

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Биоразлагаемые полимеры

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

19.04.01 - Биотехнология

Направленность образовательной программы

Общая биотехнология

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.11 Биоразлагаемые полимеры относится к обязательной части образовательной программы.

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-7: Способен представлять результаты профессиональной деятельности на русском и иностранном языках в виде научных докладов, отчетов, обзоров и публикаций с использованием современных информационных технологий	ОПК-7-1: Понимает принципы представления результатов профессиональной деятельности на русском и иностранном языках ОПК-7-2: Может представлять результаты профессиональной деятельности в виде докладов, отчетов, обзоров и публикаций ОПК-7-3: Применяет навыки использования современных информационных технологий для представления результатов профессиональной деятельности	ОПК-7-1: Знать определения и понятия - биоразлагаемые полимеры, классы синтетических и природных биоразлагаемых полимеров, современное состояние проблемы получения биоразлагаемых полимерных материалов, закономерности реакций полимераналогичных превращений, блок- и привитой полимеризации; основные методы и приемы получения новых биоразлагаемых полимерных материалов и композитов Уметь применять научно-обоснованные подходы получения биоразлагаемых полимеров и современные методы исследования биodeградации в соответствии с конкретными задачами Владеть информацией о требованиях к биоразлагаемым полимерам и композитам при производстве их для различных областей применения ОПК-7-2:	Доклад-презентация Коллоквиум Опрос	Зачёт: Контрольные вопросы

		<p>Знать элементарные логические методы и приемы научного исследования</p> <p>Уметь осуществлять анализ научно-технической информации, полученной из отечественных и зарубежных источников и литературы, в том числе посвященных химии полимеров</p> <p>Владеть элементарными методами научного поиска и интеллектуального анализа научной информации при решении новых задач</p> <p>ОПК-7-3: Знать основные принципы поиска, обобщения и анализа информации в области биоразлагаемых полимеров</p> <p>Уметь проводить отбор необходимых источников, их анализ и структуризацию информации</p> <p>Владеть навыками поиска, обобщения, структуризации информации с использованием информационно-коммуникационных технологий</p>		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	24
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	48
- КСР	1

самостоятельная работа	35
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/ лабора торные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Основные понятия и определения биоразлагаемых полимеров. Критерии оценки биоразлагаемости. Природные и синтетические биоразлагаемые полимерные материалы. Особенности структуры	20	6	6	12	8
Крахмал. Сырьевые источники. Структура, методы Определения молекулярных масс. Модификация крахмала	29	6	14	20	9
Хитин и хитозан. Сырьевые источники. Структура, свойства. Модификация хитина и хитозана	29	6	14	20	9
Основные направления практического применения крахмала, хитина и хитозана	29	6	14	20	9
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	24	48	73	35

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Основные понятия и определения биоразлагаемых полимеров. Критерии оценки биоразлагаемости.

Природные и синтетические биоразлагаемые полимерные материалы. Особенности структуры

Источники полимерных отходов. Виды и способы утилизации отходов. Определения биоразлагаемых

полимеров. Способы контроля биodeградации полимеров. Микроорганизмы, способные разрушать

полимеры. Специализированные биопрепараты для утилизации полимерных отходов. Природные и

синтетические биоразлагаемые полимеры: классификация, структура, строение свойства, области

применения

2. Крахмал. Сырьевые источники. Структура, методы определения молекулярных масс. Модификация

крахмала

Особенности строения и основные свойства крахмала. Сырьевые источники крахмала, особенности

состава. Методы получения крахмала из сырьевых источников: достоинства и недостатки. Структура

крахмалов, полученных из различных источников, различия по молекулярной массе. Способы отделения

амилазы и амилопектина. Основные методы модификации крахмала: полимераналогичные

превращения, привитая и блок-сополимеризация с синтетическими мономерами, смесевые композиции.

3. Хитин и хитозан. Сырьевые источники. Структура, свойства. Модификация хитина и хитозана

Хитозан - биополимер с уникальными свойствами. Сырьевые источники и основные методы

переработки хитина и хитозана. Структура, свойства, Полиэлектролитные комплексы на основе хитина, хитозана и синтетических полимеров. Современное состояние физико-механических методов определения основных характеристик хитина, хитозана и их производных. Ферменты деградации хитина и хитозана. Растворимость и свойства растворов хитина и хитозана. Химическая модификация хитина и хитозана: основные направления, достоинства и недостатки. Твердофазный метод синтеза производных хитина и хитозана

4. Основные направления практического применения крахмала, хитина и хитозана
Фармация и биомедицина. Сельское хозяйство и промышленное производство. Пищевая промышленность. Косметология

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.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "-" (-).
- открытый онлайн-курс МООС "-" (-).

