

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЛГПУ»)

Факультет естественных наук

Кафедра химии и биохимии

УТВЕРЖДАЮ

Врио декана факультета  
естественных наук

М.В. Воронов  
«16» декабря 20 23 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Аналитическая химия

По направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профиль подготовки Химия. Биология

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная, заочная

Курс 3, 4

Луганск, 20 23


Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы для подготовки бакалавров по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) и профилю Химия. Биология очной и заочной форм обучения.

Рабочая программа учебной дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 февраля 2018 г. № 125 (с изменениями и дополнениями) и Профессиональным стандартом, утвержденным Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Об утверждении профессионального стандарта» от 18 октября 2013 г. № 544н (с изменениями и дополнениями).


**СОСТАВИТЕЛЬ:**

доцент кафедры химии и биохимии ФГБОУ ВО «ЛГПУ», кандидат химических наук, доцент  
Сараева Татьяна Александровна.


Утверждена на заседании кафедры химии и биохимии

Протокол от «07» декабря 20 23 г. № 6  В.Д. Дяченко  
Заведующий кафедрой химии и биохимии

Одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета естественных наук

Протокол от «14» декабря 20 23 г. № 6  
Председатель учебно-методической комиссии  
факультета естественных наук  С.Н. Несторенко

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий учебно-методическим отделом  В.В. Савенков

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины

Цели изучения дисциплины – сформировать теоретические представления о методах, с помощью которых получают фундаментальные химические данные о составе химических соединений, веществ и материалов, и навыки практического использования этих методов.

Задачи: научить студентов теоретическим основам химического анализа, сформировать представление о роли и месте каждого метода определения химического состава в системе химического анализа, подготовить к самостоятельным определениям химического состава отдельных объектов анализа и самостоятельному выполнению простейших операций химического эксперимента.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина Аналитическая химия входит в обязательную часть дисциплин подготовки студентов.

Необходимыми условиями для освоения учебной дисциплины являются знания основных химических понятий, периодической системы элементов, химических свойств соединений элементов главных и побочных подгрупп; умения планирование эксперимента, подбор реактивов и оборудования, рациональное использование времени, средств, методов и приемов в процессе выполнения работы; навыки содержания рабочего места в чистоте и порядке, выполнение химических операций, соблюдение правил безопасности труда, установление причинно-следственных связей, обобщение и выводы.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Неорганическая химия», «Органическая химия» и служит основой для дальнейшего освоения дисциплин «Химические основы биологических процессов», «Биоорганическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Фармацевтическая химия», «Химия высокомолекулярных соединений», «Химическая технология», «Методика преподавания химии», «Методика школьного химического эксперимента и изготовление наглядных пособий по химии».

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код по ФГОС ВО	Индикатор достижения	Результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-8 Способен осуществлять педагогическую деятельность	ОПК-8.1 Применяет методы анализа педагогической ситуации,	Знает: основы оптимизации аналитической процедуры и средства теоретического

на основе специальных научных знаний	профессиональной рефлексии на основе специальных научных знаний	исследования погрешностей анализа. Умеет: самостоятельно измерять химический состав отдельных объектов анализа. Владеет навыками: работы в аналитической лаборатории с аналитическими приборами, измерительной аналитической посудой.
<b>Профессиональные</b>		
ПК-1 Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования	ПК-1.4 Применяет навыки проведения химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций	Знает: общие характеристики физико-химических явлений, на которых базируется анализ; условия применения основных методов анализа. Умеет: выполнять простейшие операции химического эксперимента. Владеет навыками: техники выполнения анализа веществ

## 4. Структура и содержание учебной дисциплины

### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц	
	Очная форма	Заочная форма
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>288 / 8</b>	<b>288 / 8</b>
<b>Обязательная аудиторная нагрузка (всего часов), в том числе:</b>	<b>96</b>	<b>38</b>
Лекции	16	8
Лабораторные работы	80	30
<b>Самостоятельная работа студента (всего часов)</b>	<b>192</b>	<b>250</b>
Форма аттестации	зачет (5 семестр), экзамен (6 семестр)	экзамен (А триместр)

### 4.2. Содержание разделов учебной дисциплины

#### Раздел 1. Качественный анализ

##### Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа.

Аналитическая химия и её задачи. Методы аналитической химии. Анализ «мокрым» и «сухим» путём. Микро-, полумикро- и макроанализ. Качественный анализ. Классификация аналитических реакций. Количественная характеристика качественных реакций (чувствительность): открываемый минимум, предельная концентрация, их взаимосвязь. Системы качественного анализа. Сульфидная и кислотно-щелочная системы классификации катионов.

