


МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт естественных наук  
Кафедра химии и биохимии

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор Института  
естественных наук

 С.Ю. Гаврилов  
«17» января 2015 г.

Приложение к рабочей программе учебной дисциплины

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

Фотохимия

Направление подготовки – 04.04.01 Химия

Квалификация выпускника – магистр

Форма обучения – очная

Курс – 2 (4 семестр)

Разработчик

Профессор кафедры химии и  
биохимии ФГБОУ ВО «ЛГУ»,

Доктор химических наук, профессор

Дяченко Владимир Данилович

Заведующий кафедрой

химии и биохимии

 В.Д. Дяченко

Протокол

от «16» января 2015 г. № 6

Луганск, 2015

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1.1. Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – неотъемлемая часть рабочей программы дисциплины Фотохимия 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 магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 655 (с изменениями и дополнениями).

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

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Код по ФГОС ВО	Индикатор достижения
Общепрофессиональные	
ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий  ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов

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

Этапы формирования компетенций	Компетенции	Контрольно-оценочные средства / способ оценивания
Тема 1. Дипольные переходы. Излучение диполя.	ПК–1	Выполнение письменных заданий, выполнение и защита лабораторных работ, контрольная работа
Тема 2. Форма контура линий поглощения. Принцип неопределенности для пакетов.	ПК–1	Выполнение письменных заданий, выполнение и защита лабораторных работ, контрольная работа
Тема 3. Общие вопросы теории безызлучательных переходов.	ПК–1	Выполнение письменных заданий, выполнение и защита лабораторных работ,

		контрольная работа
Тема 4. Реакции возбужденных атомов и фотохимия двухатомных молекул.	ПК–1	Выполнение письменных заданий, выполнение и защита лабораторных работ, контрольная работа
Тема 5. Фотохимия малых молекул и классов органических соединений.	ПК–1	Выполнение письменных заданий, выполнение и защита лабораторных работ, контрольная работа
Тема 6. Экспериментальные методы фотохимии.	ПК–1	Выполнение письменных заданий, выполнение и защита лабораторных работ, контрольная работа
Промежуточная аттестация	ПК–1	Зачет (письменный)

### 1.5. Описание показателей формирования компетенций

Код компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели)
ПК–1	<p><b>знать:</b> основы теорий, описывающих безызлучательные процессы; основные экспериментальные приемы фотохимических исследований;</p> <p><b>уметь:</b> решать задачи оценочного типа; порождать новые идеи; анализировать информацию в данном разделе химической физики и адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности;</p> <p><b>владеть:</b> навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p>

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

Вид текущей учебной работы	Количество баллов		
	ОФО	О-ЗФО	ЗФО
Контроль самостоятельной работы	20	-	-
Выполнение и защита лабораторных работ	40	-	-
Зачет	40	-	-
<b>Итог за семестр</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

### Накопительная система оценивания по 100-балльной шкале

Четырехбалльная 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>D</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 проведения контрольной работы:

1. Какая часть светового потока поглощается раствором, оптическая плотность которого равна 2?
2. На кювету с раствором, имеющим оптическую плотность равную 3, падает  $10^{20}$  квантов света. Сколько квантов света проходит сквозь кювету без поглощения?
3. На первой стадии фотохимической реакции молекулы поглощают кванты актиничного излучения с длиной волны 355 нм. Как изменится энергия этих молекул?
4. В результате реакции между озоном и оксидом азота (II) образовалось 3,2 г оксида азота (IV) -  $\text{NO}_2$ . Рассчитайте квантовый выход реакции, если при этом поглотилось  $3,7 \cdot 10^{22}$  квантов света.
5. Рассчитайте энергию кванта света (Дж) актиничного излучения с длиной волны 310 нм, вызывающего фотопревращение этана в этилен:  $\text{C}_2\text{H}_6 + h\nu \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$ .
6. Рассчитайте, сколько молей брома получится при фотохимическом разложении бромоводорода:  

