

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра экологии, безопасности жизнедеятельности и химии**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**Б1.В.ДВ.03.01**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**05.03.06 Экология и природопользование**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Экология**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	5
4.3 Лабораторные работы.....	7
4.4 Семинары / практические занятия.....	7
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	7
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>8</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>9</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>9</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>11</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>11</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ	14
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>29</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>29</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>30</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>35</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>36</b>
<b>Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....</b>	<b>37</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологической и научно-исследовательской видам профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

Обучение студентов теоретическим основам аналитической химии и приобретению ими навыков практического применения методов качественного и количественного анализа для определения соединений органической и неорганической природы, активному их использованию для контроля состояния среды обитания.

## Задачи дисциплины

Усвоение минимально необходимых теоретических положений химического анализа.  
Приобретение навыков расчета в области химического анализа.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-2	владением методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия	<b>знать:</b> основные понятия и теоретические законы аналитической химии; технологии и методы анализа; основы статистической обработки результатов анализа; правила и приемы выполнения лабораторного химического эксперимента. <b>уметь:</b> обоснованно осуществлять выбор метода и методики анализа; проводить качественный и количественный анализ вещества химическими методами; обрабатывать и представлять результаты анализа в соответствии с метрологическими требованиями; использовать справочную литературу по аналитической химии; обращаться с аналитическим оборудованием и мерной посудой. <b>владеть:</b> техникой выполнения основных операций гравиметрического и титриметрического анализа; методиками отбора проб и подготовки образцов к анализу; методами расчета ионных равновесий в растворе, в том числе, кривых титрования; методами расчета результатов анализа; способностью применять на практике методы анализа и оценки лабораторных исследований.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 аналитическая химия относится к элективной части.

Дисциплина химия базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин основных общеобразовательных программ.

Аналитическая химия представляет основу для изучения дисциплин: безопасность жизнедеятельности; инструментальные методы контроля качества среды обитания, экологический мониторинг.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Семинары	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	1	2	108	51	17	34	-	30	-	экзамен
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			2
1	2	3	4
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	51	36	51
Лекции (Лк)	17	10	17
Лабораторные работы (ЛР)	34	26	34
Групповые (индивидуальные) консультации*	+	-	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	30	-	30
Подготовка к лабораторным работам	20	-	20
Подготовка к экзамену в течение семестра	10	-	10
<b>III. Промежуточная аттестация экзамен</b>	27	-	27
Общая трудоемкость дисциплины	час.	108	108
	зач. ед.	3	3

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий - для очной формы обучения:

№ темы	Наименование темы дисциплины	Трудоём- кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоёмкость; (час.)		
			учебные занятия		самостояте льная работа обучаю- щихся
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
1.	Аналитическая химия и химический анализ	12	2	4	6
2.	Метрологические основы аналитической химии	12	2	4	6
3.	Отбор проб и подготовка вещества к анализу	11	1	4	6
4.	Качественный анализ катионов и анионов	11	1	4	6
5.	Количественный химический анализ	35	11	18	6
<b>ИТОГО</b>		<b>81</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>30</b>

### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ темы	Наименование темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
1.	Аналитическая химия и химический анализ.	Аналитическая химия как наука: задачи аналитической химии, Основные понятия аналитической химии: химический анализ, принцип анализа, метод анализа, методика анализа. Общая схема процесса анализа. Классификация методов анализа: по цели анализа, по объектам анализа, по величине навески и массе пробы. Аналитические признаки веществ и аналитические реакции: реакции образования окрашенных веществ, реакции с выделением или растворением осадка, реакции с выделением газов, реакции с образованием кристаллов характерной формы, реакции образования соединений, люминесцирующих в растворах, окрашивание пламени газовой горелки. Типы аналитических реагентов: специфические, селективные, групповые. Характеристика чувствительности аналитических реакций: предельное разбавление, предельная концентрация, минимальный объем предельно разбавленного раствора, открываемый минимум. Аналитическая служба и аналитический контроль. Значение и область использования химического анализа.	Компьютерная презентация (2 часа)

2.	Метрологические основы аналитической химии	Метрология – наука, изучающая методы измерения физических величин. Значащие цифры: точные и приближенные числовые значения, правила, используемые для определения значащих цифр Вычисления в количественном анализе: точные вычисления, приближенные вычисления. Погрешности количественного анализа: абсолютная и относительная погрешности; классификация погрешностей по способу вычисления; систематические, случайные, промахи; численные характеристики погрешности - сходимость, воспроизводимость, точность.	Компьютерная презентация (2 часа)
3.	Отбор проб и подготовка вещества к анализу.	Основные понятия: проба, представительная проба, генеральная проба, лабораторная проба, анализируемая проба, контрольная проба, аналитическая навеска, условия, учитываемые при отборе проб. Отбор проб газов: условия отбора, оборудование используемое при отборе проб, метод продольных струй, метод поперечных сечений. Отбор проб жидкостей: посуда и оборудование, способы консервации проб, отбор проб гомогенных и гетерогенных жидкостей. Способы отбора проб твердых веществ, находящихся в виде целого (слиток, стержни и др.) или сыпучего продукта, расчет оптимальной массы пробы в зависимости от размера неоднородных частиц, методы измельчения, просеивания и сокращения пробы. Подготовка образца к анализу: высушивание образца, разложение образца, переводение пробы в раствор (мокрое разложение, сухое разложение), устранение влияния мешающих компонентов (маскирование, разделение).	Компьютерная презентация (1 часа)
4.	Качественный анализ катионов и анионов.	Общая характеристика химических методов качественного анализа. Аналитический сигнал. Основные методы качественного химического анализа: дробный и систематический анализ. Аналитическая классификация катионов по группам: сероводородная (сульфидная), аммиачно-фосфатная, кислотнo-основная. Аналитическая классификация анионов по группам: классификация, основанная на образовании м/р солей бария и серебра, классификация, основанная на окислительно-восстановительных свойствах.	Компьютерная презентация (1 часа)
5.	Количественный химический анализ	Гравиметрический (весовой) анализ. Сущность весового анализа. Методы проведения гравиметрического анализа. Метод осаждения, основные этапы. Форма осаждения, гравиметрическая форма. Требования к осадкам, выбор осадителя. Равновесие в системе осадок-раствор, правило произведения растворимости. Расчет количества осадителя. Влияние ионов, на растворимость осадка, содержащего ионы одноименные с осадком. Влияние посторонних электролитов на растворимость осадка («солевой эффект»). Влияние температуры и природы растворителя на растворимость осадка. Влияние концентрации ионов водорода на растворимость осадка. Условия образования аморфных и кристаллических осадков и их свойства.	Компьютерная презентация (2 часа)

	Общая характеристика титриметрического анализа. Требования к реакциям, применяемым в титриметрическом анализе. Способы приготовления титрованных растворов. Классификация методов титриметрического анализа: по типу используемой реакции, по способу титрования. Кривые титрования: монографические, билогарифмические, линейные, дифференциальные. точка эквивалентности (ТЭ), конечная точка титрования (КТТ). Вычисления в титриметрическом методе. Кислотно-основное титрование: ионная, ионно-хромофорная, хромофорная теория индикаторов; кривые титрования; буферное действие. Комплексометрическое, осадительное, окислительно-восстановительное титрование.	(2 часа)
--	---	----------

#### 4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер темы дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Основные приемы работы в аналитической лаборатории	4	-
2	2.	Статистическая обработка и представление результатов количественного анализа	4	-
3	3.	Отбор проб и подготовка вещества к анализу	4	Тренинг в малых группах (4 часа)
4	4	Качественный анализ катионов и анионов.	4	Лабораторная работа исследовательского типа (4 часа)
5	5	Гравиметрический (весовой ) анализ	8	Лабораторная работа исследовательского типа (8 часа)
6	5	Титриметрический анализ	10	Лабораторная работа исследовательского типа (10 часа)
<b>ИТОГО</b>			<b>34</b>	<b>26</b>

#### 4.4. Семинары/ практические занятия

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрено

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>	$\Sigma$ <i>комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ПК-2</i>				
<b>1</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>1.</b> Аналитическая химия и химический анализ.		12	+	1	12	Лк, ЛР, СР	экзамен
<b>2.</b> Метрологические основы аналитической химии.		12	+	1	12	Лк, ЛР, СР	экзамен
<b>3.</b> Отбор проб и подготовка вещества к анализу.		11	+	1	11	Лк, ЛР, СР	экзамен
<b>4.</b> Качественный анализ катионов и анионов.		11	+	1	11	Лк, ЛР, СР	экзамен
<b>5.</b> Количественный химический анализ.		35	+	1	35	Лк, ЛР, СР	экзамен
<b><i>всего часов</i></b>		<b>81</b>	<b>81</b>	<b>1</b>	<b>81</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Титриметрический анализ (кислотно-основное титрование): методические указания к выполнению лабораторных работ/ С.Ф. Лапина. - Братск: БрГУ, 2015. - 48 с.
2. Гравиметрический (весовой) анализ: методические указания к выполнению лабораторных работ/ С.Ф. Лапина. - Братск: БрГУ, 2014. - 38 с.
3. Аналитическая химия. Вопросы и задачи: методические указания к самостоятельной работе/ С.Ф. Лапина. - Братск: БрГУ, 2014. - 72 с.
4. Качественный анализ катионов и анионов: Лабораторный практикум по Аналитической химии/ С.Ф. Лапина. - Братск: БрГУ, 2013. - 68 с.
5. Титриметрический анализ (кислотно-основное титрование): методические указания к выполнению лабораторных работ / С. Ф. Лапина. - Братск : БрГУ, 2015. - 48 с.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	<i>Наименование издания</i>	<i>Вид занятия</i>	<i>Количество экземпляров в библиотеке, шт.</i>	<i>Обеспеченность, (экз./ чел.)</i>
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1	Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: учебник для вузов / Ю.Я. Харитонов. – 4-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2008. – 615 с.	Лк, ЛР, СР	15	1
2	Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учебник для вузов /Ю.Я. Харитонов. – 4-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2008. – Ю.Я. Харитонов. – 4-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2008. – 559 с.	Лк, ЛР, СР	15	1
	Аналитическая химия : учебное пособие / А.И. Апарнев, Т.П. Александрова, А.А. Казакова, О.В. Карунина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 92 с. : схем., табл. - Библиогр.: с. 86-87 - ISBN 978-5-7782-2710-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=438291">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=438291</a>	Лк, СР	ЭР	1
	Основы аналитической химии. Химические методы анализа: учебное пособие / И.Н. Мовчан, Р.Г. Романова, Т.С. Горбунова, И.И. Евгеньева ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : КНИТУ, 2012. - 195 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1216-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259000">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259000</a>	Лк, СР	ЭР	1

