

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:
директор института
И.Ю. Мезин
2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Направление подготовки

44.03.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) программы

Химия

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

заочная

Институт

Естествознания и стандартизации

Кафедра
Курс

Физической химии и химической технологии
3

Магнитогорск
2016 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, утвержденного приказом МОиН РФ от 04.12.2015 № 1426.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *Физической химии и химической технологии* «23» сентября 2016 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой  / А.Н.Смирнов/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института Естествознания и стандартизации «26» сентября 2016 г., протокол № 2.

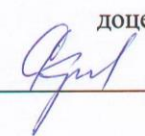
Председатель  / И.Ю. Мезин/

Согласовано:
Зав. кафедрой педагогики

 /Т.В. Орехова/

Рабочая программа составлена:

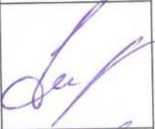

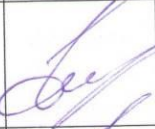
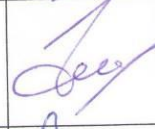




доцент, к.х.н, доцент

 / С.А. Крылова/

Рецензент: доцент кафедры Стандартизации, сертификации и технологии продуктов питания, к.т.н, доцент

 / Л.Г. Коляда/

Лист регистрации изменений и дополнений

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата. № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1.	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	1.09.2017 №1	
2	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	1.09.2017 №1	
	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	15.10.2018 №4	
	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	15.10.2018 №4	
	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	04.09.19 №1	
	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	04.09.19 №1	
	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	31.08.20, №1	
	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	31.08.20, №1	

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Аналитическая химия» являются теоретическая и практическая подготовка студентов по вопросам выбора метода анализа и его практического осуществления для получения информации о качественном и количественном составе того или иного объекта при решении выпускником задач будущей профессиональной деятельности.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина Б1.В.12 «Аналитическая химия» входит в вариативную часть обязательных дисциплин блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин:

Общая и неорганическая химия
Концепции современного естествознания
Основы математической обработки информации
Методология научного исследования
Физическая химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при изучении следующих дисциплин:

Методология и методика исследовательской деятельности в области химии
Органическая химия
Химия окружающей среды
Химия ВМС
Физико-химические методы анализа
Количественный и качественный анализ
Коллоидная химия
История и методология химии
Прикладная химия
Основы химической технологии

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Аналитическая химия» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	ПК-11 готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования
Знать	– Основные определения и понятия аналитической химии; – теоретические основы химии – теоретические основы и принципы химических методов анализа

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	–методы и средства получения информации о вещественном составе
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> –использовать знание свойств химических соединений для проведения химического анализа –проводить лабораторные испытания составлять описание проводимых экспериментов; –анализировать результаты экспериментов и выполнять расчеты результатов анализа
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> –Навыками работы с химическими реактивами и приборами, соблюдая правила безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием; –классическими методами химического анализа.

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 21,5 акад. часов:
 - аудиторная – 18 акад. часов;
 - внеаудиторная – 3,5 акад. часов
- самостоятельная работа – 149,8 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1.Качественный анализ	3	1			10,8	Самостоятельное изучение теоретического материала по теме, подготовка собеседованию, выполнение Д/З №1	Конспект К.р. №1 собеседование	ПК-11 зув;
2.Гравиметрический анализ	3	2			33	Самостоятельное изучение теоретического материала по теме, подготовка собеседованию, выполнение Д/З №1	Конспект (реферат) К.р. №1 собеседование	
3.Титриметрический анализ	3							ПК-11 зув;
3.1Кислотно-основное титрование	3	2		4/2	33	Самостоятельное изучение теоретического материала по теме, подготовка к	Конспект (реферат) К.р. №1 собеседование	

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в acad. часах)			Самостоятельная работа (в acad. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						практическим занятиям, собеседованию, выполнение Д/З №1		
3.2 Окислительно-восстановительное титрование	3	2		4/1	29	Самостоятельное изучение теоретического материала по теме, подготовка к практическим занятиям, собеседованию, выполнение Д/З №1	Конспект (реферат) К.р. №1 собеседование	
3.3 Комплексонометрическое титрование	3	1		2/1	29	Самостоятельное изучение теоретического материала по теме, подготовка к практическим занятиям, собеседованию, выполнение Д/З №1	Конспект (реферат) К.р. №1 собеседование	
4. Статистическая обработка результатов анализа	3				15	Самостоятельное изучение теоретического материала по теме, собеседованию, выполнение Д/З №1	Конспект (реферат), собеседование	
Итого по курсу	3	8		10/4	149,8		Промежуточная аттестация (экзамен)	
Итого по дисциплине	3	8		10/4	149,8		Промежуточная аттестация (экзамен)	

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

5 Образовательные и информационные технологии

Проектирование обучения строится на основе следующих принципов:

- Обучение на основе интеграции с наукой и производством.
- Профессионально-творческая направленность обучения.
- Ориентированность обучения на личность.
- Ориентированность обучения на развитие опыта самообразовательной деятельности будущего специалиста.

