

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский  
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет естественных наук

---

СОГЛАСОВАНО

Декан ФЕН

Резников В. А.

*Подпись*

5 октября 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### **Фотохимия**

направление подготовки: 04.04.01 Химия  
направленность (профиль): Химия

Форма обучения: очная

Разработчик:

к.х.н. доц. Сорокин Н.И.

Зав. кафедрой

акад. Пармон В.Н.

Руководитель программы:

чл.-корр. РАН, проф. Нетесов С.В.

Новосибирск, 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося .....	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	5
5. Перечень учебной литературы .....	7
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся .....	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	9
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	9
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине .....	10

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<b>М-ПК-1.</b> Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	<b>М-ПК-1.1.</b> Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий НИР или НИОКР	– выбирает последовательность действий при анализе экспериментальных данных для получения адекватного соответствия используемой фотохимической (фотофизической) модели
	<b>М-ПК-1.2.</b> Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в рамках НИР или НИОКР, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	– применяет адекватные процедуры анализа и решения задачи по определению направлений безызлучательных переходов; – выбирает соответствующие экспериментальные методы.
<b>М-ПК-2.</b> Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук, способен к анализу и обобщению отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	<b>М-ПК-2.2.</b> Анализирует и обобщает отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования в выбранной области химии (химической технологии)	– способен ставить задачи поиска и расчета адекватных фотохимических схем, исходя из литературных данных; – составляет обзоры литературных результатов по тематике фотохимических превращений изучаемого объекта, а также продуктов распада.
<b>М-ПК-3.</b> Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и/или продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	<b>М-ПК-3.1.</b> Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	– критически анализирует результаты литературные данные и соотносит их с основными теоретическими представлениями; – применяет полученные знания в научно-исследовательской теоретической или экспериментальной работе по изучению реакций возбужденных состояний.
	<b>М-ПК-3.2.</b> Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	– выбирает тематику работы на основании приобретенных знаний и предсказывает перспективные направления исследований, в том числе в беседах с научным руководителем; – анализирует результаты смежных наук с целью использования аналогий при планировании фотохимического

		эксперимента
<b>М-ПК-5.</b> Способен выбирать обоснованные подходы к анализу связи структура-свойство и к конструированию веществ и материалов с заданными химическими, физическими, физико-химическими свойствами и/или биологической активностью	<b>М-ПК-5.1.</b> Применяет знания о химических, физических, физико-химических свойствах и биологической активности известных веществ и материалов при анализе соотношения «структура-свойство»	– применяет знания о фотохимическом поведении классов соединений для предсказания направлений процессов; – применяет различные типы корреляционных подходов для определения возможных фотохимических продуктов.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), изучение которых необходимо для освоения дисциплины  
Фотохимия:

- физика;
- строение вещества;
- химическая кинетика;
- математический анализ.

Дисциплины и практики, для изучения которых необходимо освоение дисциплины:

- Учебная практика
- Производственная практика
- ГИА

## 3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Трудоемкость дисциплины – 2 з.е. (72 ч)

Форма итоговой аттестации: 1 семестр – экзамен.

№	Вид деятельности	Семестр 1, час.
1	Лекции	36
2	Занятия в контактной форме, из них:	40
3	аудиторных занятий	36
4	консультаций	2
5	промежуточная аттестация	2
6	Самостоятельная работа	32
7	Всего	72

№	Вид деятельности	Семестр 1, час.
1	Лекции	36
2	Занятия в контактной форме, из них:	40
3	аудиторных занятий	36
4	консультаций	2
5	промежуточная аттестация	2
6	Самостоятельная работа	32
7	Всего	72

Реализация дисциплины включена в практическую подготовку в ИХКГ СО РАН, МТЦ СО РАН, а также ИК СО РАН при выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью:

- магистерская диссертация;

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

1 семестр  
Лекции (36 час.)

