

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

« 12 » декабря 20 23 г.



Приложение к рабочей программе учебной дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации  
обучающихся по дисциплине

Физико-химические методы исследования вещества

По направлению подготовки 04.04.01 Химия  
Программа магистратуры Медицинская и фармацевтическая химия  
Квалификация выпускника бакалавр  
Форма обучения очная  
Курс 4

Разработчик  
доцент кафедры химии и биохимии  
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»

Тихий А.А.

Заведующий кафедрой  
химии и биохимии

В.Д. Дяченко

Протокол

от « 07 » декабря 20 23 г. № 6

Луганск, 20 23

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1.1. Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – неотъемлемая часть рабочей программы дисциплины «Физико-химические методы исследования вещества» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений студентов, освоивших программу дисциплины.

### 1.2. Цели и задачи фонда оценочных средств

Цель ФОС – установить соответствие уровня подготовки обучающегося требованиям ФГОС ВО бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» (Медицинская и фармацевтическая химия), утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17 июля 2017 г. № 671 (с изменениями и дополнениями).

### 1.3. Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения основной образовательной программы

Процесс освоения дисциплины направлен на овладение следующими компетенциями:

Код по ФГОС ВО	Индикатор достижения
Универсальные	
Общепрофессиональные	
ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3  ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4
Профессиональные	
ПК-1 ПК-3	ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5  ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.6

### 1.4. Этапы формирования компетенций и средства оценивания уровня их сформированности

Этапы формирования	Компетенции	Контрольно-оценочные
--------------------	-------------	----------------------

<b>компетенций</b>		<b>средства / способ оценивания</b>
Тема 1. Общая характеристика и классификация спектроскопических методов исследования.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-3	Устный опрос
Тема 2. Атомные спектральные методы.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-3	Устный опрос, работа на лабораторных
Тема 3. Молекулярно-абсорбционный анализ в УФ и видимой областях спектра.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-3	Устный опрос, работа на лабораторных
Тема 4. Инфракрасная спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния света.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-3	Устный опрос, работа на лабораторных
Тема 5. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-3	Устный опрос, работа на лабораторных
Тема 6. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-3	Устный опрос, работа на лабораторных
Текущая аттестация	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-3	Контрольная работа
Промежуточная аттестация	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-3	Зачёт
Тема 7. Электрохимические методы анализа.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-3	Устный опрос, работа на лабораторных
Тема 8. Потенциометрия.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-3	Устный опрос, работа на лабораторных
Тема 9. Вольтамперометрические методы исследования.	ОПК-1 ОПК-2	Устный опрос, работа на лабораторных

	ПК-1 ПК-3	
Тема 10. Кулонометрия и кулонометрическое титрование.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-3	Устный опрос, работа на лабораторных
Тема 11. Хроматография.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-3	Устный опрос, работа на лабораторных
Тема 12. Масс-спектрометрия.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-3	Устный опрос, работа на лабораторных
Текущая аттестация	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-3	Контрольная работа
Промежуточная аттестация	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-3	Экзамен

### 1.5. Описание показателей формирования компетенций

Код компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели)
ОПК-1	<b>Знает:</b> знание методов качественного и количественного анализа, включая современные аналитические техники; <b>Умеет:</b> анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений; <b>Владеет навыками:</b> эффективной работы в группе, обмена знаниями и опытом с коллегами, критического мышления.
ОПК-2	<b>Знает:</b> правила техники безопасности; <b>Умеет:</b> проводить эксперимент в соответствии с имеющейся методикой; <b>Владеет навыками:</b> безопасной работы в учебной химической лаборатории, включающие работу с химической посудой, реактивами и оборудованием.
ПК-1	<b>Знает:</b> особенности физико-химических методов анализа; области использования физико-химических методов анализа; классификацию физико-химических методов; <b>Умеет:</b> определять состав химических соединений; устанавливать строение химических соединений;

	<b>Владеет навыками:</b> выбора технических средства и методов испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР; проведения наблюдения и измерения, составления их описания и формулировки выводов; статистической обработки полученных результатов исследований, испытаний и экспериментов.
ПК-3	<b>Знает:</b> теоретические основы, аппаратуру и технику исполнения методов; <b>Умеет:</b> выполнять качественный и количественный анализ смесей; <b>Владеет навыками:</b> выбора технических средства и методов испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР; испытания лекарственных средств, исходного сырья, промежуточной продукции и объектов производственной среды с помощью химических, биологических и физико-химических методов в соответствии с фармакопейными требованиями, нормативной документацией и установленными процедурами.