Деление катионов и анионов на аналитические группы. Групповые реагенты. Систематический и дробный ход анализа.

## **Тема 2. Закон действующих масс как теоретическая основа аналитической химии.**

Растворы. Способы выражения численного состава растворов. Применение закона действия масс к обратимым реакциям. Основные положения теории электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Количественные характеристики электролитической диссоциации: степень диссоциации, константа диссоциации и их взаимосвязь; закон разбавления Оствальда. Методика вычислений с использованием степени и константы диссоциации. Смещение равновесия в растворах электролитов. Действие одноименного иона. Диссоциация воды. Ионное произведение воды и водородный показатель. Вычисление pH в растворах кислот и оснований. Общие представления о буферных системах.

## **Тема 3. Закон действующих масс и гетерогенные процессы.**

Классификация веществ по растворимости. Равновесие в системах "раствор-осадок". Произведение растворимости. Методика вычислений произведения растворимости по растворимости веществ и вычисление растворимости веществ по величине произведения растворимости. Осаждение. Полнота осаждения и её контроль. Влияние различных факторов на полноту осаждения: а) природы осаждаемого вещества, осадителя, растворителя; б) количества осадителя; в) одноименных ионов; г) температуры; д) pH. Условия образования осадков. Условия протекания реакций обмена. Дробное осаждение. Сущность процесса растворения. Растворимость веществ. Количественная характеристика растворимости. Выбор реагентов и условий для растворения осадков: гидроксидов основного, амфотерного и кислотного характера; солей слабых и сильных оснований и слабых кислот; солей слабых и сильных оснований и сильных кислот. Перевод одних труднорастворимых соединений в другие.

## **Тема 4. Закон действующих масс и процессы гидролиза и амфотерности.**

Сущность процесса гидролиза солей. Различные случаи гидролиза солей. Ступенчатый гидролиз. Количественные характеристики процесса гидролиза: степень и константа гидролиза. Вывод формул константы и степени гидролиза для солей различных типов. Расчет концентрации ионов водорода, гидроксид-ионов и pH в растворах солей, образованных слабыми кислотами и сильными основаниями и сильными кислотами и слабыми основаниями. Смещение равновесия процесса гидролиза солей. Влияние различных факторов на гидролитическое равновесие: природы продуктов гидролиза; концентрации

соли; реакции среды; температуры раствора. Сущность и виды амфотерности. Кислотно-основная амфотерность. Амфотерные простые вещества, оксиды и гидроксиды. Соли с амфотерными ионами. Зависимость кислотно-основных свойств гидроксидов от состава.

#### **Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы в химическом анализе.**

Сущность окислительно-восстановительных процессов, их использование в аналитической практике. Важнейшие окислители и восстановители, используемые в анализе и их характеристика. Классификация окислительно-восстановительных реакций. Составление уравнений реакций окисления-восстановления с учетом влияния pH среды. Количественная характеристика восстановителей, окислителей и окислительно-восстановительных систем: стандартные электродные потенциалы; электродвижущая сила (ЭДС). Направленность окислительно-восстановительных реакций. Влияние pH среды, концентрации редокс-форм и температуры на протекание реакции.

#### **Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии.**

Комплексные соединения и их классификация. Состав и строение комплексных соединений. Диссоциация комплексных соединений. Константа нестойкости комплекса. Вычисление концентрации различных продуктов диссоциации комплексных соединений. Нарушение равновесия диссоциации комплексов под влиянием различных факторов. Подбор реагентов, разрушающих комплексные ионы. Применение комплексных соединений в качественном анализе для целей открытия и разделения катионов.

### **Раздел 2. Количественный анализ**

#### **Тема 1. Предмет, задачи и методы количественного анализа.**

Предмет и задачи количественного анализа. Научное и практическое значение количественного анализа. Современная классификация методов количественного анализа. Химические методы анализа, их характеристика. Отбор проб для анализа. Аналитические измерительные приборы. Мерная посуда. Ошибки количественного анализа: систематические и случайные, абсолютные и относительные. Математическая статистическая обработка результатов анализа.

#### **Тема 2. Титриметрический анализ.**

Сущность титриметрического анализа, его достоинства и недостатки по сравнению с гравиметрическим. Требования к реакциям, применяемым в титриметрическом анализе. Титрование. Определение точки эквивалентности. Методы титриметрического анализа, основанные на реакциях обмена и окисления - восстановления. Оборудование, посуда в титриметрическом анализе. Техника титриметрических определений, метод пипетирования, метод

отдельных навесок. Прямое титрование, титрование по остатку и титрование по заместителю. Способы выражения концентрации растворов в титриметрическом анализе. Приготовление исходных и рабочих растворов. Рабочие растворы с приготовленным и установленным титром. Вещества, применяемые для приготовления растворов и требования к ним. Установка титра рабочего раствора по исходному. Вычисления в титриметрическом анализе.

