагента, содержащего каприловую кислоту) необходимо взять для того, чтобы на 99,9 % извлечь кобальт из  $1 \text{ м}^3$  его водно-аммиачного раствора, содержащего 1 г/л  $\text{Co}^{2+}$ ? Какова будет его концентрация в органической фазе?  $D_{\text{Co}}$  в этих условиях равен 4000. Ответ:  $C(\text{Co}^{2+})_{\text{о.ф.}} = 3,99$  г/л;  $V(\text{o}) = 0,25 \text{ м}^3$ .
5. Каким должен быть минимальный коэффициент распределения, обеспечивающий извлечение 95 % растворенного вещества из 100,0 мл водного раствора экстракцией: 1) двумя порциями по 25,00 мл; 2) пятью порциями по 10,0 мл? Ответ: 1) 21,88; 2) 8,2.
6. Хлорид никеля из водного раствора объёмом 100 мл экстрагируют в виде диметилглиоксимата 10 мл хлороформа и разбавляют хлороформом до 25 мл. Из полученного раствора аликвотные части объёмом 5 мл фотометрируют методом добавок. Рассчитать неизвестное содержание никеля в растворе с учётом его неполного извлечения, если известно, что оптические плотности хлороформных экстрактов с добавкой 20 мкг никеля и без нее равны соответственно 0,45 и 0,20. Коэффициент распределения диметилглиоксимата никеля в системе хлороформ – вода равен 410. Ответ: 82,1 мкг.
7. Рассчитайте коэффициент распределения и степень извлечения иона никеля в форме диметилглиоксимата никеля между водой и хлороформом, если его исходная концентрация в водной фазе равна 82,0 мкг/мл, а концентрация после экстракции - 0,2 мкг/мл. Отношение объёмов органической и водной фаз равно 1:1. Ответ:  $D = 409$ ,  $R = 99,8 \%$ .

