

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт *Естественнонаучный*

Кафедра *Химии*

Утверждено на заседании кафедры  
«Химии»  
«09» февраля 2021г., протокол № 7

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ В.А.Алферов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки (*специальности*)  
06.03.01 Биология

с направленностью (профилем) (*со специализацией*)  
*Биоэкология*

Форма(ы) обучения: *очно-заочная*

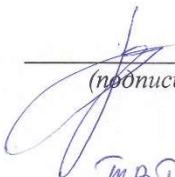
Идентификационный номер образовательной программы: 060301-01-21

Тула 2021 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик(и):**

Зайцев М.Г., доц.каф.химии, к.х.н  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
\_\_\_\_\_

(подпись)

Рогова Т.В., доц.каф.химии, к.х.н  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
\_\_\_\_\_

(подпись)

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

*Целью* освоения дисциплины является изучение современных методов анализа веществ и их применения для конкретных практических задач.

*Задачами* изучения дисциплины являются:

- формирование у студентов понимания роли химического анализа и места аналитической химии в системе наук;
- овладение метрологическими основами химического анализа;
- изучение теоретических основ аналитической химии, принципов и областей использования основных методов химического анализа (химических, физических).

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина относится к *вариативной части* основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в двух *семестрах*.

## **3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями), установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

### **Знать:**

1) разнообразие оборудования для проведения экологических исследований и правила техники безопасности при работе с ним (ПК-4, индикатор ПК-4.1)

### **Уметь:**

1) осуществлять выбор методов исследований в соответствии с поставленными целями (ПК-4, индикатор ПК-4.2)

### **Владеть:**

1) методами и подходами по оценке состояния природных и антропогенных территорий с использованием современного оборудования (ПК-4, индикатор ПК-4.3)

## **4 Объем и содержание дисциплины (модуля)**

**4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очно-заочная форма обучения*										
3	ДЗ	4	144	16		16			0,25	111,75
4	Э	4	144	16		16		2	0,25	109,75
<b>Итого</b>	–	8	288	32		32		2	0,5	124

\* Если предусмотрено основной профессиональной образовательной программой

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

## 4.2 Содержание лекционных занятий

### Очно-заочная форма обучения\*

№ п/п	Темы лекционных занятий
<b>3 семестр</b>	
1	Качественный и количественный анализ. Виды анализа. Характеристики и виды методов анализа. Стадии аналитического процесса. Метод и методика анализа. Аналитический сигнал, погрешности измерений.
2	Описание химических равновесий. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая-Хюккеля. Теория Бренстеда-Лоури.
3	Вычисление рН различных протолитических систем. Одноосновные кислоты и основания. Растворы сильных кислот и оснований.
4	Равновесие в системе раствор-осадок. Произведение растворимости (термодинамическое, концентрационное, условное), растворимость. Влияние на растворимость температуры, ионной силы раствора и конкурирующих взаимодействий. Расчет условий растворения и осаждения осадков.
5	Основные закономерности равновесий и протекания реакций комплексообразования. Количественные характеристики равновесий комплексообразования. Реакции окисления-восстановления. Уравнение Нернста. Электродный, стандартный, формальный и реальный потенциалы. Влияние температуры, ионной силы раствора, конкурирующих взаимодействия. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами.
6	Качественный анализ: методы обнаружения и идентификации. Групповые и характерные (селективные и специфичные) реакции. Систематический анализ: основные принципы, групповые реагенты, аналитические группы катионов и анионов. Дробный анализ.
7	Количественный анализ. Гравиметрический анализ. Сущность метода гравиметрии. Общая схема и выполнение анализа. Типы осадка: кристаллический и аморфный и их условия осаждения. Осаждаемая и гравиметрическая форма. Расчеты в гравиметрическом анализе.