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Аналитическая химия» используются различные образовательные технологии:

1. *Традиционные образовательные технологии*: информационная лекция, практические занятия.

2. *Информационно-коммуникационные образовательные технологии*: лекция-визуализация. Практическое занятие в форме презентации – представление результатов с использованием специализированных программных сред.

3. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими. При самостоятельном изучении литературы применение современных информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

4. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при разборе конкретных ситуаций, основанных на практических примерах, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

5. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

6. *Интерактивные технологии*: коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе. Изложение проблем и их совместное решение.

7. *Личностно-ориентированные технологии обучения*, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента, при выполнении домашних контрольных работ, на консультациях.

В ходе диалогового обучения студенты учатся критически мыслить, решать сложные проблемы на основе анализа обстоятельств и соответствующей информации, взвешивать альтернативные мнения, принимать продуманные решения, участвовать в дискуссиях, общаться.

Реализация такого подхода осуществляется следующим образом:

1. Распределение тем рефератов с учетом пожеланий студентов, тематики их научных интересов и т.п.

2. Подготовка студентами формы отчетности самостоятельной работы (реферат-презентация, выполнение домашнего задания).

3. Обсуждение подготовленного отчета в режиме дискуссии с элементами коллективного решения творческих задач.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

«Качественный анализ»

1. Предмет и методы качественного анализа;
2. отбор и подготовка пробы к анализу;
3. аналитический сигнал;
4. погрешности химического анализа. Обработка результатов измерений;
5. условия выполнения аналитических реакций;
6. чувствительность, избирательность и специфичность аналитических реакций;
7. предел обнаружений (минимальная концентрация, обнаруживаемый минимум, предельное разбавление);
8. комплексообразование в аналитической химии;
9. регулирование pH растворов. Буферные растворы;
10. образование и растворение осадков;
11. влияние pH на полноту осаждения;
12. влияние избытка осадителя на полноту осаждения;
13. понятие об активности электролита. Ионная сила растворов. Солевой эффект. Влияние избытка одноименных ионов и солевого эффекта;
14. дробное осаждение;
15. соосаждение примесей;
16. окислительно-восстановительные процессы в качественном анализе;
17. методы маскировки, разделения и концентрирования;
18. специфичность аналитических реакций;
19. дробный и систематический анализ;
20. групповые реагенты и требования к ним;
21. деление катионов на аналитические группы
22. частные реакции.

" Гравиметрический анализ»

1. Сущность гравиметрического анализа. Методы, используемые в гравиметрии : осаждение, выделение, отгонка.
2. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Требования к ним. Гравиметрический фактор.
3. Основные этапы гравиметрического анализа. Преимущества и недостатки метода.
4. Требования, предъявляемые к осадкам. Выбор величины навески, осадителя. Расчет объема осадителя. Проба на полноту осаждения.
5. Образование осадков. Процессы зародышеобразования, агрегации, созревания осадка. Растворимость и сверхрастворимость осадков. Относительное пересыщение и его влияние на скорость процессов зародышеобразования и рост кристаллов. Условия осаждения кристаллических и аморфных осадков.
6. Причины загрязнения осадков: совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение. Виды соосаждения: адсорбция, окклюзия, изоморфное соосаждение. Способы уменьшения соосаждения.
7. Фильтрация, промывание, высушивание, прокаливание осадка.
8. Определение серы гравиметрическим методом.
9. Вычисления в гравиметрическом анализе.

"Кислотно-основное титрование"

1. Титриметрический анализ. Сущность метода.
2. Концентрация растворов: молярная, молярная концентрация эквивалента (нормальность), титр, титр по определяемому веществу.
3. Титрант, титрование, точка эквивалентности. Стандартные и стандартизованные растворы. Фиксанал.
4. Методы титриметрического анализа. Классификация методов:
5. по типу протекаемых реакций (кислотно-основное, окислительно-восстановительное, комплексонометрическое, осадительное).

6. по способу титрования: прямое, обратное, титрование заместителя
7. Кривые титрования в кислотно-основном методе. В каких координатах строят, точка эквивалентности, скачок титрования. Расчет рН. Зависимость скачка титрования от различных факторов.
8. Индикаторы кислотно-основного титрования. Выбор индикаторов. Индикаторные погрешности. Обязательно ли совпадение точки титрования и конечной точки титрования?
9. Титрование многоосновных кислот и многокислотных оснований
10. Стандартизация раствора HCl по тетраборату натрия ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$)
11. Определение содержания щелочи в растворе.
12. Определение содержания щелочи и карбоната натрия при совместном присутствии в растворе.
13. Определение содержания карбоната и гидрокарбоната натрия при совместном присутствии в растворе.