8. Коэффициент распределения фенола в системе вода - октиловый спирт равен 31. Объем водной фазы, из которой экстрагируют фенол, равен 100,0 мл. Рассчитайте и сравните степень извлечения фенола при: а) однократной экстракции 5,0 мл октилового спирта; б) однократной экстракции 25,0 мл октилового спирта; в) 5 - кратной экстракции порциями октилового спирта по 5,0 мл. Ответ: а)  $R = 60,8 \%$ ; б)  $R = 88,6 \%$ ; в)  $R = 99,1 \%$ .
9. Коэффициент распределения вещества А в системе  $\text{CHCl}_3 - \text{H}_2\text{O}$  равен 10. За сколько последовательных экстракций вещество А из 25,0 мл водной фазы можно перевести в слой  $\text{CHCl}_3$  на 99,8 %, если объем  $\text{CHCl}_3$  равен 2,0 мл. Ответ:  $n = 4$ .
10. Какой должен быть минимальный коэффициент распределения вещества, обеспечивающий 99,0 % его извлечения из 50,0 мл водного раствора двумя порциями органического растворителя по 25,0 мл? Ответ:  $D = 18$ .
11. Известно, что коэффициент распределения салициловой кислоты между равными объемами воды и хлороформа при  $\text{pH} 3,00$  равен 1,3. Рассчитайте константу аспределения салициловой кислоты, если  $K_{a,\text{HA}} = 1,5 \cdot 10^{-3}$ . Ответ:  $KD = 3,25$ .
12. Известно, что константа распределения кислоты НА между равными объемами воды и органического растворителя равна 100. Рассчитайте  $\text{pH}$ , при котором кислота экстрагируется на 50 %,  $K_{a,\text{HA}} = 1,0 \cdot 10^{-5}$ . Ответ:  $\text{pH} = 7,00$ .
13. Рассчитайте степень извлечения (%) 8-оксихинолина (НОх) хлороформом при  $\text{pH} 11,00$ , если константа распределения НОх равна 360, константа диссоциации ( $K_{a,\text{HA}}$ ) =  $1,4 \cdot 10^{-10}$ , а объемы водной и органической фаз равны. Ответ:  $R = 96,6 \%$ .
14. Встряхивают 10,0 мл  $1,0 \cdot 10^{-2}$  М раствора 1-нитрозо-2-нафтола (НЛ) в  $\text{CHCl}_3$  с 20,0 мл 0,1 М водного раствора КС1. Известно, что  $\text{PKa}_{\text{НЛ}} = 7,63$ ; растворимость НЛ в воде  $S(\text{в}) = 1,06 \cdot 10^{-3}$  моль/л, а в  $\text{CHCl}_3 - S(\text{о}) = 1,35$  моль/л. Рассчитайте концентрацию НЛ в обеих фазах при  $\text{pH} 8,33$ . Ответ:  $c(\text{о}) = 9,9 \cdot 10^{-3}$  моль/л,  $c(\text{в}) = 4,7 \cdot 10^{-5}$  моль/л.
15. Рассчитайте коэффициент разделения меди и магния при экстракции их раствором 8-оксихинолина в хлороформе, если исходные концентрации металлов и объемы фаз равны, а степени извлечения составляют 97,0 и 23,0 % соответственно. Ответ:  $\alpha = 10^8$ .
16. Ионы  $\text{Zn}(\text{II})$  и  $\text{Pb}(\text{II})$  экстрагируются 0,10 М раствором 8-оксихинолина (НОх) в хлороформе в виде хелатов  $\text{Me}(\text{Ox})_2$ . Константа экстракции  $\text{Zn}(\text{Ox})_2$  равна  $2,5 \cdot 10^{-5}$ , а  $\text{Pb}(\text{Ox})_2 - 1,0 \cdot 10^{-8}$ . Рассчитайте коэффициент разделения металлов при  $\text{pH} 4,00$  при условии, что объемы фаз равны, ( $c_{\text{Zn}} = c_{\text{Pb}} = 1,0 \cdot 10^{-4}$  моль/л). Ответ:  $\alpha = 2,5 \cdot 10^3$ .
17. В форме хелата  $\text{ML}_2$  ионы металла экстрагируют из водной фазы объемом 50,0 мл ( $\text{CMe} = 1,0 \cdot 10^{-4}$  моль/л;  $\text{pH} = 7,00$ ). Объем растворителя 10,0 мл, концентрация органического реагента НЛ в растворителе  $\text{CHL} = 1,0 \cdot 10^{-2}$  моль/л. Рассчитайте  $K_{\text{ex}}$ , если степень извлечения металла составляет 40,0 %. Ответ:  $K_{\text{ex}} = 3,3 \cdot 10^{-10}$ .
18. В виде комплекса с диметилглиоксимом  $\text{Ni}(\text{HL})_2$  ионы  $\text{Ni}(\text{II})$  экстрагируют  $\text{CHCl}_3$  из раствора, содержащего  $3,0 \cdot 10^{-4}$  М никеля и  $3,0 \cdot 10^{-3}$  М диметилглиоксима, при  $\text{pH} 7,85$  ( $V(\text{в}) = V(\text{о})$ ). Рассчитайте константу экстракции  $\text{Ni}(\text{HL})_2$ , если после достижения равновесия в водной фазе концентрация никеля равна  $3,7 \cdot 10^{-5}$  М. Ответ:  $K_{\text{ex}} = 2,3 \cdot 10^{-10}$ .