### 1.6. Критерии оценивания компетенций на разных этапах их формирования

Вид текущей учебной работы	Количество баллов
1 семестр	
Контроль самостоятельной работы	20
Выполнение и защита лабораторных работ	40
Зачётная работа	40
Итого за семестр:	100
2 семестр	
Контроль самостоятельной работы	20
Выполнение и защита лабораторных работ	40
Экзаменационная работа	40
Итого за семестр:	100

### Накопительная система оценивания по 100-балльной шкале

Четырехбал- льная система оценивания экзамена	100- балльная шкала	Буквенная шкала, соответствующая 100- балльной шкале	Система оценивания зачета
Отлично	90–100	А – отлично – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы; все предусмотренные программой обучения	

		учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	Зачтено
Хорошо	<b>83–89</b>	<b>В</b> – очень хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	
Хорошо	<b>75–82</b>	<b>С</b> – хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью; некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	
Удовлетворительно	<b>63–74</b>	<b>Д</b> – удовлетворительно – теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки	
Удовлетворительно	<b>50–62</b>	<b>Е</b> – посредственно – теоретическое содержание курса освоено частично; некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	
Неудовлетворительно	<b>21–49</b>	<b>FX</b> – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса освоено частично; необходимые практические навыки работы не сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	Не зачтено
Неудовлетворительно	<b>0–20</b>	<b>F</b> – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса не освоено; необходимые практические навыки работы	

		не сформированы; все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	
--	--	---	--

## **2. Контрольно-оценочные средства**

### **2.1 Оценочные средства текущего контроля (типовые)**

#### **Вопросы для устного опроса**

1. Каковы основные особенности физико-химических методов анализа?
2. Каковы области практического применения физических методов анализа?
3. Какие свойства вещества практически реализуются в качестве аналитического сигнала?
4. Можно ли по цвету вещества предсказать его спектр поглощения в видимой и УФ- области? И наоборот – можно ли по спектру вещества предсказать его цвет? Приведите примеры для обоснования своего ответа.
5. Укажите физический смысл молярного коэффициента поглощения.
6. В каких случаях сохраняется линейная зависимость оптической плотности от концентрации?
7. Какие процессы лежат в основе возникновения аналитического сигнала в методе молекулярно-абсорбционного анализа в УФ и видимой областях спектра?
8. Какое происхождение имеют спектры комбинационного рассеяния?
9. На чем основаны методы количественного анализа по спектрам комбинационного рассеяния? В чем сущность атомно-абсорбционного анализа? Что является аналитическим сигналом в этом методе?
10. Какие достоинства и недостатки характерны для методов атомно-абсорбционного анализа и эмиссионной спектроскопии?
11. В чем сущность ядерного магнитного резонанса (ЯМР)?
12. Какие ядра обладают парамагнитными и какие диамагнитными свойствами?
13. Как рассчитывается химический сдвиг, что он характеризует?
14. Какие требования предъявляются к стандартам в ЯМР? Какие вещества используются в качестве стандартов при снятии спектров ЯМР?
15. Что такое электродный потенциал, от чего зависит его величина?
16. Напишите уравнение Нернста для реакции, протекающей на цинковой пластинке в растворе хлорида цинка.
17. Прямая потенциометрия. Сущность, область применения, достоинства и недостатки метода.
18. В чем сущность хроматографического процесса?
19. Как классифицируют методы хроматографии по агрегатному состоянию фаз и по методике проведения эксперимента?
20. В чем состоит проявительный (элюэнтный) анализ?
21. На чем основан масс-спектрометрический анализ?
22. Какие свойства ионов приводят к их разделению в масс-спектрометре?
23. На чем основан качественный масс-спектрометрический анализ?