Наименование темы и их содержание	Объем, час
<b>Раздел 1. Излучение осциллятора. Теория ширины спектральной линии.</b>	
Тема 1. Взаимодействие излучения с веществом. Вероятность дипольных переходов. Поле излучения диполя. Решение Герца. Волновая и продольная зоны. Дипольное приближение. Расчет вероятности перехода. Интерпретация дипольных переходов.	2
Тема 2. Теория ширины спектральных линий. Форма контура линий поглощения. Свойства суперпозиционных состояний. Ширина состояния. Классическое уравнение для затухающего осциллятора. Форма линии и естественная ширина. Допплеровское и столкновительное уширения. Феноменологическое описание осциллятора, возмущенного столкновениями.	2
Тема 3. Излучательные переходы в двухатомных молекулах. Принцип Франка-Кондона. Форма спектра поглощения в двухатомных молекулах при возбуждении в континуум.	2
<b>Раздел 2. Полуклассическое описание. Случай слабого и сильного полей.</b>	
Тема 4. Теория излучения Эйнштейна. Формула Ладенбурга. Спонтанное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Соотношение между излучательным временем жизни и интегральным поглощением.	2
Тема 5. Описание поглощения в слабом и сильном полях. Гамильтониан минимального электромагнитного взаимодействия. Описание поглощения в слабом поле. Сильное поле и частота Раби.	2
<b>Раздел 3. Основные законы фотохимии. Излучение оптически плотных сред.</b>	
Тема 6. Основания и терминология. Закон Ламберта-Бэра. Отклонения от закона. Ассоциация частиц. Характерные величины сечений поглощения. Рекомендованная терминология для фотофизических величин.	2
Тема 7. Излучение и поглощение оптически плотных сред.	2

Теоретическое описание самообращения и самопоглощения спектральных линий. Кривые роста. Формы линий. Пленение излучения.	
<b>Раздел 4. Фотофизическая классификация молекул. Теория Биксона-Джортнера</b>	
Тема 8. Общие вопросы теории безызлучательных переходов. Приготовление когерентного состояния. Выключение взаимодействия в момент перехода. Большие, малые и промежуточные молекулы.	2
Тема 9. Большие молекулы. Модель Биксона-Джортнера. Критерий необратимости Фрида-Джортнера.	2
<b>Раздел 5. Метод матрицы плотности. Квантовые биения, их параметризация.</b>	
Тема 10. Малые молекулы. Отклик с разрешением во времени. Метод матрицы плотности. Двухуровневая система. Импульсный случай. Зависимость квантовых выходов от параметров задачи.	2
<b>Раздел 6. Двухуровневая система. Динамическая и кинетическая области.</b>	
Тема 11. Малые молекулы. Стационарный случай. Непрерывное по времени заселение интерферирующих состояний. Зависимость населенностей состояний от соотношения параметров задачи.	2
Тема 12. Антипересечения. Антипересечения бесконечно узких состояний. Введение конечной ширины. Переход антипересечений в пересечения в зависимости от соотношения разности ширин уровней и величины взаимодействия между состояниями нулевого приближения. Отклонения от линейности зависимостей Штерна-Фольмера в областях антипересечений.	2
<b>Раздел 7. Фотохимические процессы с участием возбужденных атомов. Фотохимия двухатомных молекул. Эксимерные лазеры.</b>	
Тема 13. Реакции возбужденных атомов. Характерные реакции атомов Hg, O, N в возбужденных состояниях. Образование и тушение возбужденных атомов кислорода и азота в атмосфере.	2
Тема 14. Эксимерные молекулы. Типы их потенциальных кривых основных и возбужденных состояний эксиметных молекул. Условия возбуждения и генерации излучения в эксимерных лазерах.	2
<b>Раздел 8. Фотохимия малых молекул.</b>	
Тема 14. Фотохимия малых молекул. Основные превращения молекул CS <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> под действием света. Основные данные о спектроскопии.	2
Тема 15. Фотохимия H <sub>2</sub> CO и родственных соединений. Фотохимия формальдегида и глиоксаля, а также фтор- и хлорзамещенных аналогов. Электронная, колебательная и вращательная преддиссоциация. Теоретико-групповой анализ переходов.	
<b>Раздел 9. Фотохимия классов органических соединений.</b>	
Тема 16. Фотохимия классов органических соединений. Фотохимия альдегидов, кетонов и кислот. Фотохимия ароматических соединений. Спектры и характерные коэффициенты поглощения. Основные продукты фотолиза и порядки квантовых выходов.	2
<b>Раздел 10. Экспериментальные методы фотохимии. Фемто- и аттохимия<sup>+</sup>.</b>	
Тема 17. Основная экспериментальная фотохимическая техника. Источники света и спектры. Светофильтры. Лазеры. Перестраиваемые лазеры. Нелинейная оптика для фотохимических исследований. Приемники света.	2
Тема 18. Процессы под действием сверхкоротких импульсов. Принципы экспериментальной техники сверхкоротких импульсов. Биения при	2