№ п/п	Темы лекционных занятий
8	Сущность метода титриметрии. Классификация титриметрических методов анализа. Первичные и вторичные стандарты. Кривые титрования, их параметры. Количественные характеристики и правила выбора рН-индикаторов. Кривые титрования одноосновных кислот и оснований. Комплексометрическое титрование. Комплексоионометрия. Рабочие растворы и индикаторы. Факторы, влияющие на параметры кривых титрования. Практическое применение метода. Осадительное титрование. Аргентометрия. Рабочие растворы и индикаторы. Факторы, влияющие на параметры кривых титрования. Практическое применение метода.
<i>4 семестр</i>	
1	Оптические методы анализа Теоретические основы оптических методов анализа. Возникновение атомных и молекулярных спектров. Спектры поглощения и эмиссии. Классификация оптических методов. Методы атомно-эмиссионной оптической спектроскопии. Основы атомно – эмиссионной спектроскопии. Основные узлы и конструкция спектральных приборов. Качественный и количественный анализ. Уравнение Ломакина. Особенности фотометрии пламени. Расчетные методы: ограничивающих растворов, внутреннего стандарта, градуировочного графика.
2	Абсорбционная спектроскопия: спектрофотометрия, фотоколориметрия и фотометрическое титрование Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Спектральная характеристика. Основной закон светопоглощения (закон Бугера-Ламберта-Бера), условия выполнения. Фотометрические реагенты, требования к ним. Принципиальная схема приборов. Качественный и количественный анализ. Расчетные методы: градуировочного графика, добавок, дифференциальный метод. Практическое применение.
3	Другие оптические методы. Методы, основанные на взаимодействии электромагнитного излучения с полным объемом вещества. Основы методов рефракто-, поляри-, нефело- и турбидиметрии. Общие характеристики, возможности и практическое применение методов.
4	Электрохимические методы анализа. Реакция в ячейке. Обратимость, поляризация, перенапряжение. Классификация электродов по устройству и их функциям в ячейке.
5	Потенциометрия. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Уравнение Нернста, электродная функция. Количественный анализ. Прямая потенциометрия (ионометрия). Расчетные методы: градуировки электрода, градуировочного графика, концентрационного элемента. Потенциометрическое титрование. Практическое применение.
6	Кондуктометрия. Удельная и эквивалентная электрическая проводимость растворов. Закон Кольрауша. Закон аддитивности. Принципиальная схема кондуктометров. Прямая и косвенная кондуктометрия.
7	Кулонометрия. Основы метода. Закон Фарадея. Потенциостатический и амперостатический режимы проведения электролиза. Принципиальная схема установки. Количественный анализ. Прямая кулонометрия, электрогравиметрия. Косвенная кулонометрия с внешней и внутренней электрогенерацией титранта. Практическое применение.
8	Вольтамперометрия. Кривая ток-потенциал. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны. Расчетные методы. Амперометрическое титрование. Метод мертвой точки. Практическое применение метода. Общая характеристика. Амперометрическое титрование. Метод мертвой точки. Практическое применение метода. Общая характеристика.

\* Если предусмотрено основной профессиональной образовательной программой

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой

#### 4.4 Содержание лабораторных работ Очно -заочная форма обучения\*

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<i>3 семестр</i>	
1	Приготовление стандартных растворов
2	Капельный анализ неорганических веществ (контрольная задача)
3	Гравиметрическое определение сульфатов в виде сульфата бария или Гравиметрическое определение кристаллизационной воды в составе вещества.
4	Определение уксусной кислоты методом протолитометрии
5	Перманганатометрическое определение железа (II) в растворе
6	Иодометрическое определение меди (II) в растворе
7	Комплексонометрическое определение железа (III) Определение общей жесткости водопроводной воды
8	Защита работ
<i>4 семестр</i>	
1	Фотоколориметрическое определение меди (II) в виде аммиаката дифференциальным методом и методом градуировочного графика
2	Определение содержания микробных клеток турбидиметрическим методом
3	Рефрактометрическое определение сахара в молоке и хлорида натрия в водном растворе
4	Потенциометрическое титрование смеси хлороводородной и уксусной кислот при совместном присутствии в пробе
5	Определение железа (II) в присутствии железа (III) методом потенциометрического редокс-титрования
6	Кондуктометрическое определение борной кислоты и солянокислого гидроксилamina в их смеси
7	Кондуктометрическое определение никеля (II) и кальция при их совместном присутствии
8	Защита работ

\* Если предусмотрено основной профессиональной образовательной программой

\* Если предусмотрено основной профессиональной образовательной программой

#### 4.5 Содержание клинических практических занятий

«Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.»

#### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

##### Очная форма обучения\*

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>3 семестр</i>	
1	Подготовка к лабораторным работам
2	Выполнение расчетной работы
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>4 семестр</i>	
1	Подготовка к лабораторным работам
2	Выполнение расчетной работы
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

*\* Если предусмотрено основной профессиональной образовательной программой*

*\* Если предусмотрено основной профессиональной образовательной программой*

### **5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося**

**Очная форма обучения** (*если предусмотрено основной профессиональной образовательной программой*)

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
<i>3 семестр</i>			
Текущий контроль успеваемости	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>		
		Выполнение и защита лабораторных работ №1-8	15
		Выполнение расчетной работы	45
		Итого	60
Промежуточная аттестация	<i>Дифференцированный зачет</i>		40 (100*)
<i>4 семестр</i>			
Текущий контроль успеваемости	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>		
		Выполнение и защита лабораторных работ №1-8	15
		Выполнение расчетной работы	45
		Итого	60
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)

*\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости*

### **Шкала соответствия оценок в стобальной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

Система оценивания результатов обучения	Оценки	
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено

## 6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется:  
 Для проведения лабораторных работ требуется аналитический практикум, оснащенный вытяжными шкафами, электроразводкой, водопроводом.

