МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
| **Химический факультет** |

|  |
| --- |
| УТВЕРЖДАЮ: |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Декан |  | Князев А.В. |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| « | «29 | » |  | мая | 2018 г. |

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| **Прикладная фотохимия и фотобиология** |

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **бакалавриат** |

Направление подготовки / специальность

|  |
| --- |
| **04.03.01 - Химия** |

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| **Химия и материаловедение** |

Квалификация (степень)

|  |
| --- |
| **бакалавр** |

Форма обучения

|  |
| --- |
| **очная** |

Нижний Новгород

2018 год

1. **Место и цели дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Прикладная фотохимия и фотобиология» относится к вариативной части профессионального цикла Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» (Б1.В.ДВ.02.07), является дисциплиной по выбору для освоения студентами очной формы обучения в 8 семестре.

Необходимой базой для освоения курса «Прикладная фотохимия и фотобиология» являются курсы: «Введения в фотохимию. Первичные фотофизические и фотохимические процессы» вариативной части профессионального цикла и курсы «Органическая химия» и «Физическая химия» базовой части профессионального цикла основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 020100 (04.03.01) «Химия».

Для успешного и полного освоения разделов курса «Прикладная фотохимия и фотобиология» и получения навыков экспериментальной работы со светочувствительными веществами необходимы экспериментальные навыки работы в химической лаборатории.

Изучение дисциплины и получение простейших навыков экспериментальной работы в фотохимии невозможно без освоения фундаментальных разделов органической химии, включающих методы генерирования и идентификации радикалов, карбенов и нитеренов и их основные реакции. Требует знания фундаментальных разделов физики, таких как молекулярная физика, термодинамика, электродинамика, оптика, основы квантовой механики, а также основ аналитической химии.

В этой связи для успешного изучения курса «Прикладная фотохимия и фотобиология» рекомендуется предварительное освоение материала таких дисциплин, как физика, неорганическая химия, аналитическая химия, органическая химия и физическая химия.

Знания и навыки, приобретенные в курсе изучения «Прикладная фотохимия и фотобиология», необходимы для успешного освоения всех дисциплин вариативной части профессионального цикла и успешного проведения исследовательской работы.

**Целями освоения дисциплины «Прикладная фотохимия и фотобиология» являются:**

* формирование у студентов систематических представлений о научных основах использования фотохимии в различных областях современной науки и направлено на освоение основ экспериментальных методов фотохимии, изучение современных фотохимических методов в проведении экспериментов и исследований.
* получение конкретных знаний, необходимых для профессиональной подготовки, имеется в виду и цель формирования у студентов целостного естественнонаучного мировоззрения.

**3адачи дисциплины:**

* изучение основных принципов основы теории поглощения света веществом;
* освоить систематику электронных состояний молекул и процессы диссипации и передачи энергии электронного возбуждения;
* изучение особенности экспериментальных приемов фотохимического эксперимента;
* освоение основных приемов и методов фотохимического синтеза.

1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Формируемые компетенции**  (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции) | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| ***ОПК-2 (пороговый уровень)***  Владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций | *З1: Знать* особенности экспериментальной работы со светочувствительными веществами.  *В1: Владеть* навыками работы с современным оборудованием и программным обеспечением; использования источников УФ- и видимого света; определения интенсивности источников УФ- и видимого света; постановки фотохимического эксперимента; обработки результатов фотохимического эксперимента.  *У1: Уметь* разрабатывать методы фотохимического синтеза целевых продуктов; находить способы их использования в химии и химической технологии. |
| ***ОПК-3 (пороговый уровень)***  Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности | *31:* *Знать* основные законы фотохимии, теоретические основы фотофизических поцессов, механихмы основных фотохимических процессов, таких как фотодиссоциация, фотохимическое присоединение, фотозамещение, фотовосстановление, реакции молекул в возбужденных состояниях.  *В1: Владеть* навыками навыками работы с современным оборудованием и программным обеспечением; навыками работы с современными фотохимическими приборами и терминологией фотохимии и фотобиологии. |
| ***ПК-3 (пороговый уровень)***  Владение системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания | *31:* *Знать* нормы техники безопасности по работе с фотохимическими приборами.  *В1: Владеть* навыками с фотохимическими приборами в безопасном для здоровья режиме.  У1: *Уметь* выполнять экспонирование УФ светом в безопасном для здоровья режиме. |
| ***ОПК-5 (пороговый уровень)***  Способность к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации | *В1: Владеть* основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией. |