<b>Дополнительная литература</b>				
3	Цитович, И.К. Курс аналитической химии: учебник для вузов / И. К. Цитович. - 9-е изд., стереотип. - Санкт-Петербург: Лань, 2007. - 496 с.	Лк, ЛР, СР	10	0,5
4	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебное пособие / М. А. Иванова [и др.]. - Москва: РИОР, 2006. - 289 с.	Лк, ЛР, СР	3	0,15
5	Тикунова, И.В. Практикум по аналитической химии и физико-химическим методам анализа: учеб. пособие для вузов / И. В. Тикунова, Н. А. Шаповалов, А. И. Артеменко. - Москва: Высшая школа, 2006. - 208 с.	Лк, ЛР, СР	20	1
6	Основы аналитической химии. Практическое руководство : учебное пособие для вузов / Под ред. Ю. А. Золотова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2003. - 463 с.	Лк, ЛР, СР	29	1
7	Лурье, Ю.Ю. Справочник по аналитической химии [Текст]: справочное издание / Ю. Ю. Лурье. - 6-е изд., перераб. и доп., репринт. - Москва: Альянс, 2013. - 448 с.	Лк, ЛР, СР	2	0,1
8	Лапина, С.Ф. Качественный анализ катионов и анионов: лабораторный практикум по аналитической химии / С. Ф. Лапина. - Братск : БрГУ, 2013. - 68 с. <a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Лапина%20С.Ф.%20Качественный%20анализ%20катионов%20и%20анионов.Лаб.практикум%20по%20аналитической%20химии.и.2013.pdf">http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Лапина%20С.Ф.%20Качественный%20анализ%20катионов%20и%20анионов.Лаб.практикум%20по%20аналитической%20химии.и.2013.pdf</a>	Лк, ЛР, СР	41+1(ЭР)	1
9	Лапина, С.Ф. Аналитическая химия. Задачи и вопросы: методические указания к самостоятельной работе / С. Ф. Лапина. - Братск : БрГУ, 2014. - 72 с. <a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Лапина%20С.Ф.%20Аналитическая%20химия.Задачи%20и%20вопросы.МУ.2014.pdf">http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Лапина%20С.Ф.%20Аналитическая%20химия.Задачи%20и%20вопросы.МУ.2014.pdf</a>	СР	25+1(ЭР)	1
10	Лапина, С.Ф. Гравиметрический (весовой) анализ : методические указания к выполнению лабораторных работ / С. Ф. Лапина. - Братск : БрГУ, 2014. - 38 с. <a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Лапина%20С.Ф.%20Гравиметрический_весовой_%20анализ.МУ.2014.pdf">http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Лапина%20С.Ф.%20Гравиметрический_весовой_%20анализ.МУ.2014.pdf</a>	Лк, ЛР, СР	21+1(ЭР)	1
11	Лапина, С.Ф. Титриметрический анализ (кислотно-основное титрование): методические указания к выполнению лабораторных работ / С. Ф. Лапина. - Братск : БрГУ, 2015. - 48 с. <a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Лапина%20С.Ф.Титриметрический%20анализ(кислотно-основное%20титрование).МУ.2015.pdf">http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Лапина%20С.Ф.Титриметрический%20анализ(кислотно-основное%20титрование).МУ.2015.pdf</a>	Лк, ЛР, СР	24+1(ЭР)	1

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ [http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=)
2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com/>
5. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru/>
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) <http://uisrussia.msu.ru/>
8. Химическая информационная сеть России <http://www.chemnet.ru/>
9. Сайт о химии XuMuK.ru <http://www.xumuk.ru/>
10. Образовательный ресурс по химии «Алхимик» <http://www.alhimik.ru/>
11. Ежемесячный научно-популярный журнал «Химия и Жизнь» <http://www.hij.ru/>

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Работа обучающихся над курсом аналитической химии складывается из следующих элементов: самостоятельное изучение материала по учебникам и учебным пособиям, выполнение контрольной работы, прохождение текущего контроля, лабораторного практикума, посещения лекций, индивидуальных и групповых консультации, промежуточной аттестации - экзамена.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо, прежде всего ознакомиться с его содержанием по тематическому плану, объемом каждой темы и последовательностью содержащихся в ней вопросов. Изучать курс следует по отдельным темам. При первом чтении следует получить общее представление об изучаемых вопросах, а также отметить трудные и неясные места. Затем переходить к детальному изучению материала.

Необходимо усвоить все теоретические положения, математические зависимости и их выводы, а также принципы составления уравнений. Вникнуть в сущность того или иного вопроса. Изучение вопроса на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

Лекции - выражают основное содержание знаний изучаемой дисциплины, организуют формирование знаний в систему, устанавливают связь со всеми видами учебной работы. Лекции читаются по основным разделам курса аналитической химия. При этом детально рассматриваются недостаточно полно освещенные в учебной и учебно-методической литературе понятия и закономерности, составляющие теоретические основы дисциплины «Аналитическая химия».

### *Методика работы с лекционным материалом*

1. Обязательным условием является посещение всех лекций и конспектирование излагаемого материала.

2. Усвоение и закрепление материалов лекции необходимо проводить в первые дни после её прослушивания, так как это потребует наименьших затрат времени на изучение данной темы.

3. Вначале необходимо изучить конспект лекции, схемы и рисунки, приведённые в нём. При необходимости следует обратиться к рекомендованной литературе и дополнить лекционные сведения.

4. В заключение мысленно проработать ответы на вопросы плана лекции.

5. В случае пропуска лекции изучение материала и подготовку реферата по теме

лекции проводить по рекомендованной литературе. При этом значительно увеличивается время самоподготовки.

6. Повторно возвратиться к материалам лекции необходимо:

- при подготовке к итоговому занятию; при подготовке к итоговому контролю (при этом необходимо обратить внимание на объём контрольных вопросов).

Лабораторный практикум включает в себя лабораторные работы по основным темам курса аналитической химии и направлен на углубленное изучение теоретического материала и на приобретение умения, навыков и опыта проведения эксперимента, анализа и обработки его результатов.

При подготовке к выполнению лабораторных работ используются методические указания, в которых описаны методы исследования, условия проведения опытов и сформулированы вопросы и задания к лабораторным работам.

С целью оценки уровня освоения материала по каждой лабораторной работе составляется отчет, на основании которого проводится защита лабораторной работы.

Лабораторные работы проводятся в специализированных лабораториях, снабженных необходимым оборудованием и химической посудой. Для активизации процесса освоения приемов лабораторного эксперимента студенты кооперируются в группы по 2-3 человека, что позволяет коллективно обсуждать его результаты и формулировать выводы.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления и закрепления полученных в ходе аудиторных занятий знаний и приобретения навыков использования рекомендуемой литературы, навыков научного исследования. Самостоятельная работа включает решение задач расчетного характера, подготовку и завершение оформления лабораторных работ, подготовку к контрольным мероприятиям, посещение консультаций, изучение основного и дополнительного материала по учебникам и пособиям, работу на компьютере и в библиотеке, экзамену и т.п.

Любая форма самостоятельной работы студента начинается с изучения соответствующей литературы. Умение работать с литературой означает научиться осмысленно пользоваться источниками. Существует несколько методов работы с литературой.

Один из них - самый известный - метод повторения: прочитанный текст можно заучить наизусть. Простое повторение воздействует на память механически и поверхностно. Полученные таким путем сведения легко забываются.

Наиболее эффективный метод - метод кодирования: прочитанный текст нужно подвергнуть большей, чем простое заучивание, обработке. Чтобы основательно обработать информацию и закодировать ее для хранения, важно провести целый ряд мыслительных операций: прокомментировать новые данные; оценить их значение; поставить вопросы; сопоставить полученные сведения с ранее известными.

К каждой теме учебной дисциплины подобрана основная и дополнительная литература.

При работе над темой «Аналитическая химия и химический анализ» следует использовать литературу [1-7].

При работе над темой «Метрологические основы аналитической химии» следует использовать литературу [1], [3], [4], [7].

При работе над темой «Отбор проб и подготовка вещества к анализу» использовать литературу [1], [3], [5], [7].

При работе над темой «Качественный анализ катионов и анионов» следует использовать литературу [1], [5], [6], [7].

При работе над темой «Количественный химический анализ» следует использовать литературу [1-7].

Особенность аналитической химии – взаимопроникновение, идей представлений, теорий, концепций, методов и технологических решений с другими областями химии, а также со смежными науками.

При поиске сведений о конкретном веществе или методике его определения наряду с реферативной базой данных следует посмотреть справочную литературу.