« Окислительно-восстановительное титрование»

1. Окислительно-восстановительное титрование. Особенности реакций окисления-восстановления. Окислительно-восстановительный потенциал, его зависимость от природы окислителя и восстановителя, температуры, кислотности среды. Уравнение Нернста. Определение направления реакций окисления-восстановления.

2. Требования к окислительно-восстановительным реакциям, используемым в титриметрическом анализе. Методы окислительно-восстановительного титрования в химическом анализе. Титранты.

3. Кривая титрования. Скачок титрования, его зависимость от различных факторов. Титрование смесей окислителей (восстановителей).

4. Окислительно-восстановительные индикаторы. Требования к индикаторам.

5. Безиндикаторное титрование. Сущность метода перманганатометрии. Какие вещества можно определить методом перманганатометрии? Как определяется конец титрования в перманганатометрии?

6. Определение восстановителей в перманганатометрии – методе окислительно-восстановительного титрования. Установление концентрации раствора KMnO_4 по исходному веществу - раствору $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. Определение точки эквивалентности.

7. Какие вещества (окислители или восстановители) и с какими значениями стандартного электродного потенциала можно определять прямым титрованием KMnO_4 ? ($\varphi^0_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = 1,51 \text{ В}$). Определение железа (2) в соли Мора .

«Комплексонометрия»

1. Комплексные соединения. Основные положения координационной теории. Строение комплексных соединений.
2. Химическая связь в комплексных соединениях . Координационное число. Дентатность лигандов. Внутрикмплексные соединения.
3. Диссоциация комплексных соединений. Устойчивость комплексов. Константы нестойкости и устойчивости.
4. Комплексонометрическое титрование. Комплексоны. Требования к реакциям комплексонометрического титрования
5. Факторы, влияющие на процесс комплексообразования. Эффективная константа устойчивости.
6. Кривые комплексонометрического титрования. Расчет. Факторы, влияющие на величину скачка титрования. Влияние разбавления раствора на величину рМ.
7. Способы обнаружения конечной точки титрования. Металлоиндикаторы.
8. Методы комплексонометрического титрования : прямое, обратное, вытеснительное и косвенное.

9. Прямое и обратное титрование катионов алюминия раствором ЭДТА.
10. Условия титрования смеси катионов в одной аликвоте.
11. Причина индикаторных погрешностей при комплексонометрическом титровании.
12. Определение жесткости воды комплексонометрическим методом.
13. Определение металлов в растворах (уравнения реакций, условия определения, индикатор).

Статистическая обработка результатов анализа

1. Приведите классификацию погрешностей измерения по способу их выражения.
2. Приведите классификацию погрешностей по характеру вызывающих их причин.
3. Как зависит относительная погрешность измерения объема по бюретке от величины измеряемого объема?
4. Как зависит относительная погрешность взвешивания на аналитических весах от величины навески?
5. Что такое среднее арифметическое значение измеряемой величины?
6. Какими причинами вызваны систематические, случайные и грубые погрешности?
7. Что такое правильность и воспроизводимость экспериментальных данных?
8. Какими способами можно уменьшить систематическую погрешность: титрования, взвешивания, осаждения и промывания осадков, калибрования мерной посуды?
9. Какими статистическими характеристиками определяется случайная погрешность?
10. Что такое стандартное отклонение отдельного измерения?
11. Как пользуясь Q – критерием, можно обнаружить грубые погрешности?
12. Что представляют собой стандартные образцы и для чего их используют?

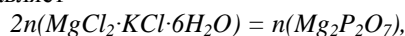
Примеры расчетных заданий:

Примеры расчетных заданий

Пример 1.

Рассчитайте навеску карналлита (основной компонент - $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$), которую надо взять для анализа, чтобы получить 0,1200 г прокаленного осадка $Mg_2P_2O_7$. Известно, что карналлит содержит по массе 20% прочих примесей.

Решение. Стехиометрическое соотношение по магнию в основном компоненте $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ и гравиметрической форме $Mg_2P_2O_7$ составляет



где n —число моль,

или $(2 \cdot M) MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$, z соответствуют $(M) Mg_2P_2O_7$, z , тогда $x \text{ г } MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ —
 $0,1200 \text{ г } Mg_2P_2O_7$.