## Задачи для письменной самостоятельной контрольной работы:

### Образец заданий к контрольной работе.

1. Физическое свойство это
  - а. свойство, присущие веществу вне химического взаимодействия.
  - б. ответная реакция на внешнее воздействие.
  - в. мера взаимодействия.
  - г. объективная характеристика вещества.
2. Запрещенные электронные переходы это:
  - а. переходы, которые не могут быть описаны существующими научными теориями.
  - б. переходы, которые не происходят ни при каких обстоятельствах.
  - в. переходы, вероятность которых крайне мала.
  - г. нет таких переходов.
3. На коэффициент молярного поглощения наибольшее влияние оказывают:
  - а. длина волны проходящего света.
  - б. температура.
  - в. концентрация раствора.
  - г. природа вещества.
4. Какой свет рассеивается в наибольшей степени частицами, находящимися в растворе во взвешенном состоянии:
  - а) желтый;
  - б) синий;
  - в) зеленый;
  - г) красный?
5. Рассчитать равновесный потенциал серебряной пластинки, опущенной в раствор сульфата серебра с концентрацией 0,001 моль/л при температуре 27°C.
6. В кондуктометрическую ячейку с электродами площадью 2,25 см<sup>2</sup>, расположенными на расстоянии 4 см друг от друга, помещен раствор хлорида калия с концентрацией 0,01 моль/л. Измеренное при температуре 25°C сопротивление раствора составило 1259,56 Ом. Рассчитать удельную и молярную электрические проводимости раствора и коэффициент электрической проводимости хлорида калия.
7. Вычислить степень диссоциации уксусной кислоты в растворе, молярная проводимость которого при температуре 25°C составляет 0,0001464 См·м<sup>2</sup>/моль.
8. Через колонку с катионитом в H<sup>+</sup> – форме пропустили 20 мл раствора KCl. Элюат оттитровали 15 мл 0,1 моль/л раствора NaOH. Определить содержание KCl в анализируемом растворе.

9. Коэффициент молярного поглощения  $\text{KMnO}_4$  при длине волны 546 нм равен 2420. Оптическая плотность исследуемого раствора в кювете толщиной слоя 2 см равна 0,80. Чему равен  $T(\text{KMnO}_4/\text{Mn}^{+2})$ , г/мл?
10. Определить массовую долю (%) метана и этана в газовой смеси, если площади хроматографических пиков и поправочные коэффициенты этих компонентов равны, соответственно: 80 мм<sup>2</sup> и 1,23 мм<sup>2</sup>, 40 мм<sup>2</sup> и 1,15 мм<sup>2</sup>.

## **2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации**

### **Теоретические вопросы к зачету.**

1. Понятие ФХМА. Аналитический сигнал.
2. Классификация ФХМА: по измеряемым свойствам, чувствительности, интенсивности, селективности.
3. Электромагнитное излучение и его характеристики. Квантовые и волновые свойства света. Взаимодействие излучения с веществом.
4. Основные типы электронных переходов в молекулах органических веществ.
5. Дайте определения понятиям «хромофор» и «ауксохром».
6. Гипсохромный и батохромный сдвиг, гипохромный и гиперхромный эффект.
7. Классификация оптических методов анализа.
8. Понятие о спектроскопии. Эмиссионная спектроскопия.
9. Общая характеристика и особенности эмиссионных оптических методов.
10. Интенсивность и ширина спектральных линий.
11. Качественный анализ в эмиссионной спектроскопии.
12. Количественный анализ в эмиссионной спектроскопии.
13. Основные узлы и конструкция приборов для эмиссионной спектроскопии.
14. Источники возбуждения, диспергирующий элемент, приемники света.
15. Пламенная фотометрия.
16. Люминесцентный анализ.
17. Что изучает электронная спектроскопия органических соединений?
18. Теория абсорбционных методов анализа. Спектры поглощения и их происхождение. Вращательные, колебательные и электронные спектры.
19. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
20. Инфракрасная спектроскопия.
21. Основные узлы и конструкция приборов для ИК спектроскопии.
22. Рамановская спектроскопия.
23. Техника измерения и расшифровки спектров ИК поглощения.
24. Валентные и деформационные колебания.
25. Дайте определения понятиям: основная частота, нормальные колебания.