Окончательное завершение формирования компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины, происходит при прохождении производственных практик и выполнения ВКР.

**3. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Прикладная фотохимия и фотобиология»**

Объем дисциплины «Прикладная фотохимия и фотобиология» на очной форме обучения составляет 8 зачетных единиц, всего 288 часов, из которых: 106 часов - контактная работа обучающегося с преподавателем (52 часа – занятия лекционного типа, 13 часа – практические занятия, 39 часов – занятия лабораторного типа, 2 часа – контроль самостоятельной работы), 54 часа - мероприятия промежуточной аттестации, 128 часов составляет самостоятельная работа обучающегося на очной форме обучения.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),**  **форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **Всего**  **(часы)** | в том числе | | | | **Самостоятельная работа обучающегося, часы** |
| **контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**  **из них** | | |  |
| **Занятия лекционного типа** | **Занятия практического типа** | **Занятия лабораторного типа** | **Всего** |
| Фотолитография | 23 | 5 | 2 | 5 | 12 | 11 |
| Фотобиологические применения фотохимии | 19 | 5 |  |  | 5 | 14 |
| Использование фотохимии для разработки научных основ стабилизации и переработки полимерных материалов и изделий на их основе | 20 | 4 |  | 5 | 9 | 11 |
| Синтетическая фотохимия | 18 | 5 | 2 |  | 7 | 11 |
| Использование фотохимических процессов для получения современных материалов | 23 | 4 |  | 4 | 8 | 15 |
| Фотография | 21 | 5 |  | 5 | 10 | 11 |
| Фотоэлектрохимия | 23 | 5 | 2 | 5 | 12 | 11 |
| Фотокаталитические процессы | 23 | 5 | 2 | 5 | 12 | 11 |
| Фотохимия атмосферы и фотохимическая экология | 23 | 5 | 2 | 5 | 12 | 11 |
| Фотохимическое запасание солнечной энергии | 21 | 5 |  | 5 | 10 | 11 |
| Наиболее перспективные направления развития прикладной фотохимии | 18 | 4 | 3 |  | 7 | 11 |
| Контроль самостоятельной работы | 2 |  | 2 |  | 2 |  |
| **Промежуточная аттестация – экзамен (8 семестр)** | 54 |  |  |  |  |  |
| **Итого** | **288** | **52** | **15** | **39** | **106** | **128** | |

**Содержание дисциплины Прикладная фотохимия и фотобиология**

*1. Фотолитография*

Введение в фотолитографию. Терминология. Современные процессы получения полупроводниковых приборов. Литография. Основные стадии литографического процесса. Виды литографии. Изучение фотохимических механизмов получения резистных рельефов как одно из важнейших направлений в микроэлектронной технологии. Резисты и их свойства. Позитивные и негативные разисты. Резистные маски. Свойства резистных масок: разрешающая способность, плазмостойкость, термостойкость, адгезия, кислотостойкость. Важность физико-химических исследований при разработке и совершенствовании резистов и фотолитографических процессов. Химические механизмы формирования изображения в основных классах фоторезистов при экспонировании УФ - светом. Фотохимия и радиационная химия основных классов радиационно-чувствительных веществ. Особенности протекания фотохимических и радиационно-химических процессов в твердых пленках. Экспонирование УФ-светом. Фотолитография. Экспонирование рентгеновским излучением. Рентгенолитография. Экспонирование пучками электронов. Экспонирование пучками ионов. Ионная литография. Проявление изображения в экспонированном фоторезисте при обработке его в жидкостях. Позитивные фоторезисты на основе нафтохинондиазидов. Негативные фоторезисты на основе органических азидов и полимеров. Экспериментальное измерение скорости проявления резиста. Методы сухого проявления изображения в фоторезистах. Методы жидкостного травления. Методы плазмохимического травления. Методы определения важнейших литографических свойств: разрешающей способности, чувствительности к действию излучения, адгезионной прочности сцепления резистной маски с подложкой, плазмостойкости, дефектности. Электронная гигиена в производстве изделий электронной техники. Перспективные направления исследований в фотолитографии. Новые фотолитографичекие технологии.