Молярные массы

$$\begin{aligned} M(MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O) &= 277,8540 \text{ г/моль,} \\ M(Mg_2P_2O_7) &= 222,5530 \text{ г/моль.} \end{aligned}$$

Необходимая для анализа масса $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ составит

$$x = \frac{0,1200 \cdot 2 \cdot 277,8540}{222,5530} = 0,2996 \text{ г.}$$

С учетом процентного содержания примесей, рассчитаем искомую навеску карналлита

100 г навески содержит	—	(100–20) г $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$
x г навески	—	0,2996 г $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$

$$x = \frac{0,2996 \cdot 100}{80} = 0,3745 \text{ г.}$$

Используя гравиметрический фактор пересчета, задачу можно решить следующим образом.
Фактор пересчета $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ по $Mg_2P_2O_7$

$$F = \frac{2M(MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O)}{M(Mg_2P_2O_7)} = \frac{2 \cdot 277,8540}{222,5530} = 2,4970$$

Умножив фактор пересчета на массу гравиметрической формы $m_{гр}$, получаем массу $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$

$$m = F \cdot m_{гр} = 2,4970 \cdot 0,1200 = 0,2996 \text{ г.}$$

С учетом содержания примесей, масса навески карналлита составит

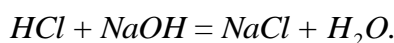
$$m_n = \frac{0,2996 \cdot 100}{80} = 0,3745 \text{ г.}$$

Ответ: масса навески карналлита равна 0,3745 г.

Пример 2.

Построить кривую титрования 0,1Н раствора HCl 0,1Н раствором $NaOH$.

Решение. Молекулярное уравнение реакции между определяемым веществом и веществом титранта



титрант

C_{κ}^0 $C_{\text{т}}$

Для расчета pH в различные моменты титрования воспользуемся вышеприведенными формулами (2.2.6) - (2.2.8). Результаты расчета представим в таблице .

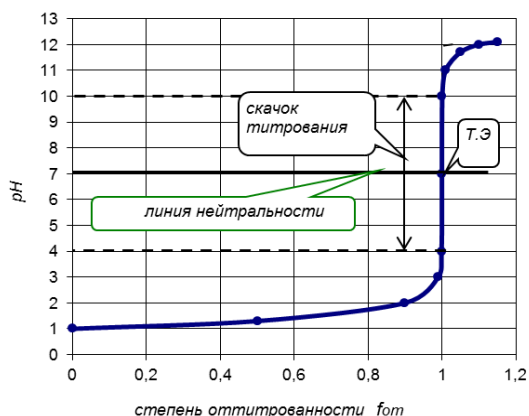
Таблица

Результаты расчета pH для примера 2.1

Степень оттитрованности	Состав раствора	pH -определяющий компонент	pH
0,000	HCl, H_2O	HCl	1,0
0,500	$HCl, H_2O, NaCl$	HCl	1,3
0,900	$HCl, H_2O, NaCl$	HCl	2,0
0,990	$HCl, H_2O, NaCl$	HCl	3,0
0,999	$HCl, H_2O, NaCl$	HCl	4,0
1,000	$NaCl, H_2O$	H_2O	7,0
1,001	$NaOH, H_2O, NaCl$	$NaOH$	10,0
1,010	$NaOH, H_2O, NaCl$	$NaOH$	11,0
1,100	$NaOH, H_2O, NaCl$	$NaOH$	12,0

На основании полученных данных построим кривую титрования (рис.).

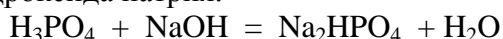
Анализ кривой титрования. Титрование начинается в кислой области. ТЭ совпадает с точкой нейтральности. При равных концентрациях титруемой кислоты и титранта кривая симметрична относительно точки эквивалентности. Скачок титрования составляет 4,0-10,0 единиц pH . Для титрования подходят индикаторы, например: лакмус ($pT=4,0$), метиловый оранжевый ($pT=5,0$), фенолфталеин ($pT=9,0$).



**Рис. Кривая титрования 0,1 Н раствора HCl
0,1 Н раствором NaOH.**

1. Какую навеску анализируемого вещества - соли Мора - с массовой долей $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ равной 0,9 необходимо взять для гравиметрического анализа чтобы масса весовой формы осадка Fe_2O_3 была равна 0,150 г ?

2. Вычислите массу фосфорной кислоты, находящейся в растворе, если на титрование этого раствора по приведенному ниже уравнению реакции пошло 20,00 мл 0,1 М раствора гидроксида натрия.



3. Вычислите pH раствора, полученного при добавлении к 20 мл 0,05 Н раствора NaOH

15 мл 0,06 Н раствора HCl.