- Муфельная печь;
- Весы технические, весы аналитические;
- Сушильный шкаф;
- Электроплитка;
- Магнитная мешалка;
- Установка для титрования;
- Фотозлектроколориметр;
- Рефрактометр;
- Поляриметр;
- Иономер;
- Кондуктометр;
- 

## 7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

(Наличие указываемых изданий в библиотеке ТулГУ или в ЭБС ТулГУ обязательно)

### 7.1 Основная литература

1. Цитович, И.К. Курс аналитической химии : учебник / И.К.Цитович .— 9-е изд.,стер. — СПб.[и др.] : Лань, 2007 .— 496с. : ил. — (Учебники для вузов.Спец.лит.) .— Библиогр.в конце кн. — ISBN 978-5-8114-0553-4 /в пер./ : 466.07.
2. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия.Аналитика : учеб.пособие для вузов:В 2 кн. Кн.1. Общие теоретические основы.Качественный анализ / Ю.Я.Харитонов .— 3-е изд.,стер. — М. : Высш.шк., 2005 .— 615с. : ил. — Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-06-003835-1(кн.1) /в пер./ .— ISBN 5-06-003966-8 : 101.00.
3. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия.Аналитика : учеб.пособие для вузов:В 2 кн. Кн.2. Количественный анализ.Физико-химические (инструментальные) методы анализа / Ю.Я.Харитонов .— 3-е изд.,испр. — М. : Высш.шк., 2005 .— 559с. : ил. — Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-06-003965-X (кн.2)/в пер./ .— ISBN 5-06-003966-8 : 101.00.
4. Коренман, Я.И. Практикум по аналитической химии:Анализ пищевых продуктов : учеб.пособие для вузов:в 4 кн. Кн.1. Титриметрические методы анализа / Я.И.Коренман .— 2-е изд.перераб.и доп. — М. : КолосС, 2005 .— 335с. : ил. — (Учебники и учебные пособия для высших учебных заведений) .— Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-9532-0271-7(кн.1) /в пер./ : 126.83.
5. Коренман, Я.И. Практикум по аналитической химии:Анализ пищевых продуктов : учеб.пособие для вузов:в 4 кн. Кн.2. Оптические методы анализа / Я.И.Коренман .— 2-е изд.перераб.и доп. — М. : КолосС, 2005 .— 288с. : ил. — (Учебники и учебные пособия для высших учебных заведений) .— Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-9532-0272-5(кн.2) /в пер./ : 149.60.