19. Ионы кобальта ( $C_0 = 1,0 \cdot 10^{-5}$  моль/л) экстрагируются из водной фазы равным объемом 0,10 М хелатообразующего реагента HL в хлороформе в виде комплекса  $CoL_2$ . Константа экстракции хелата  $CoL_2$  равна  $1,0 \cdot 10^{15}$ . Рассчитайте pH, при котором ионы кобальта будут экстрагироваться на 50,0 %. Ответ: pH = 8,50.
20. Можно ли добиться 99 %-ного извлечения растворенного вещества с константой распределения 20 в результате: а) однократной обработки 100,0 мл водного раствора этого вещества 25,0 мл бензола; б) трехкратной такой же обработки? Ответ: а) нет;  $R_1=83$  %; б) да;  $R_3=99,5$  %.
21. Раствор 2-нитрозо-1-нафтола (HL) в  $CHCl_3$  неизвестной концентрации встряхнули с равным объемом боратного буферного раствора с pH 8. Концентрация HL в водной фазе после достижения равновесия составила  $5,67 \cdot 10^{-4}$  М. Растворимость HL в воде  $S=8,4 \cdot 10^{-4}$  моль/л, а в  $CHCl_3$   $S=9,6 \cdot 10^{-2}$  моль/л. Рассчитайте исходную концентрацию HL в  $CHCl_3$ , если  $pK_{a, HL} = 7,24$ . Ответ:  $9,59 \cdot 10^{-3}$  моль/л.
22. Каким объемом керосина надо обработать 1 м<sup>3</sup> воды из нефтяной скважины, содержащей 20 мг/л йода, чтобы содержание его в сточной воде после экстракции соответствовало требованиям ПДК ( $I_2$ ) = 0,01 мг/л? Коэффициент распределения йода в данной системе 2500. Ответ:  $R = 99,95$  %;  $V(o) = 0,79$  м<sup>3</sup>.
23. Изучено распределение кислоты HA между равными объемами воды и нитробензола. Константа распределения кислоты равна  $1 \cdot 10^3$ , а коэффициент распределения кислоты при pH 6 -  $1 \cdot 10^2$ . Рассчитайте константу диссоциации кислоты ( $K_{a, HA}$ ). Ответ:  $K_{a, HA} = 9 \cdot 10^{-6}$ .
24. Какой общий объем растворителя ( $CHCl_3$ ) необходим для понижения концентрации вещества X от 0,05 М до  $1 \cdot 10^{-4}$  М, если 25 мл его 0,05 М раствора проэкстрагировали порциями растворителя по 10 мл. Коэффициент распределения вещества X в системе вода – хлороформ равен 50. Ответ:  $n = 2$ ;  $V(o) = 20$  мл.

### **Тема: Спектроскопические методы анализа**

#### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Назовите основные виды спектроскопии.
2. Какие явления лежат в основе спектроскопических методов анализа?
3. Укажите названия оптических методов анализа.
4. По каким признакам можно классифицировать методы спектроскопии?
5. Какие виды спектроскопии классифицируют по типу оптических явлений?
6. Какие виды спектроскопии классифицируют в соответствии с диапазонами энергий электромагнитного излучения?
7. Какие виды спектроскопии классифицируют по типу изучаемых объектов?
8. Дать определение понятиям: спектр испускания, спектр поглощения.
9. Что означает понятие «спектральная линия»?
10. Какие линии называются «резонансными»?
11. Укажите основные узлы приборов абсорбционной спектроскопии. В чем заключается принцип их работы?
12. Дайте характеристику методу молекулярной абсорбции.
13. Что такое спектр поглощения?

14. Укажите, какие виды спектров возможны в молекулярно–абсорбционной спектроскопии.
15. Сформулируйте основной закон светопоглощения (закон Бугера–Ламберта–Бера).
16. Что такое молярный коэффициент поглощения?
17. Условия применения закона светопоглощения.
18. Перечислите известные методы молекулярно–абсорбционной спектроскопии.
19. В чем сущность определения неизвестной концентрации в фотометрических методах анализа? Приведите примеры.
20. Что такое светофильтр? Опишите принцип его выбора.
21. Перечислите типы светофильтров.
22. Перечислите типичные источники излучения в спектрофотометрии.
23. Перечислите виды молекулярных спектров поглощения и охарактеризуйте каждый из них.
24. Перечислите основные причины погрешностей в молекулярной спектрофотометрии.