4. Мышьяк (III) встречается в природе в виде минерала клаудетита. На титрование 0,210 г минерала израсходовано 29,3 мл 0,052н раствора I_2 . Рассчитайте массовую долю As_2O_3 в образце.

5. Постройте кривую титрования 0,1 Н раствора уксусной кислоты 0,1Н раствором гидроксида натрия. Как выбрать подходящий индикатор?

С примерами выполнения расчетных заданий можно ознакомиться по учебным пособиям:

1. Аналитическая химия. Количественные методы химического анализа: учеб. пособие / С.А Крылова, З.И. Костина, И.В. Понурко. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 128 с

Аналитическая химия. Количественные методы химического анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. А. Крылова, З. И. Костина, И. В. Понурко ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2017 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3472.pdf&show=dcatalogues/1/1514287/3472.pdf&view=true>. - Макрообъект.

2. Кислотно - основное титрование в водных растворах [Текст]: учеб. пособие/ С.А. Крылова, З.И. Костина, И.В. Понурко - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос.техн.ун-та им.Г.И. Носова, 2015.- 65 с. - ISBN 978-5-9967-0666-2.

- Кислотно-основное титрование в водных растворах [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. А. Крылова, З. И. Костина, И. В. Понурко ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2015 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2849.pdf&show=dcatalogues/1/133271/2849.pdf&view=true>. - Макрообъект.
3. Титриметрические методы анализа: окислительно-восстановительное и комплексонометрическое титрование: учеб. пособие / З.И. Костина, Крылова С.А., И.В. Понурко. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. -63 с.
- Титриметрические методы анализа: окислительно-восстановительное и комплексонометрическое титрование [Электронный ресурс] : учебное пособие / З. И. Костина, С. А. Крылова, И. В. Понурко ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2016 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3227.pdf&show=dcatalogues/1/136894/3227.pdf&view=true>. - Макрообъект.
4. Практическое руководство по аналитической химии. Качественный анализ [Текст]: учеб. пособие (гриф УМО по образованию в области хим. технологии и биотехнологии) / С.А. Крылова, З.И. Костина, И.В. Понурко - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – 133 с. ISBN 978-5-9967-0680-8
- Практическое руководство по аналитической химии. Качественный анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. А. Крылова, З. И. Костина, И. В. Понурко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=27.pdf&show=dcatalogues/1/1130050/27.pdf&view=true>. - Макрообъект.

Примерные темы рефератов

1. История развития аналитической химии.
2. Аналитическая служба как система
3. Типы реакций, используемых в аналитической химии
4. Методы обнаружения и разделения в аналитической химии
5. Методы пробоотбора.
6. Аналитический контроль сырья и материалов на предприятиях
7. Проблемы анализа производственных сточных вод.
8. Проблемы анализа производственных газообразных выбросов.
9. Аналитический контроль металлургического сырья
10. Аналитический контроль экологических объектов
11. Пути совершенствования аналитического контроля металлургического производства
12. Разделение и концентрирование на основе процессов химического осаждения и соосаждения
13. Коллоидные системы и их использование в химическом анализе
14. Индикаторы кислотно-основного титрования.
15. Индикаторы комплексонометрического титрования.
16. Окислительно-восстановительные индикаторы.
17. Адсорбционные индикаторы.
18. Химические методы в анализе объектов окружающей среды.
19. Метрологические основы аналитической химии