*2. Фотобиологические применения фотохимии.*

Фотобиология как раздел фотохимии и биологии. Ее предмет и значение для современной науки. Первичные стадии фотобиологических процессов. Их особенности по сравнению с фотохимическими процессами. Классификация фотобиологических процессов. Фотосинтез, фототаксис, фототропизм, зрение, бактерицидное действие УФ-света. Действие УФ-света на вещества, играющие большую роль в фотобиологии. Действие УФ- света на нуклеиновые кислоты. Бактерицидное действие УФ-света и фотохимическое разрушение нуклеиновых кислот. Фотохимическая димеризация тимина и ДНК, фотогидратация, образование сшивок ДНК-белок, фотодеструкция ДНК. Фотореактивация. УФ - повреждение белков и аминокислот. Спектры поглощения белковых молекул и аминокислот. Относительная чувствительность различных аминокислот к действию УФ- излучения. Природа первичных продуктов фотолиза аминокислот: катион-радикалы, сольватированный электрон и т.д. Процессы фотоокисления молекулярным кислородом. Роль биологических мембран в клетке. Воздействие УФ-света на компоненты биологических мембран. Увеличение проницаемости мембран для ионов при воздействии на них УФ-излучения. Сенсибилизированное окисление липидов. Роль свободных радикалов и кислорода. Схема процесса. Цепной характер процесса. Действие антиоксидантов. Реакции фотоокисления в биологических системах. Фотодинамические эффекты. Фотодинамические красители. Фотодинамические процессы с участием синглетного кислорода. Фотобиологические процессы в коже. Фотомедицина. Фототоксические и фотоаллергические процессы. Старение кожи. Действие УФ-излучения на кожу. Эритема. Пигментация кожи (загар). Фотоканцерогенез. Фототерапия. Фотохимические основы зрения. Устройство глаза и его чувствительность к свету. Цис-транс-фотоизомеризация ретиналя как фотохимическая основа зрения. Фотопревращения родопсина. Рецепторные потенциалы. Цветное зрение. Фотосинтез и его химизм. Состав и структура фотосинтезирующих органоидов клетки. Структура фотосинтезирующего аппарата: хлоропласты и хроматофоры. Поглощение света пигментами фотосинтезирующего аппарата. Миграция энергии. Механизмы первичного процесса фотосинтеза: кооперативный, полупроводниковый, окислительно-восстановительный. Электронный транспорт при фотосинтезе. Путь углерода при фотосинтезе. Разложение воды при фотосинтезе.

*3. Использование фотохимии для разработки научных основ стабилизации и переработки полимерных материалов и изделий на их основе.*

Общий механизм деструкции полимеров. Первичные механизмы, ответственные за диссоциацию химических связей без участия кислорода. Кинетика реакций фотодеструкции и сшивания полимеров. Окислительная деструкция полимеров. Физическая природа молекулярного кислорода. Основные механизмы фотоокисления полимеров. Роль добавок: ионов и окислов металлов, фотосенсибилизаторов, веществ, способных генерировать синглетный кислород. Синглетный кислород и и механизмы окисления и деструкции полимеров при его воздействии. Понятие о кинетике фотоокисления полимеров. Механизмы фотохимического старения полимеров. Защита полимеров от действия УФ-света. Механизмы светостабилизации. Введение в состав полимеров пигментов, адсорбентов с карбонильными и азотсодержащими хромофорными группами. Перенос энергии как механизм стабилизации. Введение ингибиторов деструкции и антиоксидантов. Ускорение окисления полимеров. Неорганические и органические сенсибилизаторы. Получение новых полимерных материалов путем фотохимической модификации поверхности полимеров. Фотополимеризация как перспективный способ получения новых материалов и изделий. Стереофотополимеризация. Фотосшивание полимеров.