Рекомендуется знакомство с литературой начинать с самых последних источников и затем выборочно с более ранней литературой лишь в той мере, в какой это необходимо для выяснения оставшихся вопросов.

Литературный поиск надо проводить по определенному плану, который в самом общем виде можно сформулировать так:

1. Общая информация о проблеме (с помощью энциклопедий, справочников, учебников).
2. Использование найденных ссылок для дальнейшего ознакомления с ними; использование найденных с их помощью ссылок на оригинальную литературу.
3. Поиск обзоров и монографий, ознакомление с ними; использование найденных с их помощью ссылок на оригинальную литературу.
4. Систематический поиск с помощью указателей реферативных журналов (предметный, авторский, патентный, формульный указатели).
5. Ознакомление с рефератами.
6. Чтение оригинальных работ.

В зависимости от конкретной задачи отдельные пункты из приведенного списка могут отсутствовать. Однако следует помнить, что каждый специалист обязан систематически следить за новейшей литературой по профилю своей специальности.

Изучение литературы требует ведения рабочих записей. Записи в той или иной форме не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки ясного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов.

Одной из основных форм записи является конспект. Конспект – сложная запись содержания исходного текста, включающая в себя заимствования (цитаты) наиболее примечательных мест в сочетании с планом источника, а также сжатый анализ записанного материала и выводы по нему.

#### ***Методические рекомендации по составлению конспекта***

Книгу целесообразно просмотреть, ознакомиться с оглавлением и научно-справочным аппаратом, прочитать аннотацию и предисловие, а также ее пролистать, рассмотреть иллюстрации, таблицы, диаграммы, приложения. Такое поверхностное прочтение позволит узнать, какие главы следует изучить более внимательно, а какие прочитать быстро.

Целесообразно записывать номера страниц, которые привлекли внимание. Позже следует вернуться к ним, перечитать или переписать нужную информацию. Физическое действие по записыванию помогает прочно заложить данную информацию в «банк памяти».

При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения, желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре изучаемого материала. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Для проверки хода и качества формирования компетенций, стимулирования учебной работы проводится текущий контроль знаний обучающихся. Он обеспечивается рецензированием отчетов по лабораторным работам, проверкой конспектов лекций, устным опросом на аудиторных занятиях.

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Промежуточная аттестация по дисциплине «Аналитическая химия» может проводиться, как в форме собеседования по экзаменационным вопросам.

Подготовка к промежуточной аттестации начинается с первого занятия по дисциплине, на котором преподаватель знакомит обучающихся с основными требованиями к текущей и итоговой аттестации. Важно с самого начала планомерно осваивать материал,

прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины, фиксируя неясные моменты для их обсуждения на плановой консультации.

Лекции, лабораторные и контрольные работы являются важными этапами подготовки, поскольку обучающийся имеет возможность оценить уровень собственных знаний и своевременно восполнить имеющиеся пробелы

### **9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ**

#### **Лабораторная работа №1 . Основные приемы работы в аналитической лаборатории.**

Цель работы: освоение правил и приемов работы в аналитической лаборатории и методов проведения аналитических исследований.

Задание:

1. изучить правила и приемы работы в аналитической лаборатории;
2. изучить основные типы лабораторной посуды и материалы, используемые для ее изготовления, правила работы с лабораторной посудой;
3. изучить правила ведения лабораторного журнала;
4. изучить правила маркировки химических реактивов;
5. изучить основные способы очистки химических реактивов;
6. изучить основные типы весов, освоить технику взвешивания.

Порядок выполнения:

Лабораторную работу следует начинать только после изучения теоретических сведений и тщательной проработки методики проведения лабораторного эксперимента.

Лабораторная работа состоит из следующих этапов:

- обсуждение лабораторной работы и получение допуска для выполнения;
- выполнение работы;
- обработка экспериментальных данных, оформление отчета;
- защита лабораторной работы

Форма отчетности:

Результаты лабораторного эксперимента оформляются в виде отчета. Отчет должен включать: дату выполнения работы; полное название работы; цель работы; основные теоретические сведения; экспериментальную часть с описанием выполняемых опытов, наблюдаемых явлений, уравнения проведенных химических реакций; выводы по лабораторной работе.

Задания для самостоятельной работы: составить конспект, в котором описать основные виды лабораторной посуды (колбы, стаканы, пробирки, воронки и др.), а также основные приемы подготовки посуды к проведению аналитических исследований.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Для успешного выполнения и защиты лабораторных работ рекомендуется систематически готовиться к каждому занятию по следующей схеме:

- а) изучить теоретический материал в конспекте лекций и учебных пособиях;
- б) познакомиться со свойствами реагентов, продуктов реакций; химической посудой и оборудованием; методиками проведения опытов и техникой безопасности;
- в) дома предварительно подготовить форму лабораторного отчета;
- г) ответить на контрольные вопросы для допуска к работе;
- д) устно подготовить ответы на примерный перечень вопросов для защиты лабораторной работы.

1. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: учебник для вузов / Ю.Я. Харитонов. – 4-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2008. – 615 с.

#### Дополнительная литература

2. Курс аналитической химии: учебник для вузов / И. К. Цитович. - 9-е изд., стереотип. - Санкт-Петербург: Лань, 2007. - 496 с.
3. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебное пособие / М. А. Иванова [и др.]. - Москва: РИОР, 2006. - 289 с.
4. Тикунова И.В. Практикум по аналитической химии и физико-химическим методам анализа : учеб. пособие для вузов / И. В. Тикунова, Н. А. Шаповалов, А. И. Артеменко. - Москва: Высшая школа, 2006. - 208 с.
5. Основы аналитической химии. Практическое руководство : учебное пособие для вузов / Под ред. Ю. А. Золотова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2003. - 463 с.
6. Аналитическая химия. Задачи и вопросы: методические указания к самостоятельной работе / С. Ф. Лапина. - Братск: БрГУ, 2014. - 72 с.
- 7.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные правила поведения в лаборатории количественного анализа.
2. Почему в аналитической лаборатории следует находиться только в специальной одежде?
3. Какие правила необходимо соблюдать при ведении лабораторного журнала?
4. Почему именно стекло, является основным материалом, используемым для изготовления лабораторной посуды?
5. Для каких определений можно использовать посуду, изготовленную из полимерных материалов?
6. Какие существуют правила и приемы подготовки лабораторной посуды к анализу?
7. Как следует работать с жидкими реактивами?
8. Перечислите основные правила работы с твердыми реактивами.
9. Назовите и охарактеризуйте способы очистки химических реактивов.
10. Какие типы весов используются в аналитической лаборатории?
11. Что такое разновесы?
12. Какие правила необходимо соблюдать при использовании разновесов?
13. Какие правила следует соблюдать при взвешивании на аналитических весах?
14. Почему нельзя взвешивать горячие и холодные предметы?

### **Лабораторная работа №2. Статистическая обработка и представление результатов количественного анализа.**

Цель работы: приобретение навыков расчета основных метрологических характеристик результатов количественного анализа.

Задание: изучить методику проведения статистической обработки экспериментальных данных, используя данные лабораторного эксперимента, выполнить расчет основных метрологических характеристик и представить результат анализа.

#### Порядок выполнения:

Лабораторную работу следует начинать только после изучения теоретических сведений и тщательной проработки методики проведения лабораторного эксперимента.

Лабораторная работа состоит из следующих этапов:

- обсуждение лабораторной работы и получение допуска для выполнения;
- выполнение работы;
- обработка экспериментальных данных, оформление отчета;
- защита лабораторной работы

### Форма отчетности:

Результаты лабораторного эксперимента оформляются в виде отчета. Отчет должен включать: дату выполнения работы; полное название работы; цель работы; основные теоретические сведения; экспериментальную часть с описание выполняемых опытов, наблюдаемых явлений, уравнения проведенных химических реакций; выводы по лабораторной работе.

### Задания для самостоятельной работы:

Провести статистическую обработку результатов анализа

Номер задания	Массовые доли вещества				
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1	3,16	3,01	3,04	3,31	3,08
2	4,50	4,55	4,60	4,52	4,70
3	1,50	1,30	1,60	1,40	1,60
4	9,1	8,5	8,3	8,9	9,1
5	4,96	5,00	5,02	4,97	5,04
6	0,010	0,020	0,010	0,020	0,030
7	0,55	0,48	0,52	0,45	0,50
8	0,10	0,20	0,10	0,20	0,30
9	135	134	135	133	134
10	0,503	0,500	0,497	0,502	0,499
11	98,9	99,7	99,1	99,5	99,4
12	0,0010	0,0020	0,0010	0,0040	0,0030
13	1,058	1,060	1,059	1,061	1,060
14	0,0008	0,0005	0,0007	0,0006	0,0004

### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Для успешного выполнения и защиты лабораторных работ рекомендуется систематически готовиться к каждому занятию по следующей схеме:

- изучить теоретический материал в конспекте лекций и учебных пособиях;
- познакомиться со свойствами реагентов, продуктов реакций; химической посудой и оборудованием; методиками проведения опытов и техникой безопасности;
- дома предварительно подготовить форму лабораторного отчета;
- ответить на контрольные вопросы для допуска к работе;
- устно подготовить ответы на примерный перечень вопросов для защиты лабораторной работы.

### Основная литература

1. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учебник для вузов / Ю.Я. Харитонов. – 4-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2008. – 559 с.