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-11 готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – Основные определения и понятия аналитической химии; –теоретические основы химии –теоретические основы и принципы химических методов анализа –методы и средства получения информации о вещественном составе 	<ol style="list-style-type: none"> 1.Качественный анализ. Предмет и методы качественного анализа. Аналитические реакции и их типы. Дробный и систематический качественный анализ. 2.Гравиметрический метод. Сущность гравиметрического анализа. Операции в гравиметрическом анализе. 3.Осаждаемая и гравиметрическая формы. Требования к ним. Гравиметрический фактор. 4.Титриметрические методы. Сущность. Классификация. Требования к реакциям в титриметрии. 5.Способы и методы титрования. Способ пипетирования и отдельных навесок. Прямое титрование. Косвенное титрование: заместительное, обратное. 6.Стандартные и стандартизованные растворы. 7.Кривые титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и точка конца титрования. Способы установления конечной точки титрования. 8.Кислотно-основное титрование. Титрование сильной кислоты (основания) сильным основанием (кислотой). Вид кривой титрования. Расчет скачков титрования. Значения рН в точке эквивалентности. 9.Титрование слабого основания (кислоты) сильной кислотой (основанием). Вид кривой титрования. Расчет скачков титрования. Значения рН в точке эквивалентности. 10.Выбор индикаторов. Индикаторные погрешности кислотно-основного титрования.. 11.Титрование многокислотных оснований и многоосновных кислот. Определение соды в растворе. 12.Окислительно-восстановительное титрование. Окислительно-восстановительный потенциал, его зависимость от природы окислителя и восстановителя, температуры, кислотности среды. Уравнение Нернста. 13.Определение направления реакций окисления-восстановления. Привести примеры.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>14.Окислительно-восстановительное титрование. Классификация. Кривые титрования.</p> <p>15.Редокс-индикаторы. Их выбор.</p> <p>16.Титрование смесей окислителей (восстановителей).</p> <p>17.Сущность метода перманганатометрии. Приготовление и стандартизация титранта. Условия титрования. Определение конечной точки титрования.</p> <p>18.Комплексонометрическое титрование. Комплексоны. Комплексон 3 (трилон Б) как основной комплексообразующий реагент. Пример уравнения реакции.</p> <p>19.Кривые комплексонометрического титрования. Расчет. Факторы, влияющие на величину скачка титрования. Влияние разбавления раствора на величину рМ.</p> <p>20.Способы обнаружения конечной точки титрования. Металлоиндикаторы.</p> <p>21.Методы комплексонометрического титрования : прямое, обратное, вытеснительное и косвенное. Прямое и обратное титрование катионов алюминия раствором ЭДТА.</p> <p>22.Практическое применение комплексонометрического титрования (определение ионов кальция, магния, железа).</p> <p>23.Метрологические основы аналитической химии. Аналитический сигнал. Точность результатов анализа: воспроизводимость и правильность. Погрешности хим.анализа.</p> <p>24.Доверительный интервал. Предел обнаружения. Обработка результатов измерений.</p> <p>25.Случайные погрешности. Их оценка. Закон нормального распределения. t-Распределение. Сравнение дисперсий и средних двух методов анализа.</p>
Уметь	<p>–использовать знание свойств химических соединений для проведения химического анализа</p> <p>–проводить лабораторные испытания составлять описание проводимых экспериментов;</p> <p>–анализировать результаты экспериментов и выполнять расчеты результатов анализа</p>	<p>1.Анализ каких химических элементов можно выполнить гравиметрическим методом? Приведите примеры.</p> <p>2.Анализ каких веществ можно выполнить методом кислотно-основного титрования? Приведите примеры.</p> <p>3.Подобрать индикатор для кислотно - основного метода титрования</p> <p>4.Определить жесткость воды титриметрическим методом. Описать методику выполнения анализа.</p> <p>5.Вычислите массу фосфорной кислоты, находящейся в растворе, если на титрование этого раствора по приведенному ниже уравнению реакции пошло 20,00 мл 0,1 М рас-</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>твора гидроксида натрия. $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>6.Каким будет результат определения кальция – заниженным или завышенным, если: использовать в качестве осадителя оксалат аммония, а полученный осадок промыть чистой водой?</p> <p>7.Объясните механизм буферного действия. Как используются буферные системы в химическом анализе?</p> <p>8.Выполнив несколько параллельных измерений результатов титрования по бюретке с погрешностью $\pm 0,01$ мл, студент получил усредненный результат 15,121667 мл. Как правильно записать результат?</p>
Владеть	<p>–Навыками работы с химическими реактивами и приборами, соблюдая правила безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием;</p> <p>–классическими методами химического анализа.</p> <p>–методами расчетов результатов анализа</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Выполнить качественные реакции на обнаружение ионов железа (2) и железа (3) в растворе 2.Для чего применяются муфельные печи? Что означает выражение: «прокалить до постоянной массы»? 3.Перечислить общие правила работы в химической лаборатории. 4.Чем руководствуются при выборе осадителя? Почему кальций осаждают действием оксалата аммония, а не оксалата натрия? Каким осадителем - раствором NaOH или NH₄OH – более предпочтительно осаждают гидроксиды железа и алюминия и почему? 5.Какую навеску анализируемого вещества - соли Мора - с массовой долей (NH₄)₂SO₄FeSO₄·6H₂O равной 0,9 необходимо взять для гравиметрического анализа чтобы масса весовой формы осадка Fe₂O₃ была равна 0,150 г ?