Иные учебно-методические материалы: 1. Редукционные технологии при утилизации отходов полимерных материалов / А.Е. Мочалова, В.Ф. Смирнов, В.А. Антонец, О.Н. Смирнова, Н.А. Аникина, Е.В. Маринин

// Н.Новгород: Издательство Нижегородского госуниверситета. – 2016. – 123 с.

2. Мочалова А.Е., Смирнова Л.А. Биоразлагаемые полимеры. // Н.Новгород: Изд-во ННГУ. - 2013. - 56 с.

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-7:

1. Хитозан – перспективный биополимер для создания материалов и изделий медицинского, фармакологического и косметологического назначения.
2. Гидрогели в биологии и медицине. Альгинат.
3. Полимеры в биоинженерных процессах.
4. Полимеры в биокаталитических процессах.
5. Коллаген. Способы получения, применение в различных областях медицины.
6. Использование полимеров в качестве пластырей. Способы получения пластырей.
7. Синтетические биоразлагаемые блоксополимеры: полифосфоэферы. Способы получения.

8. Полимеры в составе биосенсоров.
9. Полимерные мембраны и их использование в биологии и медицине.
10. Крове- и плазмозаменители.
11. Полимеры в медицинской 3D печати
12. Полимеры, используемые для доставки лекарственных средств
13. Искусственные покрытия для поврежденных участков кожи
14. Полимерные имплантаты в офтальмологии
15. Полимеры и их композиты в стоматологии
16. Шовные материалы

Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад-презентация)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Допустимый уровень знаний выше минимального. Продемонстрированы основные умения. При решении типовых заданий могут быть негрубые ошибки. Имеется набор навыков выше минимального для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Или невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ОПК-7:

Природные полисахариды: структура элементарного звена, свойства.

2. Сырьевые источники крахмала.
3. Сырьевые источники хитина.
4. Методы получения хитозана из хитина.
5. Что такое биоразлагаемые материалы?
6. Основные методы определения степени биоразлагаемости материалов.
7. Основные методы модификации крахмала.

8. Методы получения ацетильных производных хитозана.
9. Что такое привитая и блок-сополимеризация? Отличия в структуре сополимеров.
10. Достоинства и недостатки твердофазной модификации полисахаридов.
11. Назовите основные критерии оценки биоразлагаемости материалов.
12. Под действием каких факторов происходит деструкция полимерных материалов?
13. Какие микроорганизмы способны разрушать эфирные связи в высокомолекулярных соединениях?
14. Какие виды микроорганизмов разрушают гликозидные связи в полисахаридах?
15. Назовите основные критерии токсичности полимерных материалов.
16. Основные методы оценки степени деструкции полимерных материалов.
17. Перечислите современные методы биоутилизации полимеров.
18. Хитозан рассматривается как структурный аналог целлюлозы. Почему хитозан растворим в водных растворах разбавленных кислот, а целлюлоза нет?
19. Чем объяснить сорбционные свойства крахмала и хитозана?

Критерии оценивания (оценочное средство - Коллоквиум)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
отлично	Высокий уровень владения материалом. Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Правильно выполнены все задания. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами. Проявлены отличные способности применять знания и умения к выполнению конкретных задач. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов

Оценка	Критерии оценивания
хорошо	Правильно выполнена большая часть заданий, допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения при решении стандартных задач
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить полноту знаний и наличие навыков и умений вследствие отказа обучающегося от ответа

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ОПК-7:

1. Определения биоразлагаемых полимеров.
2. Структура полимерных цепей биоразлагаемых синтетических полимеров. Механизм биоразложения.
3. Природные биоразлагаемые полимеры. Структура полимерных цепей полисахаридов.
4. Физико-химические свойства хитина и хитозана, как структурных аналогов целлюлозы. Общие и отличительные свойства.
5. Модификация крахмала, хитина и хитозана по реакциям полимераналогичных превращений.
6. Модификация крахмала, хитина и хитозана путем блок- и привитой полимеризации.
7. Свойства хитозана, как флокулянта, сорбента и коагулянта. Механизм процессов.
8. Комплексообразующие и хелатообразующие свойства хитозана. Интерполимерные комплексы хитозана.
9. Пленки, волокна, мембраны на основе крахмала, хитина, хитозана.
10. Хитозан, как стабилизатор наночастиц металлов.