*4. Синтетическая фотохимия*

Основные преимущества фотохимических промышленных процессов. Особенности фотохимических промышленных синтезов. Цепные реакции с фотохимическим инициированием. Фотохлорирование углеводородов. Фотосульфохлорирование. Фотохимическое нитрозование (обработка нитрозилхлоридом NOCl). Синтез ε-капролактама из циклогексана. Цепной процесс синтеза меркаптанов. Процессы тонкой химической технологии. Фотохимический синтез витамина D3. Фотохимические синтезы гормонов и других биологически активных соединений. Синтез на основе синглетного кислорода. Фотохимическое разделение изотопов при помощи лазеров. Оптические отбеливатели.

*5. Использование фотохимических процессов для получения современных материалов.*

Использование фотохимических процессов для получения тонкодисперсных порошков и композитных материалов. Фотохимическое разложение металлоорганических соединений. Использование металлоорганических и координационных соединений в качестве материалов для фотодиодов (OLED).

*6. Фотография*

Классификация процессов фотографии. Фотографические системы на основе галогенидов серебра. Кристаллы галогенидов серебра как фотополупроводники. Действие УФ-излучения на кристаллы галогенидов серебра. Теория скрытого изображения. Химические модели формирования фотографического изображения. Образование каталитически активного металлического изобажения. Физическое проявление и химическая металлизация. Оптическая сенсибилизация. Теория процессов проявления. Проявление и фиксирование. Характеристики светочувствительности фотографических материалов. Цветная фотография. Несеребряная фотография. Фотохромизм.

*7. Фотоэлектрохимия*

Фотоэлектрохимическое запасание энергии. Фотогальванические элементы. Фотоэлектролиз и микрогетерогенный вариант его реализации. Окислительно-восстановительные фотореакции на поверхности раздела двух фаз (полупроводник-жидкий электролит). Кремниевые солнечные элементы.

*8. Фотокаталитические процессы в химической технологии.*

Виды фотокатализа. Фотохимическое инициирование каталитического цикла и участие фотохимических процессов в самом каталитическом цикле. Основные типы фотокатализаторов. Фотокаталитические реакции и их практическое применение.

*9. Фотохимия атмосферы и фотохимическая экология.*

Роль фотохимических реакций в происхождении и эволюции атмосферы. Взаимодействие эволюции атмосферы и биологической эволюции. Фотохимическое появление эволюции в атмосфере. Фотолиз воды вакуумным УФ-излучением. Фотосинтез как источник увеличения содержания кислорода в древнейшей атмосфере. История эволюции жизни и изменения содержания кислорода в атмосфере. Роль озона. Строение атмосферы. Температурная инверсия. Тропосфера. Стратосфера. Тропопауза. Механизм существования озонового слоя по Чэпмену. Химические и фотохимические реакции озона. Влияние гидроксильных и гидропероксильных радикалов, окислов азота и молекул, содержащих хлор на атмосферные концентрации озона. Проблема выхлопных газов и галогенсодержащих органических соединений. Фотохимия тропосферы. Образование фотохимического смога.

*10. Фотохимическое запасание солнечной энергии.*

Количество энергии солнца, используемое на земле. Проблема уменьшения со временем дешевых источников энергии. Фотохимическое запасание энергии.