### **Тема 3. Метод кислотно-основного титрования.**

Алкалиметрия и ацидиметрия. Кислотность и щелочность среды. Водородный показатель. Индикаторы метода кислотно-основного титрования. Теория индикаторов. Интервалы переходов важнейших индикаторов, показатель титрования индикатора. Различные случаи титрования: титрование сильных кислот сильными щелочами, слабой кислоты сильной щелочью и слабой щелочи сильной кислотой. Кривые титрования. Точка эквивалентности в различных случаях титрования и точка нейтральности. Выбор индикатора для конкретных случаев титрования. Влияние различных факторов на величину скачка титрования. Индикаторные ошибки. Применение метода нейтрализации в анализе. Меры техники безопасности и первой помощи при работе с кислотами и щелочами.

### **Тема 4. Методы окислительно-восстановительного титрования.**

Окислительно-восстановительные процессы, применяемые в методах редоксиметрии. Отличие и сходство процессов обмена и окислительно-восстановительных. Окислительно-восстановительный потенциал как мера способности вещества к присоединению или отдаче электронов. Константа равновесия редокс-реакций. Кривые титрования редокс-методов. Способы определения конца титрования: индикаторы методов редоксиметрии. Понятие о сложности и многостадийности окислительно-восстановительных процессов, используемых в объемном анализе. Сущность метода. Рабочий раствор перманганата калия, установка его титра. Применение метода перманганатометрии в прямых и косвенных методах анализа. Сущность метода йодометрии. Свободный йод как окислитель, ионы йода как восстановители. Окислительно-восстановительный потенциал пары  $I_2/2I^-$ . Условия проведения йодометрических определений. Рабочие растворы, применяемые в йодометрии. Исходные вещества для установления титра тиосульфата натрия. Определение окислителей и восстановителей методом йодометрии (прямое, косвенное определение), примеры определений.

### **Тема 5. Методы осадительного титрования.**

Теоретические основы методов осаждения, их классификация. Метод аргентометрии. Способы фиксации точки эквивалентности: метод Мора,

Фаянса, Фольгарда. Рабочие и исходные растворы метода. Кривые титрования. Области применения методов осаждения.

### Тема 6. Комплексометрия.

Сущность методов комплексонометрии. Комплексоны. Строение внутрикомплексных соединений. Трилон Б (комплексон III). Органические индикаторы. Жесткость воды. Временная и постоянная жесткость. Комплексонометрическое определение жесткости воды.

### 4.3. Лекции

№ п/п	Наименование темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
5 семестр, 8, 9 триместр			
1.	Предмет, задачи и методы качественного анализа.	2	2
2.	Закон действующих масс как теоретическая основа аналитической химии.	2	2
3.	Закон действующих масс и гетерогенные процессы.	2	-
4.	Закон действующих масс и процессы гидролиза и амфотерности.	2	-
5.	Окислительно-восстановительные процессы в химическом анализе.	-	-
6.	Комплексообразование в аналитической химии.	-	-
6 семестр, А триместр			
7.	Предмет, задачи и методы количественного анализа.	2	2
8.	Титриметрический анализ.	2	2
9.	Метод кислотно-основного титрования.	2	-
10.	Методы окислительно-восстановительного титрования.	2	-
11.	Методы осадительного титрования.	-	-
12.	Комплексометрия.	-	-
Итого:		16	8

### 4.4. Практические / семинарские занятия. Не предусмотрено.

### 4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Наименование темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
5 семестр, 8, 9 триместр			
1.	Первая аналитическая группа катионов.	2	2
2.	Первая аналитическая группа катионов. Пробная и контрольная задачи.	2	-
3.	Вторая аналитическая группа катионов.	2	2
4.	Вторая аналитическая группа катионов. Пробная и контрольная задачи.	4	-