### **Тема: Хроматография**

#### ***Вопросы для самоконтроля***

1. В чем сущность хроматографического процесса?
2. Каково назначение подвижной и неподвижной фаз?
3. Как классифицируют методы хроматографии по агрегатному состоянию фаз и по способу хроматографирования??
4. Как классифицируют методы хроматографии по технике проведения эксперимента и цели ?
5. Каковы области применения, достоинства и недостатки тонкослойной хроматографии?
6. Какие требования предъявляются к жидкой фазе в газожидкостной хроматографии? Какие вещества используют в качестве жидкой фазы? В качестве твердого носителя? Назовите три способа детектирования в газовой хроматографии.
7. Какова роль основных узлов в газовом хроматографе? Какова роль подвижной фазы в жидкостной хроматографии?
8. Почему в жидкостной хроматографии предпочитают подвижные фазы с низкой вязкостью?

### **Тема: Обработка результатов анализа**

#### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Смысл понятия «точность химического анализа»?
2. Что характеризует правильность химического анализа?
3. О чем свидетельствует близость результатов параллельных определений компонента?
4. Чем отличаются понятия «сходимость» и «воспроизводимость»?
5. Как проверить правильность результатов химического анализа?
6. Как повысить точность метода или методики?
7. Что называется погрешностью химического анализа?
8. Перечислите основные признаки систематических погрешностей?

9. Какими причинами вызываются систематические и случайные ошибки анализа, грубые ошибки?
10. Что такое «контрольный опыт»?
11. Приведите примеры систематических погрешностей, которые можно вычислить а priori?
12. Дайте определение генеральной и выборочной совокупности данных.
13. Какому виду распределения обычно подчиняются данные химического анализа?
14. Назовите постоянные параметры нормального распределения случайной величины.
15. Как вычислить стандартное отклонение среднего результата?
16. Как сравнить по воспроизводимости две выборочные совокупности результатов химического анализа?
17. Как доказать, что результаты двух выборочных совокупностей принадлежат одной и той же генеральной совокупности данных химического анализа?
18. Что характеризует коэффициент Стьюдента  $t_{\alpha, n}$ ? От каких факторов зависит величина  $t$  - коэффициента?
19. Как рассчитывается доверительный интервал и что он характеризует?
20. Как используется доверительный интервал для обнаружения систематической ошибки метода?
21. Какие методы обнаружения грубых ошибок (промахов) используются в математической статистике?
22. Что такое  $Q$  – критерий и от каких факторов он зависит?
23. Чем характеризуется случайная погрешность анализа?
24. Изложите суть метода наименьших квадратов.
25. Дайте определение понятия «аналитический сигнал».
26. Чем определяется интервал определяемых концентраций или количеств?
27. Дайте определение понятия «предел обнаружения».
28. Чем определяются верхняя и нижняя границы определяемых концентраций или количеств?

### **Задачи для самоконтроля**

1. Имеется ли промах в результатах, полученных хроматографическим методом при определении антипирина в крови, мкг/г плазмы: 0,01; 0,06; 0,03; 0,04; 0,02; 0,05?  
Ответ: не имеется.
2. Содержание фосфора в чугуне по данным атомно-эмиссионного анализа составляет, %: 0,26; 0,24; 0,21; 0,23; 0,27; 0,30. Является ли величина 0,30 % промахом? Ответ: не является.
3. Из данных, приведенных ниже для разных выборочных совокупностей, рассчитайте среднее и его доверительный интервал (при  $P = 0,95$ ). Оцените воспроизводимость определения.
  - а) При определении свинца в пищевых продуктах атомно-абсорбционным методом получены следующие результаты, мг/кг: 5,5; 5,4; 5,7; 5,6; 5,4. Ответ:  $5,5 \pm 0,1$ ;  $S_r = 0,02$ .
  - б) При определении марганца в природной воде радиоактивационным методом получены следующие результаты, нг/мл: 0,35; 0,75; 0,65; 0,45; 0,55; 0,30; 0,80. Ответ:  $0,5 \pm 0,2$ ;  $S_r = 0,35$ .