*11. Наиболее перспективные направления развития прикладной фотохимии.*

**Лабораторный практикум**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ |
| 1 | 4 | Исследование фотохимической *транс-цис*-изомеризации азобензола |
| 2 | 5 | Моделирование оптического спектра поглощения на примере спектра о-азидобензойной кислоты. |
| 3 | 11 | Основы флуоресцентной спектроскопии. Регистрация спектров флуоресценции и возбуждения нафталина. |

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студентов в процессе изучения дисциплины « Прикладная фотохимия и фотобиология» предполагает чтение учебной и научной литературы, приведенной в разделе 7 данной программы, решение задач по тематическим разделам дисциплины. Учебники и задачники имеются в наличие в библиотеке в необходимом количестве, а также доступны на соответствующих Интернет-сайтах. Средствами для текущего контроля успеваемости являются контрольные работы и коллоквиумы, которые проводятся по итогам изучения тематических разделов дисциплины. По итогам изучения дисциплины в каждом семестре предусмотрен зачет и экзамен в качестве средства промежуточной аттестации студентов.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

* Устный опрос

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **экзамена.**

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:**

**Перечень компетенций** выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, в которых участвует дисциплина «Прикладная фотохимия и фотобиология», приведены в таблице.

**ОПК-2 –** Владеет навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций.

Общепрофессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 04.03.01 **«Химия».**

Уровни освоения компетенций: пороговый.

**ОПК-3 –** Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.

Общепрофессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 04.03.01 **«Химия».**

Уровни освоения компетенций: пороговый.

**ПК-3 –** Владеет системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания.

Профессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 04.03.01 **«Химия».**

Уровни освоения компетенций: пороговый.

**ОПК-5 –** Способен к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации.

Профессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 04.03.01 **«Химия».**

Уровни освоения компетенций: пороговый.

http://www.unn.ru/chem/files/karty\_kompetentsiy\_04.03.01.pdf

При изучении дисциплины «Прикладная фотохимия и фотобиология» студенты получают следующие знания, умения и владения в рамках освоения компетенций ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ОПК-5:

31 (**ОПК-2**): Знать особенности экспериментальной работы со светочувствительными веществами.

31 (**ОПК-3**): Знать основные законы фотохимии, теоретические основы фотофизических поцессов, механихмы основных фотохимических процессов, таких как фотодиссоциация, фотохимическое присоединение, фотозамещение, фотовосстановление, реакции молекул в возбужденных состояниях.

З1 (**ПК-3**): Знать нормы техники безопасности по работе с фотохимическими приборами.

В1 (**ОПК-2**): Владеть навыками работы с современным оборудованием и программным обеспечением. Владеть использования источников УФ- и видимого света; определения интенсивности источников УФ- и видимого света; постановки фотохимического эксперимента; обработки результатов фотохимического эксперимента

В1 (**ОПК-3**): Владеть навыками работы с современным оборудованием и программным обеспечением; навыками работы с современными фотохимическими приборами и терминологией фотохимии и фотобиологии.

В1 (**ПК-3**): Владеть навыками с фотохимическими приборами в безопасном для здоровья режиме.

В1 (**ОПК-5**): Владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией.

У1 (**ОПК-2**): Уметь разрабатывать методы фотохимического синтеза целевых продуктов; находить способы их использования в химии и химической технологии.

У1 (**ПК-3**): Уметь выполнять экспонирование УФ светом в безопасном для здоровья режиме.

**6.2. Описание шкал оценивания**

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде комплексного экзамена, на котором определяется:

* уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
* уровень понимания студентами изученного материала;
* способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен в 8 семестре проводится в устной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующим собеседованием в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

К экзаменам в 8 семестре допускаются обучающиеся, выполнившие все лабораторные работы на момент сдачи экзамена, имеющие зачтенные преподавателем, ведущим лабораторные занятия, отчеты по темам лабораторных работ.