## Самостоятельная работа студентов (32 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная работа во время занятий из них:	16
закрепление, обобщение и повторение пройденного учебного материала	10
уточнение и дополнение сведений и знаний, полученных на лекциях	4
изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	2
Самостоятельная работа во время промежуточной аттестации из них:	16
подготовка к экзамену	16

## 5. Перечень учебной литературы

1. J. Lakowicz//Principles of Fluorescence Spectroscopy.-Springer. 2006. 954 p.
2. C. Michel//Couplage singlet-triplet et relaxation electronique de l'etat <sup>1</sup>A<sub>u</sub> du glyoxal. These. Orsay L'Universte de Paris-Sud, 1980.- 154 p.
3. Femtochemistry/ Editors F.C. De Schryver, S. De Feyter, G.Schweitzer//Wiley-VCH, 2001, 430 p.
4. G. Herzberg//Molecular spectra and molecular structure. I. Spectra of diatomic molecules. D. van Nostrand company, Inc. Toronto, London, New York. 1957. - 658 p.
5. H. Lefebvre-Brion, R.W. Field//The Spectra and Dynamics of Diatomic Molecules, Elsevier, Academic Press, 2004, -766p.
6. J. Jortner, S.A. Rice, R.M. Hochstrasser// Radiationless transition in photochemistry. - Advances in photochemistry. V.7. 1969. p.149-309.
7. K.F. Freed//Energy dependence of electronic relaxation processes in polyatomic molecules in radiationless processes in molecules and condensed phases. Editor Fong, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York,1979. P. 23-168.
8. N. J. Turro, V. Ramamurthy, J.C. Scaiano//Principles of Molecular Photochemistry/ An Introduction. – University Science Book, California, 2009. -495 p.
9. А. Митчел, М. Земанский//Резонансное излучение и возбужденные атомы. Л.:ОНТИ, 1937. -285 с.
10. А.Н. Зайдель, Г.В. Островская, Ю.И. Островский//Техника и практика спектроскопии. - М.:Наука, 1972. -375 с.
11. Б. Салех, М. Тейх//Оптика и фотоника. Принципы и применения. Т1, Т2- Долгопрудный:Издательский Дом «Интеллект», 2012. -759,-780 с.
12. В. Гайтлер//Квантовая теория излучения. – М.:Мир, 1956. -491 с.
13. В. Демтредер//Современная лазерная спектроскопия. – Долгопрудный:Издательский Дом «Интеллект», 2014. -1072 с.

14. В.Л. Гинзбург//О природе спонтанного излучения. УФН. 1983 140, N4. С. 687 - 698.
15. В.С. Летохов, В.П. Чеботаев//Принципы нелинейной лазерной спектроскопии. М.:Наука, 1975,-280 с.
16. Г. Герцберг//Электронные спектры и строение многоатомных молекул.- М.:Мир,1969. -772 с.
17. Г. Эйринг, Дж. Уолтер, Дж. Кимбалл//Квантовая химия.- М.: ИЛ, 1948.
18. Д.Н. Клышко//Физические основы квантовой электроники. - М.:Наука. 1986.-296 с.
19. Дж. Калверт, Дж. Питтс//Фотохимия. -М.:Мир, 1968.- 671 с.
20. Дж. Макомбер//Динамика спектроскопических переходов. М.:Мир, 1979.-347 с.
21. И.И. Собоelman//Введение в теорию атомных спектров. М.:Наука, 1977.-319 с.
22. К. Блум//Теория матрицы плотности и ее приложения. -М.: Мир,1983.-248 с.
23. М. Abraham, К.Becker//The Classical Theory of Electricity and Magnetism, London, Glasgo, 1946.-286 p.
24. М.М. Альперин, Я.Д. Клубис, А.И. Хижняк//Введение в физику двухуровневых систем. - Киев: Наукова Думка, 1987.-222 с.
25. Н.Г. Преображенский//Спектроскопия оптически плотной плазмы. Новосибирск: Наука, 1971.-178 с.
26. Н.И. Сорокин//Исследование механизма фотолиза формальдегида. Влияние магнитного поля. Канд.дисс. Новосибирск, 1980.- 208 с.
27. Одноэлектронные фотоприемники.//С.С. Ветохин, И.Р. Гулаков, А.Н. Перцев и др.-М.:Энергоатомиздат,1986.-160 с.
28. Р. Пирсон//Правила симметрии в химических реакциях. - М.:Мир, 1979.-592 с.
29. Х. Окабе//Фотохимия малых молекул.-М.:Мир, 1981. -500 с.
30. Э.С. Медведев, В.И. Ошеров//Теория безызлучательных переходов в многоатомных молекулах. М.:Наука, 1983. -280 с.
31. Эксимерные лазеры. Под ред. Ч. Роуза. Проблемы прикладной физики.-М.:Мир, 1981.- 445 с.
32. Я. Рабек//Экспериментальные методы в фотохимии и фотофизике. Т.1,2. -М.:Мир, 1982.-1150 с.