- в) Данные определения хрома в сточных водах красильного производства экстракционно-фотометрическим методом, мкг/мл: 0,25; 0,36; 0,29; 0,33. Ответ:  $0,31 \pm 0,08$ ;  $S_r = 0,16$ .
- г) При определении вольфрама в почвах ферментативным методом получены следующие результаты, мкг/г вытяжки: 0,021; 0,042; 0,028; 0,053; 0,018. Ответ:  $0,03 \pm 0,02$ ;  $S_r = 0,47$ .
4. Можно ли утверждать на основании результатов анализа стандартных образцов, что методика имеет погрешность?
- а) При анализе стандартного образца стали, содержащего по паспорту 0,27 % никеля, получены следующие данные, %: 0,26; 0,27; 0,30; 0,26; 0,40; 0,28 0,29. Ответ: не имеет.
- б) При анализе сплава титриметрическим методом получены следующие содержания меди, %: 8,29; 8,32; 8,36; 8,30. Содержание меди по паспорту равно 8,30 %. Ответ: не имеет.
- в) Содержание фосфора в стандартном образце чугуна по данным атомно-эмиссионного анализа составляет, %: 0,26; 0,16; 0,21; 0,26; 0,40. Содержание фосфора по паспорту образца равно 0,39 %. Ответ: не имеет.
- г) Содержание бромид-ионов в стандартном образце минеральной воды составляет по паспорту 0,019 г/л, а по данным потенциометрического анализа – 0,008; 0,01; 0,019; 0,007; 0,016; 0,007 г/л. Ответ: не имеет.
- д) Содержание СаО в стандартном образце карбонатной горной породы по данным рентгенофлуоресцентного анализа составляет 20,3; 24,5; 18,8; 36,7; 22,4; 19,6 %, а по паспорту – 23,5 %. Ответ: не имеет.
5. В двух лабораториях при определении кремния в биологическом материале дифференциально-спектрофотометрическим методом получили следующие результаты, %:
- I – 0,84; 0,95; 0,91; 0,91
- II – 0,90; 0,82; 0,96; 0,91; 0,81
- Существует ли значимое расхождение между результатами двух лабораторий? Если нет, объедините данные в одну выборку, рассчитайте среднее и доверительный интервал ( $P = 0,95$ ). Если да, проведите расчеты для каждой лаборатории в отдельности. Ответ: нет;  $0,89 \pm 0,04$ .
6. В рудном концентрате два лаборанта определяли содержание свинца и получили следующие результаты, %:
- I – 1,15; 1,32; 1,17; 1,28; 1,14; 1,09
- II – 1,08; 1,01; 1,10; 1,02
- Можно ли объединить эти результаты для расчета содержания свинца в концентрате? Если да, рассчитайте его по данным двух серий. Если нет, рассчитайте для каждой серии в отдельности. Укажите доверительные интервалы. Ответ: нет; средние величины различаются значимо; по данным 1-го лаборанта –  $1,19 \pm 0,09$ ; по данным 2-го лаборанта –  $1,05 \pm 0,07$ .
7. При определении содержания марганца в почве получили следующие результаты, %: 0,053; 0,059; 0,073; 0,120; 0,069; 0,043; 0,038; 0,063; 0,100; 0,048. Вычислить

стандартное отклонение и доверительный интервал среднего значения (для  $P = 0,95$ ).  
Ответ:  $S = 0,026$ ;  $\Delta X = 0,018$ .