**Для проведения промежуточного контроля сформированности компетенции используется:** ответ по билету на экзамене.

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Уровень подготовки** |
| Превосходно | Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий поход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета. Студент активно работал на лабораторных занятиях, чему подтверждением является высокий средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы\*. |
| Отлично | Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы. |
| Очень хорошо | Хорошая подготовка. Студент дал полный ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы. |
| Хорошо | В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дал ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Имеются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на лабораторных занятиях, имеет хорошие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы. |
| Удовлетворительно | Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при ответе на экзаменационный вопрос, но при ответах на наводящие вопросы, смог правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет низкие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы. |
| Неудовлетворительно | Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дал ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет очень низкие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы. |
| Плохо | Студент отказался отвечать на экзаменационный билет. |

\*информация предоставляется преподавателем, ведущим лабораторные занятия.

Оформление результатов лабораторных работ проводится в виде отчетов.

**6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций**

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- ***письменные ответы*** на вопросы контрольных работ и коллоквиумов;

- ***устные ответы на вопросы при фронтальном опросе***

- ***собеседование*** на экзамене

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- ***практические контрольные задания*** (ПКЗ), включающие выполнение одной или нескольких задач;

* 1. **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций.**

***Примерный перечень вопросов (устный опрос) для оценки сформированности знаний компетенции ОПК-2, ОПК-3, ПК-3, ОПК-5:***

***ОПК-2:***

1. Что такое фотолитографический процесс? Какая связь между фотолитографическими и фотохимическими характеристиками резистов?
2. Опишите механизм формирования изображения в позитивных фоторезистах на основе нафтохинондиазидов и фенолформальдегидных смол.
3. Опишите механизм формирования изображения в негативных фоторезистах на основе органических диазидов и циклизованного натурального каучука.
4. Опишите процессы формирования изображения в системах, использующих избирательное изменение химической природы полимера за счет привитой полимеризации
5. В чем состоит механизм получения изображения при помощи «сухого» фотолитографического процесса на основе фотополимеризации мономеров в твердом состоянии?
6. Назовите основные направления развития и использования фотобиологии и фотомедицины.
7. В чем отличие фотохимических и фотобиологических объектов?
8. Назовите основные механизмы фотобиологического действия УФ-света.
9. Опишите фотохимические механизмы воздействия УФ-света на нуклеиновые кислоты, и белки.
10. Расскажите о реакциях фотоокисления в фотобиологии
11. Расскажите о фотохимических превращениях ретиналя и родопсина в процессе зрения.

***ОПК-3:***

1. На чем основано цветное зрение?
2. Опишите первичные процессы фотосинтеза.
3. Назовите и охарактеризуйте основные стадии фотодеструкции полимеров.
4. Назовите и охарактеризуйте основные стадии фотоокисления полимеров.
5. В чем состоят особенности кинетики фотодеструкции и фотоокисления полимеров
6. Расскажите о способах и механизмах стабилизации полимеров.
7. Каков состав полимеров, разрушающихся под действием света?
8. Расскажите об основных типах и механизмах фотополимеризации
9. Назовите основные области применения фотополимеров.
10. Назовите преимущества и недостатки использования фотохимических реакций для промышленного синтеза
11. Опишите фотохимический механизм хлорирования и сульфохлорирования углеводородов

***ПК-3:***

1. В чем состоит процесс производства меркаптанов?
2. Опишите основные стадии фотохимического синтеза капролактама.
3. Какие примеры использования фотохимических процессов в тонком химическом синтезе Вы знаете?
4. Что такое оптические отбеливатели?
5. Каков механизм действия оптических отбеливателей?
6. Какие типы оптических отбеливателей Вы знаете?
7. Опишите механизм фотохимического разложения карбонилов металлов
8. Опишите механизм фотохимического окисления карбонилов металлов
9. Каков механизм возникновения эффекта OLED?
10. Какие классы соединений, используемых для изготовления OLED Вы знаете?
11. Опишите механизм формирования изображения в фотографических слоях на основании галоген-серебряных эмульсий