## **6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся**

Н.И. Сорокин//Фотохимия. Вводный курс. – Новосибирск, НГУ, 2013. – 125 с. (pdf-файл).

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **7.1 Ресурсы сети Интернет**

При освоении дисциплины Фотохимия используются следующие ресурсы:

- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.
- MIT OpenCourseWare (<https://ocw.mit.edu/courses/chemistry/5-80-small-molecule-spectroscopy-and-dynamics-fall-2008/>).

Взаимодействие обучающегося с преподавателем осуществляется с использованием электронных средств коммуникации по договоренности со студентами.

### **7.2 Современные профессиональные базы данных:**

- National Institute of Standards and Technology (NIST) <https://www.nist.gov/data>
- Jet Propulsion Laboratory <https://spec.jpl.nasa.gov/>
- Реферативно-поисковая база данных Reaxys (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scopus (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scifinder (Chemical Abstracts Service)
- Электронные ресурсы International Union of Pure & Applied Chemistry (IUPAC)
- Электронные ресурсы American Chemical Society (ACS)
- Электронные ресурсы American Institute of Physics (AIP)
- Электронные ресурсы American Physical Society (APS)
- Электронные ресурсы Annual Reviews Science Collection (AR)
- Электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier
- Электронные ресурсы издательства The Royal Society of Chemistry (RSC)
- Электронные ресурсы издательства Wiley

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **8.1 Перечень программного обеспечения**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для прохождения практики не требуется.

### **8.2 Информационные справочные системы**

Не используются.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для реализации дисциплины Фотохимия используется площадка ИХКГ СО РАН - учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации;

Учебная аудитория укомплектована специализированными техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации с возможностью подключения к сети «Интернет».

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

## 10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень результатов обучения по дисциплине Фотохимия и индикаторов их достижения представлен в разделе 1.

### 10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине «Фотохимия» осуществляется по мере изучения материала при обсуждении ключевых вопросов, которые ставит преподаватель на лекции для определения уровня подготовки студентов по изучаемой теме с целью коррекции способа и стиля изложения, что позволяет преподавателю составить предварительное мнение о студентах и поддерживать внимание аудитории. При небольшом количестве слушателей это даёт возможность получить представление о спектре возможностей и способностей студентов.

Студенты также побуждаются к диалогу с преподавателем во внелекционное время, в том числе с использованием электронных ресурсов.

### Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Фотохимия»

Таблица 10.1

Код компетенции	Индикатор	Результаты обучения по дисциплине	Оценочное средство
М-ПК-1.	М-ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий НИР или НИОКР	– выбирает последовательность действий при анализе экспериментальных данных для получения адекватного соответствия используемой фотохимической (фотофизической) модели	Контрольные вопросы на экзамене
	М-ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в рамках НИР или НИОКР, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	– применяет адекватные процедуры анализа и решения задачи по определению направлений безызлучательных переходов; – выбирает соответствующие экспериментальные методы.	Контрольные вопросы на экзамене
М-ПК-2.	М-ПК-2.2. Анализирует и обобщает отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования в выбранной области химии (химической технологии)	– способен ставить задачи поиска и расчета адекватных фотохимических схем, исходя из литературных данных; – составляет обзоры литературных результатов по тематике фотохимических превращений изучаемого объекта, а также продуктов	Контрольные вопросы на экзамене из текущей литературы, доклады на заданную тему