8. Правильность новой методики определения циркония в сплавах проверяли с помощью межлабораторных испытаний. При анализе одного и того же стандартного образца с содержанием циркония 0,158 % получены следующие результаты, %:  
I – 0,150; 0,157; 0,169; 0,154  
II – 0,174; 0,180; 0,160; 0,156; 0,190  
а) Существует ли значимое расхождение между результатами двух лабораторий? б) Можно ли утверждать, что методика содержит систематическую погрешность? Ответ: а) нет; б) нет.
9. В образце сплава определили медь атомно-эмиссионным (I) и титриметрическим (II) методами. Получены следующие результаты, %:  
I – 12,1; 14,1; 13,6; 14,8  
II – 13,40; 13,75; 13,65; 13,58  
Можно ли для расчета содержания меди объединить эти данные в одну выборку?  
Ответ: нет; серии данных различаются по воспроизводимости.
10. В образце сплава определили медь гравиметрическим (I) и титриметрическим (II) методами. Получены следующие результаты, %:  
I – 13,21; 13,11; 13,17; 13,28  
II – 13,40; 13,75; 13,65; 13,58  
Можно ли для расчета содержания меди объединить эти данные в одну выборку?  
Ответ: нет; средние величины различаются значимо.
11. Для проверки правильности методики полярографического определения кадмия применили способ «введено-найдено»: Введено, мкг Cd Найдено, мкг  
20,0 21,2; 24,5; 18,4; 21,4  
40,0 44,4; 38,4; 39,6; 42,5  
Можно ли утверждать, что методика содержит систематическую погрешность? Ответ: нельзя.
12. В образце сплава определили содержание цинка гравиметрическим (I) и атомно-эмиссионным (II) методами. Получены следующие результаты, %:  
I – 15,25; 15,33; 15,16; 15,24  
II – 15,9; 15,7; 16,6; 16,6; 14,8; 15,9  
Можно ли утверждать, что различаются: а) воспроизводимости методик; б) результаты определения цинка? Ответ: а) да; б) нет.
13. При определении 1,1 – диметилгидразина сорбционно-фотометрическим (I) и хроматомасс-спектрометрическим (II) методами в пробе промышленных стоков получены следующие данные, мг/л:  
I – 0,72; 0,88; 0,78; 0,94; 0,78  
II – 0,86; 0,64; 0,77; 0,71; 0,60; 0,62  
Существует ли значимое расхождение между результатами анализов? Ответ: нет.
14. Установить число параллельных проб, необходимое для определения олова в баббите с точностью 3 %, если известно, что при анализе двух проб получено содержание олова 9,87 и 10,01 %. Ответ: 3 пробы.