### Дополнительная литература

2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебное пособие / М. А. Иванова [и др.]. - Москва: РИОР, 2006. - 289 с.
3. Справочник по аналитической химии [Текст]: справочное издание / Ю. Ю. Лурье. - 6-е изд., перераб. и доп., репринт. - Москва: Альянс, 2013. - 448 с.
4. Аналитическая химия. Задачи и вопросы: методические указания к самостоятельной работе / С. Ф. Лапина. - Братск : БрГУ, 2014. - 72 с.

### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что изучает метрология?
2. Какие числовые значения величин относятся к точным, какие к приближенным?
3. Какие цифры считаются значащими?
4. Назовите правила, которые используются для определения значащих цифр?
5. Какие вычисления называют точными, какие приближенными?
6. Каким образом подразделяют погрешности по способу вычисления?
7. Как классифицируют погрешности по характеру причин их вызывающих?
8. Какие погрешности называют случайными, систематическими?
9. Какие существуют способы выявления систематических ошибок?
10. Как распознать грубый промах?
11. Что такое рандомизация?
12. Поясните понятие систематической и случайной погрешности на рис.
13. Проиллюстрируйте понятия точности, сходимости, воспроизводимости.
14. Что такое генеральная совокупность, выборочная совокупность, объем выборки?
15. Каким образом можно исключить грубые промахи?
16. Расскажите о графическом изображении нормального распределения.
17. Почему на практике нет необходимости проводить большое число измерений?

### **Лабораторная работа №3. Отбор проб и подготовка образца к анализу.**

Цель работы: освоение принципов организации и проведения отбора проб газов, жидкостей, твердых веществ, а также основных способов подготовки отобранных образцов к лабораторным испытаниям.

#### Задание:

1. Изучение основных способов отбора проб газов;
2. Изучение основных способов отбора проб жидкостей;
3. Изучение основных способов отбора проб твердых веществ;
4. Изучение основных способов высушивание образцов для анализа;
5. Изучение основных способов разложения образцов и переводение определяемого компонента в раствор.
6. Изучение основных способов устранения влияния мешающих компонентов

#### Порядок выполнения:

Лабораторную работу следует начинать только после изучения теоретических сведений и тщательной проработки методики проведения лабораторного эксперимента.

Лабораторная работа состоит из следующих этапов:

- обсуждение лабораторной работы и получение допуска для выполнения;
- выполнение работы;
- обработка экспериментальных данных, оформление отчета;
- защита лабораторной работы

#### Форма отчетности:

Результаты лабораторного эксперимента оформляются в виде отчета. Отчет должен включать: дату выполнения работы; полное название работы; цель работы; основные теоретические сведения; экспериментальную часть с описание выполняемых опытов, наблюдаемых явлений, уравнения проведенных химических реакций; выводы по лабораторной работе.

Задания для самостоятельной работы: составить инструкцию по отбору проб для одного из объектов окружающей среды: воды, воздуха, почвы. Инструкция должна включать словесное описание:

- 1) цели и метода отбора проб;

- 2) этапа организации и обеспечения работ;
- 3) последовательности работы на точке отбора
- 4) количество отбираемого материала и его упаковка, маркировка

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Для успешного выполнения и защиты лабораторных работ рекомендуется систематически готовиться к каждому занятию по следующей схеме:

- а) изучить теоретический материал в конспекте лекций и учебных пособиях;
- б) познакомиться со свойствами реагентов, продуктов реакций; химической посудой и оборудованием; методиками проведения опытов и техникой безопасности;
- в) дома предварительно подготовить форму лабораторного отчета;
- г) ответить на контрольные вопросы для допуска к работе;
- д) устно подготовить ответы на примерный перечень вопросов для защиты лабораторной работы.

#### Основная литература

1. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: учебник для вузов / Ю.Я. Харитонов. – 4-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2008. – 615 с.

#### Дополнительная литература

2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебное пособие / М. А. Иванова [и др.]. - Москва: РИОР, 2006. - 289 с.
3. Основы аналитической химии. Практическое руководство : учебное пособие для вузов / Под ред. Ю. А. Золотова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2003. - 463 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие требования предъявляют к генеральной пробе анализируемого вещества?
2. Чем определяется способ отбора и размер отбираемой пробы?
3. Какую пробу называют контрольной?
4. Что такое аналитическая навеска?
5. Почему генеральная проба газа может быть относительно небольшой?
6. Какие факторы необходимо учитывать при отборе проб газов?
7. Перечислите и охарактеризуйте основные способы отбора проб газов.
8. В чем заключается аспирационный способ отбора проб?
9. Что такое поглотительный раствор?
10. Приведите примеры способов отбора проб жидкости и газа в потоке?
11. Назовите основные способы консервации жидких проб.
12. Что такое батометр и для чего он используется?
13. Каким образом отбирают пробы гетерогенных жидкостей?
14. Каким образом отбирают пробы твердых веществ находящихся в виде целого (например, слитка)?
15. Какие факторы необходимо учитывать при отборе проб сыпучих веществ?
16. Каким образом проводят усреднение и сокращение проб?
17. Назовите основные стадии подготовки пробы к анализу?
18. В каком виде исследуемый образец может содержать воду? И как ее можно удалить?
19. Какие факторы определяют способ переведения анализируемой пробы в раствор?
20. Какие способы разложения пробы относят к «мокрым», какие к «сухим»?
21. Какими свойствами должен обладать растворитель, используемый для растворения пробы?
22. Чем отличается пиролиз от сухого озоления?

## Лабораторная работа №4. Качественный анализ катионов и анионов

Цель работы: изучение способов аналитической классификации катионов и анионов; приобретение навыков выполнения реакций обнаружения ионов.

### Задание:

1. Изучить реакции обнаружения катионов и условия их выполнения. После проведения реакции записать уравнение реакции, наблюдаемый аналитический эффект.
2. Изучить реакции обнаружения анионов и условия их выполнения. После проведения реакции записать уравнения реакции, наблюдаемый аналитический эффект.

### Порядок выполнения:

Лабораторную работу следует начинать только после изучения теоретических сведений и тщательной проработки методики проведения лабораторного эксперимента.

Лабораторная работа состоит из следующих этапов:

- обсуждение лабораторной работы и получение допуска для выполнения;
- выполнение работы;
- обработка экспериментальных данных, оформление отчета;
- защита лабораторной работы

### Форма отчетности:

Результаты лабораторного эксперимента оформляются в виде отчета. Отчет должен включать: дату выполнения работы; полное название работы; цель работы; основные теоретические сведения; экспериментальную часть с описанием выполняемых опытов, наблюдаемых явлений, уравнения проведенных химических реакций; выводы по лабораторной работе.

### Задания для самостоятельной работы:

1. В какой последовательности проводится анализ смеси катионов I-III групп?
2. В растворах находятся катионы  $NH_4^+$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Ag^+$ . Составьте схему анализа.
3. В растворах находятся катионы  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Hg_2^{2+}$ . Составьте схему анализа.
4. Составьте схему анализа раствора, содержащего катионы  $Ba^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Pb^{2+}$ .
5. В виде, каких соединений выпадают в осадок катионы III группы под действием группового реактива?
6. Почему при систематическом ходе анализа осадки карбонатов III аналитической группы растворяются в уксусной кислоте?  
Почему ионы  $Ca^{2+}$  не мешают обнаружению ионов  $Sr^{2+}$  действием гипсовой воды.
7. Какой реакцией, и при каких условиях обнаруживают катионы  $Ba^{2+}$  в присутствии катионов  $Ca^{2+}$  и  $Sr^{2+}$ ?
8. О наличии, какого аниона свидетельствует выпадение белого осадка нерастворимого в хлороводородной кислоте при действии на исследуемый раствор хлоридом бария.
9. Какая реакция наиболее характерна для ацетат-ионов?
10. О наличии, какого аниона свидетельствует выделение  $SO_2$  (газ с запахом жженой серы) при подкислении раствора.
11. Почему нитриты можно использовать для обнаружения, как анионов-окислителей, так и восстановителей.
12. Почему действие групповым реактивом на II группу анионов, нужно проводить в присутствии  $HNO_3$ ?
13. Какими частными реакциями открывают бромид-ионы?

14. При термическом разложении исследуемого вещества наблюдалось выделение: а) фиолетовых паров, которые конденсировались в темные кристаллы; б) желто-бурых паров; в) бесцветного газа с запахом жженой серы, при пропускании которого через баритовую воду она мутнела; г) бесцветного газа без запаха, при пропускании которого через раствор комплексной соли  $[Ag(NH_3)_2]NO_3$  раствор темнел; д) газа с резким запахом, окрашивающим фенолфталеиновую бумагу в малиновый цвет. Наличие, каких веществ можно предположить в каждом из этих случаев.
15. При нагревании исследуемого вещества на холодной части пробирки конденсировались пары воды. О чем это говорит?
16. При действии разбавленной серной кислоты ( $\sim 1$  моль/л) на исследуемое вещество наблюдали выделение: а) газа с запахом тухлых яиц; б) газа с запахом горького миндаля; в) газа с запахом уксуса; г) бесцветного газа без запаха, при пропускании которого через баритовую воду она мутнела. Наличие, каких веществ можно предположить в каждом из этих случаев.
17. При действии концентрированной серной кислоты на исследуемое вещество наблюдалось а) выделение желто-зеленого газа с запахом хлорной извести б) выделение коричневых паров с удушающим запахом в) выделение фиолетовых паров, образующих на холодном стекле черно-фиолетовые кристаллы. Присутствие, каких веществ можно предположить в каждом из этих случаев.
18. При проведении предварительных испытаний вещество оказалось хорошо растворимо в воде. Наличие, каких солей можно исключить.
19. При определении рН исследуемого раствора он оказался равным 2. Наличие солей, каких кислот можно исключить.
20. При действии на раствор исследуемого вещества смесью  $KI$  и  $H_2SO_4$  появилась коричневая окраска. Какой вывод можно сделать?
21. При действии на раствор исследуемого вещества смесью растворов  $KMnO_4$  и  $H_2SO_4$  произошло обесцвечивание раствора. Какой вывод можно сделать?
22. Вещество хорошо растворимо в воде. При анализе в растворе обнаружили катион  $Ag^+$ . Присутствие, каких анионов можно исключить?
23. Вещество хорошо растворимо в воде. При анализе в растворе обнаружили катион  $Ba^{2+}$ . Присутствие, каких анионов можно исключить.
24. В растворе находятся катионы  $Ag^+, K^+, NH_4^+, Fe^{3+}$ , анионы  $Cl^-, NO_2^-$ . Составьте схему анализа раствора. Укажите, какими реакциями их можно обнаружить.
25. В растворе находятся катионы  $Na^+, Hg^{2+}, Cr^{3+}$  и анионы  $NO_3^-, CH_3COO^-$ . Составьте схему анализа раствора. Укажите, какими реакциями их можно обнаружить.
26. В растворе находятся катионы  $Fe^{2+}, Ca^{2+}, Hg^{2+}$ , анионы  $NO_3^-, NO_2^-$ . Составьте схему анализа. Приведите реакции обнаружения этих ионов.
27. Могут ли в растворе находиться одновременно иодид- и нитрит- ионы? Ответ обоснуйте.
28. Какими общими свойствами обладают гидроксиды кобальта (II), никеля (II), меди (II), кадмия (II), ртути (II)?