$$\text{HBr} + h\nu \rightarrow (1/2)\text{H}_2 + (1/2)\text{Br}_2$$
с квантовым выходом 65 (по бром), если в ходе реакции поглотилось  $1,3 \cdot 10^{21}$  квантов света. Каков объем выделившегося газа?
7. Два одинаковых светофильтра с оптической плотностью  $D = 0,5$  каждый, приклеиваются друг к другу. Какая часть падающего светового потока будет пропускаться каждым из светофильтров и их склейкой?
8. Образец газообразного ацетона облучается монохроматическим светом с длиной волны 313 нм. Под действием света протекает реакция  $(\text{CH}_3)_2\text{CO} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 + \text{CO}$ . Кювета, в которой протекает реакция, имеет вместимость  $59 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ . Пары ацетона поглощают 91,5% падающей энергии. В ходе эксперимента получены следующие данные:  $T = 329,85 \text{ К}$ ; начальное давление  $P_0 = 1,021 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ; время облучения – 7 ч; конечное давление –  $1,044 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ; падающая энергия  $48,1 \cdot 10^{-4} \text{ Дж/с}$ . Найти квантовый выход реакции.
9. Для фотолитического разложения газообразного азометана квантовый выход по азоту равен единице. Этот выход от давления не зависит. При фотолизе азотана квантовый выход уменьшается с ростом давления. Подобный же эффект наблюдается при фотолизе перфторазометана.

Объясните эти факты исходя из масс реагирующих частиц и числа степеней свободы.

10. Ртутная лампа среднего давления мощностью 450 Вт излучает 25,6 Вт при длине волны 366 нм. Предполагая, что образец поглощает весь падающий свет, рассчитайте, какое время потребуется для фоторазложения 1 моль вещества, если квантовый выход реакции составляет 0,1.

11. Актинометр на основе уранилоксалата  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{VO}_2^{2+})$  облучается в течение трех часов ультрафиолетовым светом. За это время разложилось  $8,6 \cdot 10^{-3}$  моль оксалата. Предполагая, что квантовый выход равен 0,57, рассчитайте интенсивность света.

## **2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачёт)**

1. Дипольные переходы. Излучение диполя. Волновая и продольная зоны.
2. Взаимодействие излучения с веществом. Дипольное приближение. Расчет вероятности перехода. Интерпретация дипольных переходов.
3. Свойства суперпозиционных состояний. Теория излучения Эйнштейна. Соотношение между излучательным временем жизни и интегральным поглощением. Особенности суперпозиционных состояний, зависящих от времени.
4. Физический смысл недиагонального матричного элемента дипольного момента системы как амплитуды дипольного момента нестационарного состояния.
5. Классификация источников света.
6. Источники сплошного и линейчатого спектра.
7. Ртутные лампы: типы, спектр, условия эксплуатации и стабильность.
8. Рассмотреть фотохимию альдегидов, кетонов и кислот.
9. Привести примеры их спектров поглощения и указать характерные величины коэффициентов экстинкции в основных областях поглощения.
10. Перечислить основные продукты фотоллиза и привести порядки квантовых выходов.
11. Сделать анализ правил корреляции Вудворда-Хоффмана.
12. Указать пределы применимости правил корреляции Вудворда-Хоффмана и обосновать необходимость корреляции состояний с сохранением числа узлов волновых функций.
13. Форма контура линий поглощения. Принцип неопределенности для пакетов. Ширина состояния. Затухающий осциллятор. Форма линии и естественная ширина.
14. Доплеровское и столкновительное уширения. Контур Фойгхта. Основные законы фотохимии. Закон Ламберта-Бэра.
15. Самообращение и самопоглощение спектральных линий. Следствия. Приближение Борна-Оппенгеймера. Точность приближения.
16. Кривые потенциальной энергии (Морзе, Гульберта-Гиршфельдера, Дэнгема). Экспериментальное определение.