15. Содержание молибдена в почве по результатам трех параллельных определений составляет, %:  $6,8 \cdot 10^{-4}$ ;  $7,0 \cdot 10^{-4}$ ;  $7,2 \cdot 10^{-4}$ . Какова точность метода и оправдано ли применение этого способа анализа для достижения относительной ошибки 3 %?  
 Ответ: 7,10 %; да при  $n = 6$ .
16. При анализе марганца в стали получили 48,35 и 48,00 %. Установить количество параллельных проб, необходимое для определения марганца с точностью  $\pm 1$  %.  
 Ответ: 4 пробы.
17. При анализе цинка в почве получено Zn, %:  $8,5 \cdot 10^{-3}$ ;  $10,4 \cdot 10^{-3}$ ;  $7,9 \cdot 10^{-3}$ . Установить число параллельных проб, необходимое для определения цинка с относительной ошибкой  $\pm 10$  %. Ответ: 11 проб.
18. Для полярографического определения кобальта построена следующая градуировочная зависимость:  
 $x$  (Co), мкг/мл 0,1 0,2 0,3 0,5 0,8 1,0  
 $y$ , мм (высота волны) 14 22 37 51 77 110  
 а) Рассчитайте параметры градуировочной зависимости  $Y = a + bx$ , укажите доверительные интервалы.  
 б) При анализе образца получено три параллельных значения высоты волны (H), равных 58, 55 и 59 мм. Рассчитайте содержание кобальта, укажите доверительный интервал. Ответ: а)  $a = 6 \pm 10$ ;  $b = 101 \pm 18$ ; б)  $0,5 \pm 0,1$  мкг/мл.
19. Для определения цинка в растительном сырье методом инверсионной вольтамперометрии построена градуировочная зависимость:  
 $x$  (Zn), мг/кг 1,3 2,8 3,9 5,5 6,9  
 $y$ , мм (высота пика) 32 56 87 134 161  
 Рассчитайте содержание цинка в образце по результатам двух параллельных определений и укажите доверительный интервал:  
 а)  $y = 39$  и  $36$  мм; б)  $y = 90$  и  $95$  мм; в)  $y = 144$  и  $152$  мм.  
 Ответ: а)  $1,7 \pm 0,7$  мг/кг; б)  $4,0 \pm 0,6$  мг/кг; в)  $6,3 \pm 0,7$  мг/кг.
20. Для пламенно-фотометрического определения калия построена следующая градуировочная зависимость с использованием чистых водных растворов KCl:  
 $x$  (K), мкг/мл 1,0 2,0 3,0 5,0 7,0 12,0  
 $y$ , усл. ед. (сигнал детектора) 18 26 36 59 81 137  
 При анализе стандартного образца природной воды, содержащего, согласно паспорту, 4,3 мкг/мл калия и 520 мкг/мл натрия, получено значение  $y=58$  у.е. Можно ли утверждать, что при указанном соотношении концентраций натрий мешает определению калия? Ответ: да.
21. Рассчитайте коэффициент чувствительности и предел обнаружения при определении фенола спектрофотометрическим методом, если получены следующие данные для построения градуировочного графика:  
 $x$  (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH), мкг/мл 0,0 1,0 2,0 4,0 8,0  
 $y$ , А (оптич. плот.) 0,050 0,148 0,241 0,452 0,820  
 Среднее значение оптической плотности при  $c$  (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH) = 0 получено из следующих единичных значений: 0,055; 0,047; 0,053; 0,045; 0,048; 0,050; 0,052. Ответ:  $S = 0,097$  (мкг/мл)<sup>-1</sup>;  $\min C = 0,1$  мкг/мл.



22. При определении хрома в природных водах кинетическим методом было проведено по 5 параллельных определений для каждой пробы. Получены следующие содержания и рассчитаны их стандартные отклонения:  
x (Cr), мкг/мл 0,025 0,038 0,042 0,066 0,080 0,115  
y, (S), мкг/мл 0,010 0,013 0,010 0,015 0,026 0,021  
Оцените из этих данных нижнюю границу определяемых содержаний при применении данного метода. Ответ:  $H C = 0,04$  мкг/мл.

## НАПИСАНИЕ РЕФЕРАТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### *Возможная тематика реферата*

1. Открытия, определившие развития физико-химических методов. Исторические аспекты.
2. Оптическая микроскопия
3. Газожидкостная хроматография
4. Методы подготовки образцов для физико-химического анализа
5. Методы концентрирования растворов
6. Физико-химические методы исследования в мониторинге окружающей среды.
7. Методы изучения живых клеток (растений, животных, микроорганизмов).
8. Изучение тонкой структуры макромолекул: прошлое, настоящее и будущее.
9. Современные микроскопы: новые возможности.
10. Использование двумерного гель-электрофореза для разделения белков.
11. Физико-химические методы и фундаментальные открытия в области молекулярной биологии: взаимное развитие и творческая мысль.
12. Изучение структуры макромолекул: история развития методических подходов.
13. Методы определения молекулярных масс биомолекул: сравнительные аспекты.
14. Квантовые механизмы возникновения молекулярных спектров поглощения и испускания.