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Для успешного выполнения и защиты лабораторных работ рекомендуется систематически готовиться к каждому занятию по следующей схеме:

- а) изучить теоретический материал в конспекте лекций и учебных пособиях;
- б) познакомиться со свойствами реагентов, продуктов реакций; химической посудой и оборудованием; методиками проведения опытов и техникой безопасности;
- в) дома предварительно подготовить форму лабораторного отчета;
- г) ответить на контрольные вопросы для допуска к работе;

д) устно подготовить ответы на примерный перечень вопросов для защиты лабораторной работы.

#### Основная литература

1. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: учебник для вузов / Ю.Я. Харитонов. – 4-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2008. – 615 с.

#### Дополнительная литература

2. Курс аналитической химии: учебник для вузов / И. К. Цитович. - 9-е изд., стереотип. - Санкт-Петербург: Лань, 2007. - 496 с.
3. Основы аналитической химии. Практическое руководство : учебное пособие для вузов /Под ред. Ю. А. Золотова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2003. - 463 с.
4. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебное пособие / М. А. Иванова [и др.]. - Москва: РИОР, 2006. - 289 с.
5. Справочник по аналитической химии [Текст]: справочное издание / Ю. Ю. Лурье. - 6-е изд., перераб. и доп., репринт. - Москва: Альянс, 2013. - 448 с.
6. Качественный анализ катионов и анионов: лабораторный практикум по аналитической химии / С. Ф. Лапина. - Братск : БрГУ, 2013. - 68 с.
7. Аналитическая химия. Задачи и вопросы: методические указания к самостоятельной работе / С. Ф. Лапина. - Братск : БрГУ, 2014. - 72 с

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какой анализ называют качественным? В чем заключается его задача?
2. Что такое аналитический сигнал?
3. Какую реакцию называют аналитической?
4. Какие реакции могут быть использованы в качестве аналитических реакций? Приведите примеры?
5. Что такое люминесценция?
6. Какое явление можно наблюдать при внесении в пламя газовой горелки соединений некоторых металлов? Как это явление может быть использовано в качественном анализе?
7. Поясните, какие реакции и почему называются специфическими; селективными; групповыми?
8. Какой метод анализа называют дробным? В чем его достоинства, недостатки?
9. Какой метод анализа называют систематическим? В чем его достоинства, недостатки?
10. Что определяет чувствительность аналитических реакций?
11. Назовите и определите количественные характеристики чувствительности?
12. На чем основана аналитическая классификация катионов?
13. Какие существуют виды аналитической классификации катионов?
14. Охарактеризуйте сероводородную классификацию катионов? Назовите достоинства и недостатки.
15. Дайте общую характеристику катионов I – V аналитических групп, в соответствии с аммиачно-фосфатной классификацией.
16. Какие аналитические группы катионов выделяют в соответствии с кислотно-основной классификацией? Назовите групповые реагенты для каждой группы и охарактеризуйте механизм их действия.
17. Какие существуют способы аналитической классификации анионов?
18. На какие аналитические группы делят анионы в соответствии с классификацией основанной на образовании малорастворимых солей бария и серебра? Дайте характеристику каждой группе?
19. Охарактеризуйте аналитическую классификацию анионов, основанную на их окислительно-восстановительных свойствах?
20. Какие существуют способы проведения аналитических реакций? В каком случае используется тот каждый?

21. Опишите технику выполнения качественных реакций в пробирке, капельных и микрокристаллоскопических реакций.
22. Назовите основные операции, используемые в качественном анализе?
23. Как правильно следует проводить нагревание и выпаривание?
24. Какие цели имеет проведение реакции осаждения?
25. Каким образом следует проводить отделение осадка от раствора?
26. Почему после отделения осадка от раствора, осадок необходимо промыть?
27. Какие вещества, и в каком случае используют как промывные жидкости?

## Лабораторная работа №5. Гравиметрический анализ

Цель работы: закрепление теоретических основ гравиметрического анализа; освоение методики вычислений в гравиметрическом анализе; приобретение навыков выполнения общих операций в гравиметрическом (весовом) анализе.

Задание: определить содержание серы в веществе, содержащим растворимый сульфат.

### Порядок выполнения:

Лабораторную работу следует начинать только после изучения теоретических сведений и тщательной проработки методики проведения лабораторного эксперимента.

Лабораторная работа состоит из следующих этапов:

- обсуждение лабораторной работы и получение допуска для выполнения;
- выполнение работы;
- обработка экспериментальных данных, оформление отчета;
- защита лабораторной работы

### Форма отчетности:

Результаты лабораторного эксперимента оформляются в виде отчета. Отчет должен включать: дату выполнения работы; полное название работы; цель работы; основные теоретические сведения; экспериментальную часть с описание выполняемых опытов, наблюдаемых явлений, уравнения проведенных химических реакций; выводы по лабораторной работе.

### Задания для самостоятельной работы:

1. Рассчитайте гравиметрический фактор при определении следующих компонентов, гравиметрической формой служит  $BaSO_4$ :  $Ba^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $S$ ,  $BaO$ .
2. Сколько граммов сульфата свинца будет потеряно при промывании осадка 200 мл воды? ( $K_s = 1,59 \cdot 10^{-8}$ ).
3. Рассчитайте гравиметрический фактор при определении следующих компонентов  $H_2SO_4$ ,  $SO_2$ ,  $Ba^{2+}$ , если гравиметрической формой служит  $BaSO_4$ .
4. Сколько граммов сульфата свинца будет потеряно при промывании осадка 200 мл 0,001 М раствора серной кислоты? ( $K_s = 1,59 \cdot 10^{-8}$ ).
5. Рассчитайте гравиметрический фактор при определении  $P_2O_5$ , если гравиметрической формой служили следующие вещества:  $Mg_2P_2O_7$ ,  $Zn_2P_2O_7$ ,  $Ca_3(PO_4)_2$ .
6. Каковы будут потери при промывании осадка моногидрата оксалата кальция ( $CaC_2O_4 \cdot H_2O$ ) 0,2 л воды? ( $K_s(CaC_2O_4 \cdot H_2O) = 2,29 \cdot 10^{-9}$ ).
7. Рассчитайте гравиметрический фактор при определении фторид-иона по схеме:  
 $F \rightarrow CaF_2 \rightarrow CaSO_4$
8. Каковы будут потери при промывании осадка моногидрата оксалата кальция ( $CaC_2O_4 \cdot H_2O$ ) 0,2 л 0,001 н оксалата аммония? ( $K_s(CaC_2O_4 \cdot H_2O) = 2,29 \cdot 10^{-9}$ )