		распада.	
<b>М-ПК-3.</b>	<b>М-ПК-3.1.</b> Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	– критически анализирует результаты литературные данные и соотносит их с основными теоретическими представлениями; – применяет полученные знания в научно-исследовательской теоретической или экспериментальной работе по изучению реакций возбужденных состояний.	Итоговая работа по результатам исследований, включающих фотохимические стадии
	<b>М-ПК-3.2.</b> Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	– выбирает тематику работы на основании приобретенных знаний и предсказывает перспективные направления исследований, в том числе в беседах с научным руководителем; – анализирует результаты смежных наук с целью использования аналогий при планировании фотохимического эксперимента	Итоговая работа по результатам исследований, включающих фотохимические стадии
<b>М-ПК-5.</b>	<b>М-ПК-5.1.</b> Применяет знания о химических, физических, физико-химических свойствах и биологической активности известных веществ и материалов при анализе соотношения «структура-свойство»	– применяет знания о фотохимическом поведении классов соединений для предсказания направлений процессов; – применяет различные типы корреляционных подходов для определения возможных фотохимических продуктов.	Вопросы на экзамене. Итоговая работа по результатам исследований, включающих фотохимические стадии

Таблица 10.2

<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>	<b>Оценка результатов обучения</b>
<b>Экзамен:</b> Теоретические вопросы: – понимание структуры теории, исходных посылок; – вывод основных формул; – аргументированность ответов; – способность выявлять аналогии; – эвристичность ответов; – знание рекомендованных терминов. Практическое задание:	отлично

– последовательное и строгое решение предложенных задач.	
<b>Экзамен:</b> Теоретические вопросы: – понимание структуры теории, исходных посылок; – вывод основных формул (с отдельными подсказками и комментариями); – достаточная аргументированность ответов; – знание рекомендованных терминов. Практическое задание: – достаточно логичное изложение решений предложенных задач.	хорошо
<b>Экзамен:</b> Теоретические вопросы: – нетвердые представления о структуре теории и ее следствиях; – ответ со значительным количеством подсказок со стороны экзаменатора; – выводы формул с неточностями в преобразованиях; – корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок. Практическое задание: – задачи решаются не до конца, не с первого раза и с большим количеством комментариев со стороны экзаменатора	удовлетворительно
<b>Экзамен:</b> Теоретические вопросы: – нетвердые представления о структуре теории и ее следствиях; – отсутствие диалога с экзаменатором, либо ответ со значительным количеством подсказок со стороны экзаменатора; – неспособность объяснить выводы формул, ошибки при выводе; – некорректность применения терминов и понятий. Практическое задание: – неспособность довести решение задачи до конца, даже при подсказках со стороны экзаменатора.	неудовлетворительно

### Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

#### Примеры экзаменационных заданий:

Теоретические вопросы:

Метод матрицы плотности. Модель Биксона-Джортнера. Фотофизическая классификация молекул. Допущения модели Биксона-Джортнера при применении критерия необратимости и их следствия.

Квантовые биения в двухуровневой системе при наличии расщепления между состояниями нулевого приближения.

Методы генерации фемтосекундных импульсов. Фемтохимические превращения.

Практическое задание:

Как изменится интегральная интенсивность свечения паров атомов натрия в  $D_1$  и  $D_2$  в магнитном поле при поперечном наблюдении в области нелинейности кривой роста?

Предсказать продукты изомеризации бензола при возбуждении молекулы в полосах  $V_{2u}$  и  $V_{1u}$ .

Анодный ток ФЭУ равен  $16 \cdot 10^{-9}$  А. Коэффициент усиления –  $10^6$ . Оценить поток света в  $[\text{см}^{-2}\text{с}^{-1}]$ , падающего на ФЭУ, если выход фотоэлектронов равен 1, а диаметр фотокатода 3 см.

Оценочные материалы по результатам обучения дисциплине (Приложение 2), предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
«Фотохимия»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Ученого совета ФЕН	Подпись ответственного