11. Применение крахмала, хитина и хитозана в фармации, биомедицине и сельском хозяйстве.
12. Источники полимерных отходов. Способы их утилизации.
13. Виды микроорганизмов, способных биоутилизировать высокомолекулярные соединения с эфирными связями. Механизм.
14. Основные методы оценки степени деструкции полимерных материалов.
15. Редукционные технологии при переработке полимерных отходов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Допустимый уровень знаний выше минимального. Продemonстрированы основные умения. При решении типовых заданий могут быть негрубые ошибки. Имеется набор навыков выше минимального для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Или невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	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	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы 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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован 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-7

1. Определения биоразлагаемых полимеров.
2. Структура полимерных цепей биоразлагаемых синтетических полимеров. Механизм биоразложения.
3. Природные биоразлагаемые полимеры. Структура полимерных цепей полисахаридов.
4. Физико-химические свойства хитина и хитозана, как структурных аналогов целлюлозы. Общие и отличительные свойства.
5. Модификация крахмала, хитина и хитозана по реакциям полимераналогичных превращений.
6. Модификация крахмала, хитина и хитозана путем блок- и привитой полимеризации.
7. Свойства хитозана, как флокулянта, сорбента и коагулянта. Механизм процессов.
8. Комплексообразующие и хелатообразующие свойства хитозана. Интерполимерные комплексы хитозана.
9. Пленки, волокна, мембраны на основе крахмала, хитина, хитозана.
10. Хитозан, как стабилизатор наночастиц металлов.
11. Применение крахмала, хитина и хитозана в фармации, биомедицине и сельском хозяйстве.
12. Источники полимерных отходов. Способы их утилизации.
13. Виды микроорганизмов, способных биоутилизировать высокомолекулярные соединения с эфирными связями. Механизм.
14. Основные методы оценки степени деструкции полимерных материалов.
15. Редукционные технологии при переработке полимерных отходов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Допустимый уровень знаний выше минимального. Продemonстрированы основные умения. При решении типовых заданий могут быть негрубые ошибки. Имеется набор навыков выше минимального для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
не	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Или невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа

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

Основная литература:

1. Редукционные технологии при утилизации отходов полимерных материалов : монография / ННГУ. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2016. - 123 с. - ISBN 978-5-91326-343-8 : 133.27., 13 экз.
2. Янов В. В. Биоразлагаемые полимеры и полимерные композиции : учебное пособие / Янов В. В., Зенитова Л. А. - Казань : КНИТУ, 2022. - 144 с. - Книга из коллекции КНИТУ - Химия. - ISBN 978-5-7882-3151-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=865161&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Технология полимерных материалов (Теория и практика) : учебное пособие / Карманова О. В., Щербакова М. С., Москалев А. С., Шутилина Ю. Ф. - Воронеж : ВГУИТ, 2021. - 135 с. - Утверждено редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия. - Книга из коллекции ВГУИТ - Химия. - ISBN 978-5-00032-545-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=806833&idb=0>.
2. Семчиков Юрий Денисович. Высокомолекулярные соединения : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия". - 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2006. - 368 с. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - ISBN 5-7695-3028-6 : 250.69., 48 экз.
3. Высокомолекулярные соединения : учебник и практикум / М. С. Аржаков [и др.] ; под редакцией А. Б. Зезина. - Москва : Юрайт, 2023. - 340 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-01322-1. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=845117&idb=0>.

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

<http://www.uspkhim.ru>

<http://www.sciencedirect.com>

https://www.researchgate.net/publication/225679204_Applications_of_biopolymers_I_Chitosan

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология.

Автор(ы): Зайцев Сергей Дмитриевич, доктор химических наук, доцент
Мочалова Алла Евгеньевна, доктор химических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Зайцев Сергей Дмитриевич, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 5.12.2023, протокол № 2.