9. Рассчитайте гравиметрический фактор при определении  $Ca$  если гравиметрической формой служили следующие вещества:  $CaO, CaSO_4, CaCO_3, CaC_2O_4$ .
10. Сколько миллилитров 0,25 М раствора оксалата аммония потребуется для осаждения кальция из раствора, полученного при растворении 0,7 г. карбоната кальция.
11. Рассчитайте гравиметрический фактор при определении следующих компонентов  $Fe, FeO, Fe_2(SO_4)_3, Fe_2O_3$ , если гравиметрической формой служит  $Fe_2O_3$ .
12. Сколько миллилитров раствора аммиака плотностью 0,96 г/см<sup>3</sup>, содержащего 2,5 % аммиака нужно взять для осаждения железа из раствора, полученного при растворении 1 г. железоаммонийных квасцов  $((NH_4)Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O)$
13. Рассчитайте гравиметрический фактор при определении веществ по схеме:  
 $B_2O_3 \rightarrow K[BF_4]; Ag \rightarrow Ag_2CrO_4; K_2O \rightarrow K_2[PtCl_6]$
14. Сколько граммов сульфата бария ( $K_s=1 \cdot 10^{-10}$ ) останется в 200 мл раствора при осаждении бария эквивалентным количеством серной кислоты? Можно ли считать осаждение в этих условия практически полным.
15. Какую навеску зерна следует взять для определения влажности зерна, если допустимое содержание влаги в зерне составляет 4 %?
16. Для осаждения серебра из 100 мл раствора, содержащего 0,3398 г нитрата серебра израсходовано 17 мл 0,1 М раствора соляной кислоты. Вычислить количество серебра (в молях) оставшееся в растворе.
17. Рассчитайте навеску медного купороса ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) для определения кристаллизационной воды.
18. Осадок, содержащий 0,3 г карбоната кальция, промыт 300 мл воды. Принимая, что между осадком и промывной жидкостью успевают установится равновесие, вычислить потери от растворимости.
19. Какую навеску латуни нужно взять для определения олова в виде диоксида? (Содержание олова в латунях не превышает 6 %.)
20. Осадок, содержащий 0,3 г карбоната кальция, промыт 300 мл 0,1 М раствора карбоната аммония. Принимая, что между осадком и промывной жидкостью успевают установится равновесие, вычислить потери от растворимости.
21. Какую навеску типографского сплава следует взять для определения свинца в виде  $PbSO_4$ , при его содержании в интервале 70-80 %?
22. Сколько граммов серной кислоты содержится в 1 л раствора, если при действии на 50,00 мл ее раствором хлорида бария получено 0,2626 сульфата бария.
23. Сколько листьев нужно взять для определения зольности, если обычно масса остатка после сжигания не превышает 0,1 % массы образца?
24. Какова будет потеря при промывании осадка сульфата свинца 200 мл 0,01 М раствора сульфата аммония?
25. Какую навеску известняка ( $CaCO_3$ ) надо взять для определения кальция в виде моногидрата оксалата кальция ( $CaC_2O_4 \cdot H_2O$ ) с использованием в качестве гравиметрической формы  $CaO$ .
26. Какой объем раствора, в 1 л которого растворено 35 г оксалата аммония  $((NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O)$  потребуется для осаждения кальция, в виде оксалата, из навески 0,15 г апатита -  $Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCl_2$ .
27. Какую навеску известняка ( $CaCO_3$ ) надо взять для определения кальция в виде моногидрата оксалата кальция ( $CaC_2O_4 \cdot H_2O$ ) с использованием в качестве гравиметрической формы  $CaSO_4$ .
28. Выпадет ли осадок хлорида серебра при смешении равных объемов растворов, полученных путем разбавления 1 мл 0,01 М растворов нитрата серебра и хлорида калия до объема 1 л?

Для успешного выполнения и защиты лабораторных работ рекомендуется систематически готовиться к каждому занятию по следующей схеме:

- а) изучить теоретический материал в конспекте лекций и учебных пособиях;
- б) познакомиться со свойствами реагентов, продуктов реакций; химической посудой и оборудованием; методиками проведения опытов и техникой безопасности;
- в) дома предварительно подготовить форму лабораторного отчета;
- г) ответить на контрольные вопросы для допуска к работе;
- д) устно подготовить ответы на примерный перечень вопросов для защиты лабораторной работы.

#### Основная литература

1. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: учебник для вузов / Ю.Я. Харитонов. – 4-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2008. – 615 с.
2. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учебник для вузов /Ю.Я. Харитонов. – 4-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2008. – 559 с.

#### Дополнительная литература

3. Курс аналитической химии: учебник для вузов / И. К. Цитович. - 9-е изд., стереотип. - Санкт-Петербург: Лань, 2007. - 496 с.
4. Тикунова И.В. Практикум по аналитической химии и физико-химическим методам анализа : учеб. пособие для вузов / И. В. Тикунова, Н. А. Шаповалов, А. И. Артеменко. - Москва: Высшая школа, 2006. - 208 с.
5. Основы аналитической химии. Практическое руководство : учебное пособие для вузов / Под ред. Ю. А. Золотова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2003. - 463 с.
6. Справочник по аналитической химии [Текст]: справочное издание / Ю. Ю. Лурье. - 6-е изд., перераб. и доп., репринт. - Москва: Альянс, 2013. - 448 с.
7. Гравиметрический (весовой) анализ : методические указания к выполнению лабораторных работ / С. Ф. Лапина. - Братск : БрГУ, 2014. - 38 с.
8. Аналитическая химия. Задачи и вопросы: методические указания к самостоятельной работе / С. Ф. Лапина. - Братск: БрГУ, 2014. - 72 с

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. В чем заключается сущность гравиметрического метода. Назовите его достоинства и недостатки.
2. Перечислите основные операции гравиметрического анализа в порядке их выполнения.
3. Какие факторы влияют на величину навески анализируемого вещества?
4. Приведите формулу для расчета величины навески.
5. Назовите примерный интервал допустимой величины навески в зависимости от структуры осадка.
6. Назовите основные способы гравиметрических определений.
7. В чем заключается сущность методов отгонки (прямого косвенного) и метода осаждения.
8. В каком случае осаждение считается практически полным?
9. Как рассчитывают необходимое количество осадителя?
10. Зачем применяют избыток осадителя? Как влияют свойства осадителя на величину избытка осадителя?
11. Что такое осаждаемая форма, какие требования к ней применяются?
12. Что такое относительное пересыщение раствора?
13. Как условия осаждения влияют на структуру осадка?
14. Условия образования и свойства кристаллических осадков.
15. Условия образования и свойства аморфных осадков.
16. Какова цель промывания осадка? Какие приемы промывания существуют?
17. Как рассчитать потери при промывании осадка?
18. Чем руководствуются при выборе фильтра?

19. Чем руководствуются при выборе промывной жидкости для промывания осадков, кристаллических и аморфных?
20. Назовите основные виды соосаждения и способы уменьшения его влияния на результаты анализа.
21. Что такое весовая (гравиметрическая) форма, какие требования к ней предъявляются?
22. Что такое гравиметрический фактор, как он рассчитывается?
23. Сформулируйте правило произведения растворимости, поясните на конкретном примере.
24. Влияние концентрации одноименных ионов на растворимость осадка.
25. Влияние «солевого эффекта» на растворимость осадка.
26. Влияние температуры и природы растворителя на растворимость осадка.
27. Влияние концентрации ионов водорода на растворимость мало растворимых гидроксидов.
28. Влияние концентрации ионов водорода на растворимость мало растворимых солей слабых.
29. Влияние концентрации ионов водорода на растворимость мало растворимых солей сильных кислот.
30. Поясните что такое маскировка химической реакции. Примеры.

### **Лабораторная работа №6. Титриметрический анализ.**

Цель работы: закрепление теоретических основ титриметрического анализа; освоение методики вычислений в титриметрическом анализе; приобретение навыков выполнения общих операций в титриметрическом анализе.

#### Задание:

1. Приготовить растворы для титриметрического анализа методом разбавления – раствор серной кислоты  $C(1/2 H_2SO_4) = 0,1$  моль/дм<sup>3</sup>, методом точной навески раствор тетрабората натрия  $C(1/2 Na_2B_4O_7) = 0,1$  моль/дм<sup>3</sup>.
2. Установить точную концентрацию раствора серной кислоты по стандартному раствору тетрабората натрия.
3. Определить массу гидроксида натрия в контрольном растворе.

#### Порядок выполнения:

Лабораторную работу следует начинать только после изучения теоретических сведений и тщательной проработки методики проведения лабораторного эксперимента.

Лабораторная работа состоит из следующих этапов:

- обсуждение лабораторной работы и получение допуска для выполнения;
- выполнение работы;
- обработка экспериментальных данных, оформление отчета;
- защита лабораторной работы

#### Форма отчетности

Результаты лабораторного эксперимента оформляются в виде отчета. Отчет должен включать: дату выполнения работы; полное название работы; цель работы; основные теоретические сведения; экспериментальную часть с описание выполняемых опытов, наблюдаемых явлений, уравнения проведенных химических реакций; выводы по лабораторной работе.

#### Задания для самостоятельной работы:

1. На нейтрализацию раствора, содержащего 5,25 г кислоты, израсходовано 25 мл 2 н раствора щелочи. Рассчитайте эквивалент кислоты.