6. Коренман, Я.И. Практикум по аналитической химии: Анализ пищевых продуктов : учеб.пособие для вузов: в 4 кн. Кн.3. Электрохимические методы анализа / Я.И.Коренман .— 2-е изд.перераб.и доп. — М. : КолосС, 2005 .— 232с. : ил. — (Учебники и учебные пособия для высших учебных заведений) .— Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-9532-0297-0(кн.3) /в пер./ : 99.66.
7. Коренман, Я.И. Практикум по аналитической химии: Анализ пищевых продуктов : учеб.пособие для вузов: в 4 кн. Кн.4. Хроматографические методы анализа / Я.И.Коренман .— 2-е изд.перераб.и доп. — М. : КолосС, 2005 .— 296с. : ил. — (Учебники и учебные пособия для высших учебных заведений) .— Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-9532-0298-9(кн.4) /в пер./ : 109.67.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Васильев, В.П. Аналитическая химия : Учебник для вузов: В 2 кн. Кн.2. Физико-химические методы анализа / В.П.Васильев .— 3-е изд.,стер. — М. : Дрофа, 2003 .— 384с. : ил. — (Высш.образование) .— Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-7107-7608-1(кн.2) /в пер./ : 67.00 .— ISBN 5-7107-7606-8.
2. Васильев, В.П. Аналитическая химия : Учебник для вузов: В 2 кн. Кн.1. Титриметрические и гравиметрические методы анализа / В.П.Васильев .— 3-е изд.,стер. — М. : Дрофа, 2003 .— 368с. : ил. — (Высш.образование) .— Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-7107-7607-1(кн.1)/в пер./ : 65.50 .— ISBN 5-7107-7606-8.
3. Основы аналитической химии : учебник для вузов : в 2 кн. Кн.1. Общие вопросы. Методы разделения / Ю. А. Золотов [и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш. шк., 1999 .— 351 с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 5-06-003558-1 ((в пер.)) : 25,30 .— ISBN 5-06-003560-3.
4. Основы аналитической химии : учебник для вузов : в 2 кн. Кн.2. Методы химического анализа / Ю. А. Золотов [и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш. шк., 1999 .— 461 с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 5-06-003559-X (в пер.) .— ISBN 5-06-003560-3.
5. Отто, М. Современные методы аналитической химии : [учебник]: в 2 т. Т. I / М.Отто; пер. с нем. А.В.Гармаша .— М. : Техносфера, 2003 .— 416с. : ил. — (Мир химии) .— Библиогр.в конце гл. — ISBN 5-94836-014-8 /в пер./ : 247.50 .— ISBN 5-527-29840-1 (нем.).
6. Отто, М. Современные методы аналитической химии : [учебник]: в 2 т. Т. II / М.Отто; пер. с нем. А.В.Гармаша .— М. : Техносфера, 2004 .— 288с. : ил. — (Мир химии) .— Библиогр.в конце гл. — ISBN 5-94836-017-2 (Т.2) /в пер./ : 247.50 .— ISBN 5-94836-014-8 (рус.) .— ISBN 3-527-29840-1(нем.).
7. Дорохова, Е.Н. Задачи и вопросы по аналитической химии / Е.Н.Дорохова, Г.В.Прохорова .— М. : Мир, 2001 .— 267с. : ил. — Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-03-003358-0 /в пер./ : 146.00.
8. Васильев, В.П. Аналитическая химия : Сб.вопросов, упражнений и задач: Учеб.пособие для вузов / В.П.Васильев, Л.А. Кочергина, Т.Д. Орлова; Под ред. В.П.Васильева .— 2-е изд., перераб.и доп. — М. : Дрофа, 2003 .— 320с. : ил. — ISBN 5-7107-6072-2 /в пер./ : 62.50.
9. Васильев, В.П. Аналитическая химия : Сб.вопросов, упражнений и задач: Учеб.пособие для вузов / В.П.Васильев, Л.А.Кочергина, Т.Д. Орлова; Под ред. В.П.Васильева .— 2-е изд., перераб.и доп. — М. : Дрофа, 2003 .— 320с. : ил. — ISBN 5-7107-6072-2 /в пер./ : 62.50.

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

1. [http://library.tsu.tula.ru/ellibraries/all\\_news.htm](http://library.tsu.tula.ru/ellibraries/all_news.htm)

2. ChemFinder (<http://chemfinder.com>)
3. Scirus - forscientificinformation (<http://www.scirus.com>)
4. ChemWeb (<http://www.chemweb.com>)
5. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) (<http://www2.viniti.ru>)
6. Базы данных: The Patent Office (<http://gb.espacenet.com>)
7. US Patent & Trademark Office, Patent Full Text and Image Database (<http://www.uspto.gov>)
8. База данных о химических веществах (<http://webbook.nist.gov/chemistry/form-ser.html>)
9. Hazardous Chemical Database (<http://ull.chemistry.uakron.edu/erd>)
10. Электронные библиотеки: Электронная библиотека Имперского колледжа (<http://www.imperial.ac.uk/library/ejournals/a1.html>).
11. Перечень зарубежных библиотек, специализированных химических или имеющих литературу по химии. (<http://www.liv.ac.uk/Chemistry/Links/libraries.html>)
12. Электронная библиотека российских периодических изданий - с 1990 года по настоящее время - около 500 наименований газет и журналов. Public.ru (<http://www.public.ru>)
13. Электронная библиотека. Области знания - биология, биотехнология, медицина, химия, математика, физика, астрономия, науки о Земле, экология, информатика, экономика, право. Springer LINK. (<http://www.springerlink.com/home/main.mpx>).
14. Электронная библиотека. Области знания - физика, математика, информационные науки, химия, науки о жизни, науки о Земле, экология, инженерные науки, экономика, социальные и гуманитарные науки. IDEALibrary. (<http://www.idealibrary.com>). Научная электронная библиотека. E-Library.ru (<http://www.e-library.ru>)

## **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

**9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

**9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**