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Аналитическая химия» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;
- последовательное, правильное выполнение всех практических заданий;
- умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются достаточные знания теоретического материала и умение их применять; но допускаются незначительные ошибки, неточности
- выполнение всех практических заданий; возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя;
- затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций:

- затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации;
- неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя;
- выполнение заданий при подсказке преподавателя;
- затруднения в формулировке выводов.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Аналитическая химия : учебник / Н.И. Мовчан, Р.Г. Романова, Т.С. Горбунова [и др.]. — Москва :ИНФРА-М, 2018. — 394 с. — (Высшее образование:Бакалавриат). —

- www.dx.doi.org/10.12737/12562. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/document?id=320794>
2. Никитина, Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 394 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00427-4. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/analiticheskaya-himiya-i-fiziko-himicheskie-metody-analiza-431144

б) Дополнительная литература:

1. Крылова, С. А. Аналитическая химия. Количественные методы химического анализа : учебное пособие / С. А. Крылова, З. И. Костина, И. В. Понурко ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2017 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3472.pdf&show=dcatalogues/1/1514287/3472.pdf&view=true> (дата обращения 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.
2. Костина, З. И. Титриметрические методы анализа: окислительно-восстановительное и комплексонометрическое титрование : учебное пособие / З. И. Костина, С. А. Крылова, И. В. Понурко ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2016 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3227.pdf&show=dcatalogues/1/1136894/3227.pdf&view=true> (дата обращения 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.
3. Крылова, С. А. Практическое руководство по аналитической химии. Качественный анализ : учебное пособие / С. А. Крылова, З. И. Костина, И. В. Понурко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=27.pdf&show=dcatalogues/1/130050/27.pdf&view=true> (дата обращения 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.
4. Васильев В. П. Аналитическая химия : учебник : [в 2 кн.]. Кн. 1. Титриметрические и гравиметрические методы анализа / В. П. Васильев. - 3-е изд., стер. - М. : Дрофа, 2003. - 367 с. : ил. - (Высшее образование). - Текст : непосредственный. 50 шт.
5. Васильев В. П. Аналитическая химия [Текст] : учебник : [в 2 кн.]. Кн. 2. Физико-химические методы анализа / В. П. Васильев. - 4-е изд., стер. - М. : Дрофа, 2004. - 383 с. : ил. - (Высшее образование). - Текст : непосредственный. 121 шт.

в) Методические указания:

1. Крылова, С. А. Кислотно-основное титрование в водных растворах : учебное пособие / С. А. Крылова, З. И. Костина, И. В. Понурко ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2015 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2849.pdf&show=dcatalogues/1/133271/2849.pdf&view=true> (дата обращения 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.

Методические рекомендации для подготовки к экзамену

Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине заключается в изучении теоретического материала по конспектам лекций, источникам основной и дополнительной литературы, включая темы самостоятельного изучения, ориентируясь на список контрольных вопросов по соответствующим темам.

При самостоятельном изучении материала рекомендуется записывать основные по-

нения, термины, формулировки законов, формулы и уравнения, выводы по изучаемой теме. Изучение любого вопроса необходимо проводить на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений. Это способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

В случае затруднения при изучении дисциплины следует обращаться за консультацией к преподавателю.

Методические указания к подготовке реферата приведены в приложении.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Федеральный институт промышленной собственности : сайт РОСПАТЕНТА / ФИПС. – Москва : ФИПС, 2009 – . – URL: <http://www1.fips.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
2. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) : национальная библиографическая база данных научного цитирования. – Текст: электронный // eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Академия Google (Google Scholar) : поисковая система : сайт. – URL: <https://scholar.google.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
4. Единое окно доступа к информационным ресурсам : электронная библиотека : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ "ИНФОРМИКА". – Москва, 2005. – . –URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
5. East View Information Services : Электронная база периодических изданий / ООО «ИВИС. – URL: <https://dlib.eastview.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
6. Российская Государственная библиотека. Каталоги : сайт / Российская государственная библиотека. – Москва : РГБ, 2003 – . URL: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: **свободный**. – Текст: электронный.
7. Электронная библиотека МГТУ им. Г. И. Носова. – URL: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход с внешней сети по логину и паролю). – Текст: электронный.
8. Экономика. Социология. Менеджмент : Федеральный образовательный портал : сайт. – URL: <http://ecsocman.hse.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
9. Университетская информационная система РОССИЯ : научная электронная библиотека : сайт / НИВЦ ; Экономический факультет МГУ. – Москва : НИВЦ, 1997 – . – URL: <https://uisrussia.msu.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
10. Web of science : Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://webofscience.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows Professional(для классов)	7 Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021

MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория физической химии	Лабораторные установки для проведения лабораторных работ: - установка для определения адсорбции; - установка для определения давления насыщенного пара; - бюретки и лабораторная посуда для приготовления растворов для лабораторной «Адсорбция на твердом адсорбенте»; - установка для определения электрокинетического потенциала; - торсионные весы для определения минимального и максимального размера порошка.
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий. Инструменты для ремонта лабораторного оборудования

Приложение
Методические указания к подготовке реферата и доклада по нему

Реферат - письменная работа студента объемом 10-18 печатных страниц. В реферате дается краткое изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе нескольких первоисточников.

Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемому вопросу. Помимо реферирования прочитанной литературы, от студента требуется аргументированное изложение собственных мыслей по рассматриваемому вопросу.

Структура реферата:

1. Титульный лист
2. Оглавление
3. Введение. Объем введения составляет 1-2 страницы.
4. Основная часть. В ней логично излагаются главные положения и идеи, содержащихся в изученной литературе. В тексте обязательны ссылки на первоисточники.
5. Заключение. Содержит главные выводы и итоги из текста основной части. В нем отмечается, как выполнены задачи и достигнуты ли цели, сформулированные во введении.
6. Приложение (необязательно). Может включать графики, таблицы, расчеты.
7. Список литературы. Здесь указывается реально использованная для написания реферата литература. Список составляется согласно правилам библиографического описания.

С общими правилами оформления можно ознакомиться по документу [СМК-О-СМГТУ-42-09](#) Курсовые проекты (работы): структура, содержание, общие правила оформления и выполнения

Этапы работы над рефератом

Работу над рефератом можно условно подразделить на три этапа:

1. Подготовительный, включающий изучение предмета исследования.
2. Изложение результатов изучения в виде связного текста.
3. Доклад (устное сообщение) по теме реферата, проиллюстрированное презентацией.

Подготовительный этап

Включает в себя:

- Выбор (формулировку) темы.
- Поиск источников.
- 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 выделением 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов.

Подготовительный этап работы завершается созданием конспекта, фиксирующего основные тезисы и аргументы. Если в конспекте приводятся цитаты, то обязательно должна быть указана ссылка на источник (автор, название, выходные данные, № страниц).

Создание текста реферата

Текст реферата должен подчиняться определенным требованиям: он должен раскрывать тему, обладать связностью и цельностью.

Раскрытие темы предполагает, что в тексте реферата 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.

Требования к введению. Введение - начальная часть текста. Оно имеет своей целью сориентировать читателя в дальнейшем изложении. Во введении аргументируется актуальность исследования, т.е. выявляется практическое и теоретическое значение данного исследования. Далее констатируется, что сделано в данной области предшественниками; перечисляются положения, которые должны быть обоснованы. Введение может также содержать обзор источников или экспериментальных данных, уточнение исходных понятий и терминов, сведения о методах исследования. Во введении обязательно формулируются цель и задачи реферата. Объем введения составляет примерно 10% от общего объема реферата.

Основная часть реферата. Основная часть реферата раскрывает содержание темы. Она наиболее значительна по объему, наиболее значима и ответственна. В ней обосновываются основные тезисы реферата, приводятся развернутые аргументы, предполагаются гипотезы, касающиеся существа обсуждаемого вопроса. Важно проследить, чтобы основная часть не имела форму монолога. Аргументируя собственную позицию, можно и должно анализировать и оценивать позиции различных исследователей, с чем-то соглашаться, чему-то возражать, кого-то опровергать. Установка на диалог позволит избежать некритического заимствования материала из чужих трудов - компиляции. Изложение материала основной части подчиняется собственному плану, что отражается в разделении текста на главы, параграфы, пункты.

Заключение» (ориентировочный объем 1 страница). Формулируются краткие выводы, вытекающие из выполненной работы.

Подготовка презентации

Первый слайд презентации должен содержать тему работы, фамилию, имя и отчество исполнителя, номер учебной группы, учебное заведение.

На втором слайде целесообразно представить цель и краткое содержание презентации.

Последующие слайды необходимо разбить на разделы согласно пунктам плана работы.

На заключительный слайд выносятся самое основное, главное из содержания презентации (выводы).

Требования к оформлению слайдов

Для визуального восприятия текст на слайдах презентации должен быть не менее 24 пт, а для заголовков – не менее 34 пт.

Макет презентации должен быть оформлен в строгой цветовой гамме. Фон не должен быть слишком ярким или пестрым. Текст должен хорошо читаться. Одни и те же элементы на разных слайдах должны быть одного цвета.

Каждый слайд должен содержать заголовок. В конце заголовков точка не ставится. В заголовках должен быть отражен вывод из представленной на слайде информации.

На слайде следует помещать не более 5-6 строк и не более 5-7 слов в предложении. Текст на слайдах должен хорошо читаться.

В большинстве случаев на слайде необходимо располагать 1 объект – так он запомнится лучше, чем в группе с другими. Может быть представлено и два объекта, которые докладчик открывает и поясняет по очереди, а затем проводит их сравнительную характеристику.

Пространство слайда (экрана) должно быть максимально использовано, за счет, например, увеличения масштаба рисунка.

Обязательно отредактируйте презентацию после предварительного просмотра (репетиции)!