17. Излучательные переходы в двухатомных молекулах. Принцип Франка-Кондона.
18. Форма спектра поглощения при возбуждении в континуум.
19. Рассмотреть фотохимию бензола и его фторзамещенных, а также указать условия образования структур типа бензола Дьюара.
20. Получить вероятность перехода между состояниями, используя теорию возмущений, зависящих от времени.
21. Привести примеры свойств нестационарных состояний.
22. Рассмотреть приготовление когерентного состояния.
23. Определить, что такое «выключение взаимодействия в момент перехода» и каковы условия этого процесса.
24. Что такое когерентная ширина?
25. Общие вопросы теории безызлучательных переходов. Приготовление когерентного состояния. Выключение взаимодействия в момент перехода.
26. Критерий необратимости Фрида-Джортнера. Модель Биксона-Джортнера. Большие, малые и промежуточные молекулы.
27. Метод матрицы плотности. Двухуровневая система. Импульсный случай. Стационарный случай.
28. Зависимость квантовых выходов от параметров задачи. Антипересечения.
29. Отклонения от линейности зависимостей Штерна-Фольмера в областях антипересечений.
30. Рассмотреть образование эксимеров галогенидов благородных газов и привести типы нижних кривых потенциальной энергии для них, указать виды переходов из нижнего возбужденного состояния и условия возникновения генерации излучения.
31. Перечислить наиболее часто встречающиеся формы контуров спектральных линий.
32. Что такое ядро и крылья линии? Рассмотреть комбинацию естественного и доплеровского уширения (контур Фойгхта).
33. При каких условиях ядро линии близко к доплеровскому контуру, а крылья – лорентцевы?
34. Применить метод матрицы плотности для определения интенсивности излучения двухуровневой системы при импульсном возбуждении. Решить задачу для резонансного случая.
35. Рассмотреть когерентное возбуждение флуоресценции двух связанных состояний в стационарном случае.
36. Исследовать зависимость квантовых выходов флуоресценции и фотохимической реакции от параметров задачи.
37. Рассмотреть импульсное когерентное возбуждение двух связанных состояний методом матрицы плотности для нерезонансного случая.
38. Рассмотреть варианты: скорость релаксации превышает величину матричного элемента взаимодействия между состояниями, равна ему и меньше него.

- 39.Перечислить приемники света, применяемые в рутинных измерениях. Изобразить принципиальную схему фотоэлектронного умножителя.
- 40.Для фотоэлектронных умножителей рассмотреть: вольт-амперную характеристику и пробой, влияние температуры и электростатического потенциала на темновой ток.
- 41.Как произвести экранирование ФЭУ от магнитного поля Земли и какие материалы использовать?
- 42.Светофильтры: серые, селективные; абсорбционные, интерференционные; стеклянные, жидкостные, газовые.
- 43.Старение фильтров, способы восстановления пропускания и требования к эксплуатации.
- 44.Влияние температуры на спектры пропускания фильтров.
- 45.Рассказать о следствиях полного поглощения.
- 46.Что такое самообращение и самопоглощение спектральных линий?
- 47.Рассмотреть случаи однородной излучающей среды, а также излучающего шнура, окруженного газом поглощающих атомов.
- 48.Привести типы электронных структур, в которых возникает лазерная генерация.
- 49.Что такое сверхлюминесценция?
- 50.Какой может быть поперечная и продольная модовая структура лазерного луча?
- 51.. Реакции возбужденных атомов и фотохимия двухатомных молекул. Реакции возбужденных атомов: Hg, O, N.
- 52.Образование и тушение возбужденных атомов кислорода и азота в атмосфере. Двухатомные молекулы.
- 53.Эксимеры. Типы нижних кривых потенциальной энергии двухатомных молекул. Формы спектров флуоресценции эксимерных молекул. Термы эксимеров благородных газов.
- 54.Лазеры. Основные реакции в разряде. Преддиссоциация. Классификация и спектроскопические проявления. Электронная и вращательная преддиссоциация.
- 55.Сформулировать критерий необратимости Фрида-Джортнера.
- 56.Изложить модель Биксона-Джортнера.
- 57.Дать фотофизическую классификацию молекул по критерию  $\nu\rho$ .
- 58.Выделить особенности поведения больших и малых молекул, а также молекул, относящихся к промежуточному случаю.
- 59.Дать классификацию типов преддиссоциации и описать ее спектроскопические проявления в поглощении и испускании.
- 60.При какой длительности импульса возбуждения можно наблюдать квантовые биения флуоресценции состояний сверхтонкой структуры и синглет-триплетных смешанных состояний в малых молекулах?
- 61.Определить условия пересечений и антипересечений поверхностей потенциальной энергии.
- 62.Фотохимия малых молекул и классов органических соединений.



63. Фотохимия малых молекул:  $\text{CS}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{CO}$ . Вращательный вклад в преддиссоциацию. Колебательная преддиссоциация.
64. Фотохимия классов органических соединений. Правила корреляции.
65. Рассмотреть отклонения от линейности зависимостей Штерна-Фольмера в областях антипересечений.
66. Обсудить причины невыполнения кинетического закона действующих масс в областях с сильным по сравнению с распадом взаимодействием.
67. Вывести соотношение между излучательным временем жизни и интегральным поглощением (соотношение Ладенбурга).
68. Описать проявления эффекта Дугласа и дать возможные объяснения.
69. Предсказать продукты распада молекулы формальдегида из основного электронного состояния.
70. Разрешен ли распад из первого электронного состояния?