26. Инфракрасная спектроскопия алканов. Укажите области валентных и деформационных колебаний соответствующих связей.
27. Инфракрасная спектроскопия алкенов. Укажите области валентных и деформационных колебаний соответствующих связей.
28. Инфракрасная спектроскопия алкинов. Укажите области валентных и деформационных колебаний соответствующих связей.
29. Инфракрасная спектроскопия гидроксилсодержащих соединений (спиртов и фенолов). Укажите области валентных и деформационных колебаний соответствующих связей.
30. Инфракрасная спектроскопия алкилзамещенных ароматов. Укажите основные области валентных и деформационных колебаний C—C и C—H связей.
31. Инфракрасная спектроскопия галогенбензолов, нитробензолов и ариламинов. Укажите области колебаний соответствующих связей.
32. Инфракрасная спектроскопия альдегидов. Укажите области колебаний соответствующих связей.
33. Инфракрасная спектроскопия кетонов. Укажите области колебаний соответствующих связей.
34. Инфракрасная спектроскопия карбоновых кислот и сложных эфиров. Укажите области колебаний соответствующих связей.
35. Инфракрасная спектроскопия азотсодержащих соединений (аминов, нитросоединений, нитрилов). Укажите области колебаний (валентных и деформационных) соответствующих связей.
36. Качественный анализ в ИК спектроскопии.
37. Количественный анализ в ИК спектроскопии.
38. Атомно-абсорбционная спектроскопия.
39. Фотометрия. Методы измерений в колориметрии. Спектрофотометрия.
40. Фотоколориметр. Схема прибора, работа на нем. Оптимальные условия фотометрических определений.
41. Рассеяние излучения. Нефелометрия и турбидиметрия.
42. Поляриметрия. Получение плоскополяризованного света. Принцип действия поляризатора.
43. Аппаратура для поляриметрических измерений.
44. Зависимость угла вращения плоскости поляризации от различных факторов.
45. Оптически активные вещества.
46. Рефрактометрия. Теоретическое обоснование метода. Преломление света.
47. Угол полного внутреннего отражения. Зависимость показателя преломления от различных факторов.
48. Рефрактометры.
49. Физические основы ЯМР спектроскопии.
50. Угловой момент количества движения. Магнитные моменты ядер.
51. Поведение ядер в магнитном поле.

52. Энергия ядер в магнитном поле, эффект Зеемана. Резонансная частота поглощения.
53. Устройство спектрометра ядерного магнитного резонанса с постоянным магнитом.
54. Резонансные частоты в ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$ .
55. Химический сдвиг. Диамагнитное экранирование ядер.
56. Константа экранирования.
57. Зависимость химического сдвига от химического окружения
58. Индуктивный и мезомерный эффекты. Влияние диамагнитных кольцевых токов (экранирование и дезэкранирование).
59. Интегрирование сигналов в спектрах ЯМР.
60. Интегральные интенсивности спектров ЯМР. Интеграл. Точность интегрирования.
61. Получение количественной информации из спектров ЯМР и основные области ее применения.
62. Метод ЯМР  $^{13}\text{C}$ , физические основы. ЯМР-изотопы.
63. Двумерные экспериментальные методы спектроскопии  $^{13}\text{C}$ -ЯМР
64. Типы спектрометров (CW и Фурье). Растворители для ЯМР спектроскопии.
65. Химическая и магнитная эквивалентность. Примеры.
66. Спектроскопия протонного магнитного резонанса (ПМР).
67. Константа спин-спинового взаимодействия.
68. Методы упрощения сложных ЯМР спектров.
69. Проявление химического обмена в ЯМР спектрах.
70. Определение относительных интенсивностей сигналов в мультиплетах с помощью треугольника Паскаля.