### *Подготовка реферата и доклада по нему с компьютерной презентацией.*

Работу над рефератом можно условно подразделить на три этапа:

1. Подготовительный этап, включающий изучение предмета исследования, выполнение эксперимента (если необходимо).

Подготовительный этап работы включает в себя:

- 1.1. Выбор (формулировку) темы.
- 1.2. Поиск источников.
- 1.3. Работа с источниками. Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание на предметные и именные указатели. Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2)

основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

1.4. Создание конспектов для написания реферата. Подготовительный этап работы с литературой завершается созданием конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы).

1.5. Выполнение эксперимента (если необходимо).

2. Изложение результатов изучения в виде связного текста.

Создание текста реферата (20-30 стр.). Текст реферата должен подчиняться определенным требованиям: он должен раскрывать тему, обладать связностью и цельностью. Раскрытие темы предполагает, что в тексте излагается относящийся к теме материал и предлагаются пути решения содержащейся в теме проблемы; связность текста предполагает смысловую соотносительность отдельных компонентов, а цельность - смысловую законченность текста.

Изложение материала в тексте должно подчиняться определенному плану – мыслительной схеме, позволяющей контролировать порядок расположения частей текста. Универсальный план научного текста, помимо формулировки темы, предполагает изложение вводного материала, основного текста и заключения.

3. Доклад (устное сообщение) по теме реферата, проиллюстрированное презентацией.

Полученные результаты представляются в виде доклада (5-7 страниц) с презентацией, в котором должно быть отражено содержание проделанной работы. По результатам делается устное сообщение на 5-7 мин.

При оценке реферата учитываются:

1. Знания и умения на уровне требований программы прикладной химии: знание фактического материала, усвоение общих представлений, понятий.
2. Умение ориентироваться в профессиональных источниках информации и работать с ними.
3. Культура письменного изложения материала.
4. Умение оформлять результаты работы.
5. Умение чётко и логично доложить основные результаты работы.
6. Качество и информативность иллюстрационного материала.
7. Умение грамотно, чётко отвечать на вопросы и вести аргументированную дискуссию.
8. Умение работать в группе.

**Технологическая карта дисциплины**  
**Дисциплина: «Физико-химический анализ»**

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (неделя сдачи)
		min	max	
<b>Текущий контроль</b>				
	<b>Посещение лекций (5 лекций)</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	
	Нет посещений – 0 баллов, (2 лекций) 40 % - 3 балла; (4 лекции) 80 % - 6 баллов; (5 лекций) 100 % - 12 баллов			
1.	<b>Выполнение лабораторных работ (4 работы)</b>	26	29	По расписанию
	Выполнение одной ЛР в срок (по расписанию занятий) – 7,25 баллов, не в срок (но в течение двух недель после даты по расписанию) – 6,5 балла.			
2.	<b>Защита лабораторных работ</b>	26	29	По расписанию
	Защита одной ЛР в срок (в течение двух недель после даты выполнения ЛР по расписанию) – 7,25 баллов, не в срок – 6.5 балла.			
3.	<b>Реферат (1 р)</b>	5	10	По расписанию
	Одна к/р – от 5 до 10 баллов. Отлично – 10 баллов, хорошо – 8 баллов, удовлетворительно – 5 баллов			
	<b>ИТОГО за работу в семестре</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	последняя неделя семестра
<b>Промежуточная аттестация</b>				
	<b>Экзамен</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	
	Оценка «5» - 20 баллов Оценка «4» - 15 баллов Оценка «3» - 10 баллов			
	<b>ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	
	<p><b>Итоговая оценка</b> определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итога за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен)</p> <p><b>Шкала баллов для определения итоговой оценки:</b>            91 - 100 баллов - оценка «5»            81-90 баллов - оценка «4»            70- 80 баллов - оценка «3»            69 и менее баллов - оценка «2»</p> <p><b>Итоговая оценка</b> проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося</p>			