2. Какое количество медного купороса ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) и сколько воды необходимо взять для приготовления 2- кг 5% раствора.
3. На нейтрализацию 15 мл раствора, содержащего в одном литре 12 г щелочи, израсходовано 20 мл 0,25 н раствора кислоты. Рассчитайте эквивалент щелочи.
4. Сколько граммов сернистого натрия потребуется для приготовления 5-ти литров 8% раствора плотность 1,075 г/мл.
5. Какое количество медного купороса ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) и сколько воды необходимо взять для приготовления 1- кг 5% раствора.
6. Какое количество азотнокислого натрия надо взять для приготовления 300 мл 0,2 м раствора?
7. Сколько воды надо прибавить к 200 мл 20% раствора (плотность 1,14 г/мл), чтобы получить 5% р-р серной кислоты.
8. На нейтрализацию 20 мл раствора, содержащего в одном литре 12 г щелочи, израсходовано 24 мл 0,25 н раствора кислоты. Рассчитайте молярную массу эквивалента щелочи.
9. Какой % концентрации получится азотная кислота, если к 200 мл 32 % кислоты (плотность 1,2 г/мл) прибавить 1000 мл воды,
10. Сколько граммов карбоната натрия содержится в 500 мл 0,25 н раствора.
11. Сколько мл 2 н. раствора серной кислоты потребуется для приготовления 500 мл 0,5 н раствора.
12. Сколько воды надо прибавить к 100 мл 20% р-ра (плотность 1,14 г/мл), чтобы получить 5% р-р серной кислоты.
13. На нейтрализацию 40 мл р-ра щелочи потребовалось 24 мл 0,5 н раствора серной кислоты. Какова нормальность щелочи.
14. Какой % концентрации получится азотная кислота, если к 500 мл 32 % кислоты (плотность 1,2 г/мл) прибавить 1000 мл воды.
15. На нейтрализацию р-ра, содержащего 2,25 г кислоты, израсходовано 25 мл 2 н раствора щелочи. Рассчитайте эквивалент кислоты.
16. До какого объема надо разбавить 500 мл 20 % раствора хлористого натрия (плотность 1,152 г/мл), чтобы получить 4,5 % р-р.
17. Сколько мл 0,125 н серной кислоты потребуется для нейтрализации раствора, содержащего 16 г гидроксида натрия.
18. Имеется 2 н р-р серной кислоты, следует приготовить из него 1 литр 0,25 н раствор.
19. Рассчитайте нормальность соляной кислоты, содержащей 36,5 % кислоты (пл 1,18 г/мл).
20. Сколько воды надо прибавить к 200 мл 20% раствора (плотность 1,14 г/мл), чтобы получить 5% р-р серной кислоты.
21. Для нейтрализации 30мл 0,1 н раствора щелочи потребовалось 12 мл раствора кислоты. Определить нормальность кислоты.
22. Сколько мл концентрированной соляной кислоты (пл 1,19 г/мл), содержащей 38 % кислоты, нужно взять для приготовления 1 литра 2 н раствора.
23. Для нейтрализации 20 мл 0,1 н раствора кислоты потребовалось 8 мл раствора едкого натра. Сколько гр едкого натра содержится в 1 л раствора.
24. Сколько мл концентрированной соляной кислоты (пл 1,19 г/мл), содержащей 38 % кислоты, нужно взять для приготовления 2 литра 0,2 н раствора.
25. Для нейтрализации 25 мл 0,1 н раствора кислоты потребовалось 10 мл раствора едкого натра. Сколько гр едкого натра содержится в 1 л раствора.
26. Сколько мл концентрированной соляной кислоты (пл. 1,19 г/мл), содержащей 38 % кислоты, нужно взять для приготовления 0,5 литра 0,2 н раствора.
27. Сколько мл 96 % серной кислоты плотностью 1,84 г/мл нужно взять для приготовления одного литра 1 н раствора?
28. Сколько воды надо добавить к 100 мл 1 н. раствора чтобы получить 0,05 н р-р?

Для успешного выполнения и защиты лабораторных работ рекомендуется систематически готовиться к каждому занятию по следующей схеме:

- а) изучить теоретический материал в конспекте лекций и учебных пособиях;
- б) познакомиться со свойствами реагентов, продуктов реакций; химической посудой и оборудованием; методиками проведения опытов и техникой безопасности;
- в) дома предварительно подготовить форму лабораторного отчета;
- г) ответить на контрольные вопросы для допуска к работе;
- д) устно подготовить ответы на примерный перечень вопросов для защиты лабораторной работы.

#### Основная литература

1. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: учебник для вузов / Ю.Я. Харитонов. – 4-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2008. – 615 с.
2. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учебник для вузов /Ю.Я. Харитонов. – 4-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2008. – 559 с.

#### Дополнительная литература

3. Курс аналитической химии: учебник для вузов / И. К. Цитович. - 9-е изд., стереотип. - Санкт-Петербург: Лань, 2007. - 496 с.
4. Тикунова И.В. Практикум по аналитической химии и физико-химическим методам анализа : учеб. пособие для вузов / И. В. Тикунова, Н. А. Шаповалов, А. И. Артеменко. - Москва: Высшая школа, 2006. - 208 с.
5. Основы аналитической химии. Практическое руководство : учебное пособие для вузов /Под ред. Ю. А. Золотова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2003. - 463 с.
6. Справочник по аналитической химии [Текст]: справочное издание / Ю. Ю. Лурье. - 6-е изд., перераб. и доп., репринт. - Москва: Альянс, 2013. - 448 с.
7. Титриметрический анализ (кисотно-основное титрование): методические указания к выполнению лабораторных работ / С. Ф. Лапина. - Братск: БрГУ, 2015. - 48 с.
8. Аналитическая химия. Задачи и вопросы: методические указания к самостоятельной работе / С. Ф. Лапина. - Братск: БрГУ, 2014. - 72 с

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Титриметрический анализ. Требования к реакциям, применяемым в титриметрическом анализе.
2. Классификация методов титриметрического анализа.
3. Вычисления в титриметрическом методе.
4. Кривые титрования.
5. Метод кислотно-основного титрования. Общая характеристика.
6. Теория индикаторов.
7. Построение кривых титрования в методе кислотно-основного титрования.
8. Буферное действие.
9. Методы осаждения. Общая характеристика.
10. Способы фиксации ТЭ в методе осадительного титрования.
11. Построение кривых титрования в методе осадительного титрования.
12. Методы комплексообразования. Общая характеристика.
13. Способы фиксации ТЭ в методе комплектометрического титрования.
14. Построение кривых титрования в методе комплектометрического титрования.
15. Методы окисления-восстановления. Общая характеристика.
16. Окислительно-восстановительные потенциалы.
17. Направления окислительно-восстановительных реакций.
18. Влияние концентраций реагентов на ход реакций окисления-восстановления.
19. Влияние реакции среды на ход реакций окисления-восстановления.
20. Способы фиксации ТЭ в методе окислительно-восстановительного титрования.

21. Построение кривых титрования в методе окислительно-восстановительного титрования.
22. Мерная посуда и правила работы с мерной посудой.
23. Растворы. Способы выражения концентраций растворов.
24. Способы приготовления стандартных и титрованных растворов.
25. Что такое эквивалент вещества, масса эквивалента вещества. Как определяется.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Информационно-коммуникативные технологии (ИКТ) используются для:

- получение информации при подготовке к занятиям;
- создание презентационного сопровождения занятий;
- работы в электронной информационной среде.

Стандартное лицензионное программное обеспечение:

- ОС Windows 7 Professional;
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN N<sub>Q</sub> Level;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.

**PL Table** - это многофункциональная периодическая система элементов, лучшая реализация периодической системы на PC, позволяющая получать исчерпывающую информацию об элементах (более 20 типов данных о каждом химическом элементе), и

встроенный химический калькулятор, позволяющий мгновенно уравнивать химические реакции любой сложности, решать химические задачи.

Программа включает в себя ряд дополнительных возможностей, в том числе построение графиков по свойствам химических элементов, возможность отображения ряда химической активности металлов, представление периодической системы в более чем 20 различных видах, инструмент для перевода температур из одной шкалы в другие и др.

### **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<i>Вид занятия (Лк, ЛР, СР)</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР</i>
1	2	3	4
Лк	Лекционная аудитория	Ноутбук hp, видеопроектор Acer	-
ЛР	Лаборатория аналитической химии	Сушильный шкаф, тип СНОЛ-3,5.3,5.3,5/3-ИЗ 350°C; муфельная печь, тип СНОЛ 1.6.2.0.0.8/9-М1 2,5 кВт, 900°C; встряхиватель для колб лабораторный LPAN laboratory shaker type 358S; весы ВЛКТ-160г 4 класс; весы электронные ВЛТЭ-500; весы аналитические ВЛР-200 2 класс; весы электронные SHIMADZU AX120 1 класс; электронагревательные плитки ЗП4/-1.0/220В 1000 Вт; аквадистиллятор АЭ-10МО Тюмень Медико; шкаф вытяжной ШВ2-3 стол СТФ-3; стол СТФ-2; стол СТХ-3.	1-5
СР	ЧЗ № 1, ЧЗ № 2	Оборудование 15-CPU 5000/RAM 2Gb/HDD ( монитор TFT 19 LG 1953S-SF); принтер HP Laserjet P3005	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Тема	ФОС
ПК-2	владением методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия	1. Аналитическая химия и химический анализ.	Экзаменационные вопросы 1.1 - 1.10
		2. Метрологические основы аналитической химии.	Экзаменационный вопрос 2.1 – 2.5
		3. Отбор проб и подготовка вещества к анализу.	Экзаменационные вопросы 3.1 – 3.5
		4. Качественный анализ катионов и анионов.	Экзаменационные вопросы 4.1 – 4.3
		5. Количественный химический анализ	Экзаменационные вопросы 5.1 – 5.33

2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование темы
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ПК-2	владением методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных	1.1 Аналитическая химия как наука. Структура современной аналитической химии. 1.2 Основные понятия аналитической химии. 1.3 Мерная посуда и правила работы с	1. Аналитическая химия и химический анализ.

	выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия	мерной посудой. 1.4 Химическая посуда способы подготовки химической посуды. 1.5 Химические реактивы и их классификация. 1.6 Аналитические и технические весы. Техника взвешивания на аналитических весах. 1.7 Основные типы реакций, используемых в аналитической химии. 1.8 Аналитические признаки веществ и аналитические реакции. 1.9 Типы аналитических реакций и реагентов. 1.10 Характеристики чувствительности аналитических реакций	
		2.1 Погрешности (ошибки) количественного анализа. 2.2 Вычисления в количественном анализе. 2.3 Обработка результатов анализа. 2.4 Метрологические характеристики количественного анализа. 2.5 Значащие цифры. Правила округления.	<b>2.Метрологические основы аналитической химии.</b>
		3.1 Отбор проб: основные понятия. 3.2 Отбор проб газов. 3.3 Отбор проб твердых веществ. 3.4 Отбор проб жидкостей. 3.5 Подготовка вещества к анализу	<b>3.Отбор проб и подготовка вещества к анализу</b>
		4.1 Качественный анализ. Общие положения. 4.2 Аналитическая классификация катионов по группам. 4.3 Аналитическая классификация анионов по группам.	<b>4.Качественный анализ катионов и анионов.</b>
		5.1 Сущность гравиметрического (весового) анализа. 5.2 Классификация методов анализа. 5.3 Понятие весовой и осаждаемой формы. Требования к весовой и осаждаемой формам. 5.4 Расчеты в весовом анализе. 5.5 Влияние ионов на растворимость осадка, содержащего одноименные ионы. 5.6 Влияние посторонних электролитов на растворимость осадка (солевой эффект). 5.7 Влияние температуры и природы растворителя на растворимость осадка. 5.8 Влияние процессов комплексообразования на растворимость осадка. 5.9 Условия образования и свойства кристаллических осадков. 5.10 Условия образования и свойства аморфных осадков. 5.11 Титриметрический анализ. Требования к реакциям, применяемым в титриметрическом анализе. 5.12 Классификация методов	<b>5.Количественный химический анализ</b>

			<p>титриметрического анализа.</p> <p>5.13 Вычисления в титриметрическом методе.</p> <p>5.14 Кривые титрования.</p> <p>5.15 Метод кислотно-основного титрования. Общая характеристика.</p> <p>5.16 Теория индикаторов.</p> <p>5.17 Построение кривых титрования в методе кислотно-основного титрования.</p> <p>5.18 Буферное действие.</p> <p>5.19 Методы осаждения. Общая характеристика.</p> <p>5.20 Способы фиксации ТЭ в методе осадительного титрования.</p> <p>5.21 Построение кривых титрования в методе осадительного титрования.</p> <p>5.22 Методы комплексообразования. Общая характеристика.</p> <p>5.23 Способы фиксации ТЭ в методе комплектометрического титрования.</p> <p>5.24 Построение кривых титрования в методе комплектометрического титрования.</p> <p>5.25 Методы окисления-восстановления. Общая характеристика.</p> <p>5.26 Окислительно-восстановительные потенциалы.</p> <p>5.27 Направления окислительно-восстановительных реакций.</p> <p>5.28 Влияние концентраций реагентов на ход реакций окисления-восстановления.</p> <p>5.29 Влияние реакции среды на ход реакций окисления-восстановления.</p> <p>5.30 Способы фиксации ТЭ в методе окислительно-восстановительного титрования.</p> <p>5.31 Построение кривых титрования в методе окислительно-восстановительного титрования.</p> <p>5.32 Растворы. Способы выражения концентраций растворов.</p> <p>5.33 Способы приготовления стандартных и титрованных растворов.</p>	
--	--	--	---	--

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>знать</b> (ПК-2): основные понятия и теоретические законы аналитической химии; те и методы анализа; основы статистической обработки результатов анализа; правила и приемы выполнения лабораторного химического эксперимента.</p> <p><b>уметь</b> (ПК-2): обоснованно осуществлять выбор метода и методики анализа; проводить качественный и количественный анализ вещества химическими методами; обрабатывать и представлять результаты анализа в соответствии с метрологическими требованиями; использовать справочную литературу по аналитической химии; обращаться с аналитическим оборудованием и мерной посудой.</p> <p><b>владеть</b> (ПК-2): техникой выполнения основных операций гравиметрического и титриметрического анализа; методиками отбора проб и подготовки образцов к анализу; методами расчета ионных равновесий в растворе, в том числе, кривых титрования; методами расчета результатов анализа; способностью применять на практике методы анализа и оценки лабораторных исследований.</p>	<b>отлично</b>	Обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы билета и дополнительные вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций
	<b>хорошо</b>	Обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на теоретические вопросы билета и дополнительные вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой
	<b>удовлетворительно</b>	Обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы билета и дополнительные вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций
	<b>неудовлетворительно</b>	Обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине; не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые комиссией вопросы или затрудняется с ответом; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой

### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине включает учет успешности по всем видам оценочных средств.

Тестовый контроль проводится на лабораторных занятиях, включают вопросы по изучаемой теме и затрагивает как тематику лабораторной работы, так и лекционный материал.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения

компетенций. Экзамен служит для оценки работы в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных теоретических знаний и умений приводить примеры практического использования научных знаний (например, применять их в решении практических задач), приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления. Оценка сформированности компетенций на экзамене для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на экзамене.

Оценка знаний, умений, навыков учащихся должна быть плановой, систематической, целенаправленной, квалифицированной, многосторонней, дифференцированной, интенсивной, четко организованной, результативной.

Перед проведением контролирующего мероприятия обучающиеся в обязательном порядке должны быть ознакомлены с элементами контроля.

Результаты обучения химии должны соответствовать общим задачам предмета и требованиям к его усвоению.

Результаты обучения оцениваются по пятибалльной системе. При оценке учитываются следующие качественные показатели ответов: глубина (соответствие изученным теоретическим обобщениям); осознанность (соответствие требуемым в программе умениям применять полученную информацию); полнота (соответствие объему программы и информации учебника). При оценке учитываются число и характер ошибок (существенные или несущественные). Существенные ошибки связаны с недостаточной глубиной и осознанностью ответа (например, обучающийся неправильно указал основные признаки понятий, явлений, характерные свойства веществ, формулы веществ, неправильно сформулировал закон, правило и т. п. или обучающийся не смог применить теоретические знания для объяснения и предсказания явлений, установления причинно - следственных связей, сравнения и классификации явлений и т. п.). Несущественные ошибки определяются неполнотой ответа (например, упущение из вида какого-либо нехарактерного факта при характеристике вещества, процесса). К ним можно отнести оговорки, описки, допущенные по невнимательности (например, в двух и более уравнениях реакций диссоциации в полном ионном виде допущена одна ошибка в обозначении заряда иона). Результаты обучения проверяются в процессе устных и письменных ответов обучающихся, а также при выполнении ими химического эксперимента.

## **АННОТАЦИЯ**

### **рабочей программы дисциплины**

### **аналитическая химия**

#### **1. Цель и задачи дисциплины**

Цель изучения дисциплины: обучение студентов теоретическим основам аналитической химии и приобретению ими навыков практического применения методов качественного и количественного анализа для определения соединений органической и неорганической природы, активному их использованию для контроля состояния среды обитания.

Задачи дисциплины:

Усвоение минимально необходимых теоретических положений химического анализа.

Приобретение навыков расчета в области химического анализа.

#### **2. Структура дисциплины**

2.1. Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк – 17 ч; ЛР – 34 ч; СР – 30 ч.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единиц

2.2. Основные темы дисциплины:

1. Аналитическая химия и химический анализ.
2. Метрологические основы аналитической химии.
3. Отбор проб и подготовка вещества к анализу.
4. Качественный анализ катионов и анионов.
5. Количественный анализ.

#### **3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ПК-2: владением методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия

#### **4. Вид промежуточной аттестации: экзамен**

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
(разработчик)

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

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО  
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

<b>№ компетенции</b>	<b>Элемент компетенции</b>	<b>Тема</b>	<b>ФОС</b>
ПК-2	владением методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия	1. Аналитическая химия и химический анализ.	<i>Вопросы для собеседования, отчет по ЛР, комплект разноуровневых заданий</i>
		2. Метрологические основы аналитической химии.	<i>Вопросы для собеседования, отчет по ЛР, комплект разноуровневых заданий</i>
		3. Отбор проб и подготовка вещества к анализу.	<i>Вопросы для собеседования, отчет по ЛР, комплект разноуровневых заданий</i>
		4. Качественный анализ катионов и анионов	<i>Вопросы для собеседования, отчет по ЛР, комплект разноуровневых заданий</i>
		5. Количественный химический анализ.	<i>Вопросы для собеседования, отчет по ЛР, комплект разноуровневых заданий</i>

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>знать</b> (ПК-2): основные понятия и теоретические законы аналитической химии; те и методы анализа; основы статистической обработки результатов анализа; правила и приемы выполнения лабораторного химического эксперимента.</p>	<b>отлично</b>	обучающийся обнаружил знание всего учебного материала, его ответ полный и правильный на основании изученных теорий; материал изложен в определенной логической последовательности; ответ самостоятельный
<p><b>уметь</b> (ПК-2): обоснованно осуществлять выбор метода и методики анализа; проводить качественный и количественный анализ вещества химическими методами; обрабатывать и представлять результаты анализа в соответствии с метрологическими требованиями; использовать справочную литературу по аналитической химии; обращаться с аналитическим оборудованием и мерной посудой.</p>	<b>хорошо</b>	обучающийся обнаружил знание всего учебного материала, его ответ полный и правильный на основании изученных теорий; материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены две-три незначительные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
<p><b>владеть</b> (ПК-2): техникой выполнения основных операций гравиметрического и титриметрического анализа;</p>	<b>удовлетворительно</b>	обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, его ответ неполный, несвязный
<p>методиками отбора проб и подготовки образцов к анализу; методами расчета ионных равновесий в растворе, в том числе, кривых титрования; методами расчета результатов анализа; способностью применять на практике методы анализа и оценки лабораторных исследований.</p>	<b>неудовлетворительно</b>	обучающийся обнаружил существенные пробелы в знаниях основного учебного материала и допустил грубые ошибки при ответе

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользования от «11» августа 2016 г. № 998 для набора 2016 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» октября 2016 г. № 684.

**Программу составил:**

Лапина С.Ф., доцент, к.фарм.н \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ЭБЖиХ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой ЭБЖиХ \_\_\_\_\_

М.Р. Ерофеева

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой ЭБЖиХ \_\_\_\_\_

М.Р. Ерофеева

Директор библиотеки \_\_\_\_\_

Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ЕН факультета

от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Председатель методической комиссии факультета \_\_\_\_\_

М.А. Варданян

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник  
учебно-методического управления \_\_\_\_\_

Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_

(методический отдел)