

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Основные принципы синтетической фотохимии

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Направленность образовательной программы

Неорганическая химия

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина ФТД.03 Основные принципы синтетической фотохимии является факультативом в образовательной программе.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК-1.1: Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов ОПК-1.2: Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии ОПК-1.3: Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК-1.1: Знать об основных методах анализа фотохимических процессах. Уметь систематизировать и применять результаты химических экспериментов, направленных на выяснение ключевых механизмов фотохимических реакций Владеть основными методами физико-химического анализа фотохимических процессов, протекающих в растворе ОПК-1.2: с ОПК-1.3: Уметь проводить анализ литературных источников, спектроскопических баз данных и других ресурсов, содержащих основную информацию о фотохимических процессах и их энергетических параметрах. Уметь применять пакеты квантово-химических вычислительных программ для расчета ключевых параметров фотохимических процессов. Знать об основных литературных источниках и базах данных, используемых	Доклад-презентация	Зачёт: Контрольные вопросы

		<p>для анализа фотохимических процессов. Знать о способах применения квантово-химических вычислительных пакетов для исследования фотохимических реакций в синтетической органической химии.</p> <p>Владеть подходами по анализу литературных баз данных и их применению для формирования выводов об основных фотохимических реакциях</p>		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	1
Часов по учебному плану	36
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	1
самостоятельная работа	3
Промежуточная аттестация	0
	Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Понятие о фотохимии	4	4	0	4	0
Молекулярные возбужденные состояния	5	4	0	4	1

Возбуждение и релаксация электронных переходов	4	4	0	4	0
Процессы с переносом энергии и заряда	4	4	0	4	0
Классические фотохимические реакции	7	6	0	6	1
Фотокатализ	7	6	0	6	1
Свет и медицина	4	4	0	4	0
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	36	32	0	33	3

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Понятие о фотохимии. Что такое фотохимия? Свет и фотоны. Отличие фотохимических реакций от термических. Кинетика и квантовые выходы фотохимических реакций.
2. Молекулярные возбужденные состояния. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Приближение Борна-Оппенгеймера. Спин-орбитальное взаимодействие. Основные возбужденные состояния ароматических молекул. Состояния с переносом заряда. Мономолекулярные фотохимические реакции органических молекул.
3. Возбуждение и релаксация электронных переходов. Модель осциллятора. Взаимодействие света и молекулы. Основные пути релаксации возбужденных состояний.
4. Процессы с переносом энергии и заряда. Механизмы переноса энергии электронов. Переносы энергии типа синглет-синглет и триплет-триплет. Механизмы Декстера и Фостера.
5. Классические фотохимические реакции. Реакции, проходящие под действием УФ-света. Реакции образования трехчленных, четырехчленных, пятичленных и шестичленных циклов. Синглетный кислород и окисление органических молекул. Основные перегруппировки под действием УФ-света. Защитные группы, удаляемые действием света.
6. Фотокатализ. Фотокаталитические процессы под действием видимого света. Фотокаталитические циклы, окислители и восстановители в фотохимических реакциях. Понятие об окислительно-восстановительном потенциале. Примеры фотокаталитических превращений.
7. Свет и медицина. Использование фотохимических реакций в биомедицинских технологиях. Сенсоры, фотоактивные лекарства, фотопереклюватели. Фотодинамическая терапия опухолевых заболеваний.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки (205, 1 корпус), в учебных кабинетах (лабораториях, 435, 436, 2 корпус) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к зачету. Также в конце каждого лекционного занятия студентам будет предоставлен список вопросов, которые необходимо самостоятельно проработать с применением рекомендуемой методической литературы. Степень выполнения данного типа работы будет учитываться при выставлении зачета.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

Темы докладов:

1. Основные типы флуорофоров и влияние их электронной структуры на спектры поглощения и испускания
2. Явление фотокатализа и его практическое применение к проведению химических процессов
3. Фотохимические и фотофизические процессы в медицине
4. Основные типы фотореакторов
5. Ключевые особенности взаимодействия света и вещества в органической химии
6. Электронная спектроскопия и ее основные особенности
7. Порфириноиды и их роль в химии и медицине
8. Флуорофоры класса металлокомплексов и фотосенсибилизаторы на их основе
9. Реакции циклизации в условиях фотохимических превращений
10. Ключевые отличия фотокаталитических процессов
11. Основные методы генерации свободных радикалов в фотокатализе

Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад-презентация)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнена доклад с презентацией по теме учебного курса
не зачтено	Не выполнен доклад с презентацией по теме учебного курса

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компет	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
---------------------------------	-------	---------------------	-------------------	--------	--------------	---------	-------------

енций (индик атора достиж ения компет енций)	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».

	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Дайте понятие о фотохимических процессах. Как взаимодействует свет с веществом?
2. Расскажите об основных физико-химических методах анализа, используемых для изучения фотохимических процессов.
3. Объясните закон Бугера-Ламберта-Бэра, расскажите о его основных применениях и ограничениях.
4. Спектр поглощения хромофора, объясните его форму и расскажите о информации, которую содержат такие спектры.
5. Объясните диаграмму Яблонского, охарактеризуйте основные электронные переходы.
6. Приближение Борна-Оппенгеймера и его использование в фотохимии.
7. Дайте понятие о граничных молекулярных орбиталях и их роли в фотохимических процессах.
8. Объясните разницу между термическими и фотохимическими процессами, приведите примеры.
9. Расскажите об основных процессах переноса заряда в фотохимических превращениях.
10. Расскажите об основных процессах переноса заряда в фотохимических превращениях.
11. Приведите примеры фотохимических реакций, приводящих к образованию трехчленных циклов.
12. Приведите примеры фотохимических реакций, приводящих к образованию четырехчленных циклов.
13. Приведите примеры фотохимических реакций, приводящих к образованию пятичленных циклов.
14. Приведите примеры фотохимических реакций, приводящих к образованию шестичленных циклов.

15. Приведите примеры основных фотоудаляемых защитных групп в органическом синтезе.
16. Изобразите окислительно-восстановительный фотокаталитический цикл. Почему возможен фотокатализ, для чего необходимо использовать фотокатализатор?
17. Какими моделями и приближениями описываются электронные переходы в фотохимии?
18. Приведите примеры фотокаталитических трансформаций в органической химии.
19. Предложите несколько примеров использования фотохимии в биомедицине. Дайте понятие о сенсорах.
20. Предложите несколько примеров использования фотохимии в биомедицине. Дайте понятие о фотодинамической терапии

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Серова В. Н. Фотохимия : учебное пособие / В. Н. Серова. - Москва : Юрайт, 2023. - 157 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-14022-4. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=847035&idb=0>.
2. Реутов Олег Александрович. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" : в 4 ч. / МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2004-. - (Классический университетский учебник / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). Органическая химия. Ч. 1. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2005. - 567 с. : ил. - ISBN 5-94774-110-5 (Ч. 1). - ISBN 5-94774-109-1 : 207.00., 31 экз.

Дополнительная литература:

1. Серова Валентина Николаевна. Фотохимия : Учебное пособие для вузов / Серова В. Н. - Москва : Юрайт, 2021. - 157 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-14022-4. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=760850&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. <https://www2.chemistry.msu.edu/faculty/reusch/virttxtjml/photchem.htm#:~:text=The%20study%20of%20chemical%20reactions,ultraviolet%20light%20is%20called%20Photochemistry>

2. <https://teach-in.ru/lecture/04-12-Korobov>
3. <https://gdcboysang.ac.in/About/droid/uploads/photochemistry.pdf>
4. https://ocw.mit.edu/courses/5-61-physical-chemistry-fall-2017/resources/mit5_61f17_lec34/

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия.

Автор(ы): Отвагин Василий Федорович, кандидат химических наук.

Заведующий кафедрой: Федоров Алексей Юрьевич, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.