### **Теоретические вопросы к экзамену.**

1. Основные понятия и классификация электрохимических методов.
2. Электрохимические методы анализа на современном этапе развития.
3. Электрическая проводимость растворов.
4. Ионоселективные электроды.
5. Характеристики электродов.
6. Электрохимическая ячейка и её состав.
7. Вольтамперометрия.
8. Классическая полярография.
9. Схема полярографической установки.
10. Процессы протекающие на ртутном капельном электроде.  
Характеристика полярографической волны.
11. Количественный и качественный полярографический анализ.
12. Кулонометрия. Теоретические основы. Классификация кулонометрических методов.
13. Потенциостатическая кулонометрия.

14. Стандартный и исследуемый гальванический элемент.
15. Приборы для потенциостатической кулонометрии.
16. Кулонометрическое титрование. Практическое применение метода.
17. Кондуктометрия. Удельная и эквивалентная электропроводности.
18. Схема кондуктометра.
19. Методы измерения в кондуктометрии: прямая кондуктометрия, кондуктометрическое титрование и его разновидности.
20. ВЧ-кондуктометрия.
21. Потенциометрия. Электроды: индикаторные и сравнения, их типы и возможности.
22. Потенциометрическое измерение pH.
23. Калибровка pH – метров по значениям pH.
24. Стекланный электрод.
25. Потенциометрическое титрование. Возможности применения при различных методах титрования.
26. Масс-спектрометрия. Теоретическое обоснование метода. Возможности метода.
27. Преимущества метода масс-спектрометрии органических соединений.
28. Движение заряженной частицы в постоянном магнитном поле.
29. Типы ионов, возникающие при ионизации молекулы органического соединения методом электронного удара.
30. Связь интенсивности пика молекулярного иона и энергии ионизирующих электронов.
31. Методы ионизации.
32. Методы разделения ионов.
33. Методы детектирования ионов.
34. Устройство и принцип работы масс-спектрометра.
35. Азотное правило.
36. Правило «формальной неопределенности».
37. Какую информацию можно получить в результате анализа области пика молекулярного иона?
38. Анализ области молекулярного иона для соединений, содержащих атомы углерода, серы, кислорода.
39. Масс-спектрометрия моногалогенсодержащих соединений.
40. Масс-спектрометрия дигалогенсодержащих соединений.
41. Вид области пика молекулярного иона в масс-спектре галогенопроизводных, содержащих одновременно два и более различных галогенов.
42. Общие правила фрагментации алканов при использовании ионизации электронным ударом.
43. Общие правила фрагментации алканов при использовании ионизации электронным ударом.
44. Общие правила фрагментации галогеналканов при использовании ионизации электронным ударом.

45. Общие правила фрагментации спиртов при использовании ионизации электронным ударом.
46. Общие правила фрагментации тиоспиртов при использовании ионизации электронным ударом.
47. Общие правила фрагментации кетонов при использовании ионизации электронным ударом.
48. Общие правила фрагментации альдегидов при использовании ионизации электронным ударом.
49. Перегруппировка Мак-Лафферти.
50. Масс-спектрометрия фенолов и их простых эфиров.
51. Основные пути масс-спектрометрического распада молекул карбоновых кислот и их производных.
52. Хроматография. Теоретическое обоснование метода.
53. Классификация методов хроматографии.
54. Основные характеристики хроматографических пиков.
55. Основы теории хроматографии. Метод теоретических тарелок.
56. Кинетическая теория хроматографии.
57. Приборы для газовой хроматографии. Детекторы.
58. Возможности метода газовой хроматографии.
59. Тонкослойная хроматография.
60. Ионообменная хроматография.
61. Бумажная хроматография.
62. Способы оценки эффективности хроматографических колонок.
63. Способы оценки селективности и разделительной способности хроматографических колонок.
64. Вещества, используемые в качестве неподвижных фаз, требования к ним.
65. Вещества, используемые в качестве подвижной фазы, требования к ним.
66. Методы практического расчёта хроматограмм.
67. Классификация ионообменных материалов.
68. Качественный анализ в бумажной хроматографии.
69. Приёмы количественного анализа в методе бумажной хроматографии.
70. Аппаратурное оформление и техника выполнения анализа методом бумажной и тонкослойной хроматографии.