***ОПК-5:***

1. Какова роль сенсибилизаторов в формировании фотографического изображения?
2. На чем основана цветная фотография?
3. Что такое несеребряная фотография?
4. В чем отличие фотоэлектрических и фотохимических процессов?
5. Приведите примеры использования фотоэлектрохимических реакций в химической технологии
6. Что такое фотокатализ? В чем его отличие от обычных каталитических процессов?
7. Опишите механизм фотокаталитического действия полупроводников на основе оксидов цинка, титана, ванадия, железа.
8. Опишите механизм фотокаталитических цис-транс перегруппировок
9. Назовите и охарактеризуйте основные этапы возникновения атмосферы.
10. Назовите основные реакции, определяющие существование озонового слоя и концентрацию озона в стратосфере?
11. Каково влияние следовых примесей в атмосфере на концентрацию озона?
12. Опишите механизм образования фотохимического смога.
13. Назовите и охарактеризуйте фотохимические механизмы, лежащие в основе промышленных способов использования солнечной энергии
    1. **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.**
14. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. № 55-ОД.
15. Положение о фонде оценочных средств, утверждённое приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. № 247-ОД
16. **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Прикладная фотохимия и фотобиология»**

Теоретическая подготовка к лабораторным занятиям и промежуточной аттестации может осуществляться по следующим литературным источникам:

**7.1. Основная литература:**

1. Реутов, О.А. Органическая химия [Текст]: В 4 ч.: Ч.: 1: Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин - М.: Бином, 2013.- 567 c.
2. Реутов, О.А. Органическая химия [Текст]: В 4 ч.: Ч.: 2: Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин - М.: Бином, 2013.- 623 c.
3. . Реутов, О.А. Органическая химия [Текст]: В 4 ч.: Ч.: 3: Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин - М.: Бином, 2013. - 544 c.
4. Реутов, О.А. Органическая химия [Текст]: В 4 ч.: Ч.: 4: Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин - М.: Бином,2013. - 458 с.
5. Щербина А. Э. Органическая химия. Основной курс: Учебник [Электронный ресурс]. / А.Э. Щербина, Л.Г. Матусевич; Под ред. А.Э. Щербины. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 808 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php/book=415732.
6. Шабаров Ю. С. Органическая химия. [Электронный ресурс]. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2011. - 848 с.
7. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php.pl1_cid=25&pl1_id=4037>.

**7.2. Дополнительная литература:**

1. Введение в фотохимию органических соединений, под ред. Г.О.Беккера, Химия, Ленинград, 1976, 384 с.
2. Н.Турро, Молекулярная фотохимия, Мир, Москва, 1967, 328 с.
3. Дж.Барлтроп, Дж.Койл, Возбужденные состояния в органической химии, Мир, Москва, 1978, 446 с.
4. Дж.Калверт, Дж.Питтс. Фотохимия. М., Мир, 1968, С.628.
5. Экспериментальные методы химической кинетики /Под ред. Н.М. Эмануэля и М.Г. Кузьмина. - М.: Изд-во МГУ, 1985.
6. Экспериментальные методы в фотохимии и фотофизике : Пер. с англ. В 2-х т. / Я. Рабек ; Под ред. А. Ю. Борисова, М. Мир 1985
7. Портер Дж., Вест М. А. Импульсный фотолиз. — В кн.: Методы исследования быстрых реакций. Под ред. Хэммиса Г. М., 1977.
8. Лакович Дж. Основы флуоресцентной спектроскопии. М.: Мир, 1986.