5.	Третья аналитическая группа катионов.	2	2
6.	Третья аналитическая группа катионов. Пробная и контрольная задачи.	4	-
7.	Четвертая аналитическая группа катионов.	2	2
8.	Четвертая аналитическая группа катионов. Пробная и контрольная задачи.	4	-
9.	Пятая аналитическая группа катионов.	2	2
10.	Пятая аналитическая группа катионов. Пробная и контрольная задачи.	4	-
11.	Шестая аналитическая группа катионов.	2	2
12.	Шестая аналитическая группа катионов. Пробная и контрольная задачи.	2	-
13.	Первая, вторая и третья аналитические группы анионов.	4	2
14.	Анализ сухого вещества растворимого в воде.	4	2
6 семестр, А триместр			
15.	Приготовление исходного раствора кислоты.	2	-
16.	Определение титра рабочего раствора основания.	2	2
17.	Определение массы кислоты в растворе.	4	2
18.	Определение карбонатной жесткости воды.	2	2
19.	Приготовление исходного раствора оксалата натрия.	2	-
20.	Установление титра рабочего раствора перманганата калия.	2	-
21.	Определение содержания перекиси водорода в растворе.	4	-
22.	Определение массы сульфата железа(II).	4	-
23.	Приготовление стандартного раствора дихромата калия.	2	-
24.	Установление титра рабочего раствора тиосульфата натрия.	4	2
25.	Определение массы соли меди (II).	4	2
26.	Определение массы хлорида.	4	-
27.	Определение массы соли магния.	2	2
28.	Определение общей жесткости воды.	2	2
<b>Итого:</b>		80	30

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Наименование раздела / темы	Вид самостоятельной работы	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
5 семестр, 8, 9 триместр				
1.	Предмет, задачи и методы качественного анализа.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	16	20
2.	Закон действующих масс как теоретическая основа аналитической химии.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	16	20
3.	Закон действия масс и	подготовка к	16	20

	гетерогенные процессы.	лабораторным работам и оформление отчетов		
4.	Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	16	20
5.	Окислительно-восстановительные процессы в химическом анализе.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	16	22
6.	Комплексообразование в аналитической химии.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	16	22
6 семестр, А триместр				
7.	Предмет, задачи и методы количественного анализа.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	16	20
8.	Титриметрический анализ.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	16	20
9.	Метод кислотно-основного титрования.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	16	20
10.	Методы окислительно-восстановительного титрования.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	16	22
11.	Методы осадительного титрования.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	16	22
12.	Комплексометрия.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	16	22
<b>Итого:</b>			192	250

**4.7. Курсовые работы / проекты.** Курсовая работа / проект учебным планом не предусмотрены.

## **5. Методическое обеспечение, образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

*Информационные технологии:* использование электронных учебников, методических рекомендаций при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям.

*Работа в команде:* совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ.

## **6. Формы контроля освоения учебной дисциплины**

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущим лабораторные работы по дисциплине в различных формах: выполнение контрольных работ, защита лабораторных работ.

Промежуточный контроль по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного зачета (5 семестр) и письменного экзамена (6 семестр, А триместр).

Система оценивания учебных достижений студентов, оценочные средства представлены в фонде оценочных средств к рабочей программе учебной дисциплины (приложении).

## **7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины**

А) основная литература:

1. Васильев В.П. Аналитическая химия [Текст] : в 2 кн.: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / В.П. Васильев. – 6-е изд., стер.. – М. : Дрофа, 2007. Кн. 1 : Титриметрический и гравиметрический методы анализа, 2007. – 366 с.: ил.

2. Логинов Н.Я. Аналитическая химия [Текст] : учеб. пособие для пед. ин-тов по хим. и биол. спец. / Н.Я. Логинов, А.Г. Воскресенский, И.С. Солодкин. – М. : Просвещение, 1979. – 480 с.

Б) дополнительная литература:

1. Васильев В.П. Аналитическая химия [Текст] : сб. вопросов, упражнений и задач: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / В.П. Васильев, Л.А. Кочергина, Т.Д. Орлова. – 4-е изд., стер.. – М. : Дрофа, 2006. – 318 с.: ил.

2. Васильев В.П. Аналитическая химия [Текст] : лабораторный практикум: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина; под ред. В.П. Васильева. – 3-е изд., стер.. – М. : Дрофа, 2006. – 414 с.: ил.

3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии / Ю.Ю. Лурье. – 7-е изд., перепечатка с 6-го изд. 1989 г. – М. : Альянс, 2007. – 448 с.

В) Интернет-ресурсы:

1. Интернет-портал фундаментального химического образования России.  
URL: [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru).

2. Научно-популярный портал. URL: [www.elementy.ru](http://www.elementy.ru).

3. Химический Интернет-портал. URL: [www.chemport.ru](http://www.chemport.ru).

4. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека

онлайн»: <https://biblioclub.ru>.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций, аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Лабораторные работы: лаборатория аналитической и физколлоидной химии, оснащенная доской, таблицами, химическими реактивами, лабораторной посудой, необходимым оборудованием.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

[illegible][illegible]