**7.3. Рекомендуемая литература:**

1. Окабе Х. Фотохимия малых молекул. М., Мир, 1981, С.157.
2. Багдасарьян Х.С. Двухквантовая фотохимия.- М.: Наука, 1976.
3. Барачевский В.А., Лашков Г.И., Цехомский В.А. Фотохромизм и его применение. - М.: Химия, 1977.
4. Ванников А.В., Гришина А.Д. Фотохимия полимерных донорно-акцепторных комплексов. - М.: Наука, 1984.
5. Дьюар М., Догерти Р. Теория возмущений молекулярных орбиталей в органической химии. - М.: Мир, 1977.
6. Капинус Е.И. Фотоника молекулярных комплексов. - Киев, Наукова думка, 1988.
7. Кричевский Г.Е. Фотохимические превращения красителей и свето-стабилизация окрашенных материалов. - М.: Химия, 1986.
8. Крюков А.И., Шерстюк В.П., Дилунг И.И. Фотоперенос электрона и его прикладные аспекты. - Киев, Наукова думка, 1982.
9. Теренин А.Н. Фотоника молекул красителей и родственных органических соединений. - Л.: Наука, 1967.
10. Успехи научной фотографии /Под ред. К.В. Чибисова. - М.: Наука, 1972, - Т.16; 1978, - T.19; 1980, - T.20; 1989, - T.25.
11. Фотохимические процессы в слоях /Под ред. А.В. Ельцова. - Л.: Химия, 1978.
12. Эмануэль Н. М., Кнорре Д. Г. Курс химической кинетики. М., 1984.
13. Энергетические ресурсы сквозь призму фотохимии и катализа/Под ред. А.Е. Шилова и К.И. Замараева. - М.: Мир, 1986.
14. М.В.Волькенштейн, Л.А.Грибов, М.А.Ельяшевич, Б.И.Степанов. Колебания молекул. 2-е издание, Физматгиз. М. 1972.
15. Л.А.Грибов. Введение в молекулярную спектроскопию. Физматгиз. М. 1976.
16. М.Е.Эляшберг, Л.А.Грибов, В.В.Серов. Молекулярный спектральный анализ и ЭВМ. Наука, М. 1980.
17. Л.В.Вилков, Ю.А.Пентин. Физические методы исследования в химии. Т. 1, ВШ, М. 1987, т.2, ВШ, М. 1989.
18. Л.А.Грибов, В.И.Баранов, Д.Ю.Зеленцов. Электронно-колебательные спектры молекул. Наука, М. 1997.
19. Л.А.Грибов, А.И.Павлючко. Вариационные методы решения ангармонических задач в теории колебательных спектров молекул. Наука, М. 1998.
20. «Методы исследования быстрых реакций» под ред. Г. Хэммиса, М.: Мир, 1977.

**7.4. Интернет-ресурсы:**

1. http://hi-edu.ru/e-books/xbook762/01/topicsw.htm

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой также предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений.

1. **Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Для обучения студентов названной дисциплине имеются в наличии специальный кабинет с необходимым оборудованием и программным обеспечением (306, 306(б) ауд, 5 корпус).

Материально-техническое обеспечение лабораторного практикума - лаборатория органического синтеза, оснащенная оборудованием: вытяжные шкафы; штативы с лапками и кольцами; химическая посуда общего и специального назначения; механические верхнеприводные мешалки; сушильный шкаф; вакуумный насос; водоструйные насосы; ротационный испаритель; дистиллятор; технические и аналитические весы; приборы для определения температур плавления и кипения; рефрактометр; ртутные термометры; набор химических реактивов. Ртутно-кварцевые лампы низкого и высокого давления, светофильтры. Фурье ИК-спектрометр, жидкостной хроматограф, спектрофлуориметр и УФ/Вид спектрометр.

Материально-техническое обеспечение лекционных и семинарских занятий (306(а) ауд, 5 корпус): видеопроектор, ноутбук, переносной экран, проектор, доска.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению подготовки 04.03.01 – Химия, направленность «Химия и материаловедение», реализуемой на химическом факультете.

Автор:

к.х.н., доцент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Будруев А.В.

Рецензент:

зав.лаб. ИМХ РАН, д.х.н., профессор РАН \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Скатова А.А.

Заведующий кафедрой фотохимии и спектроскопии,

д.х.н., профессор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Зеленцов С.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии химического факультета

от 24 мая 2018 года, протокол № 11.