

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
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«25» января 2023 г. № 1

Рабочая программа дисциплины

Биоразлагаемые полимеры
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
магистратура
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
19.04.01 Биотехнология
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Общая биотехнология
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная
(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.О.11 Биоразлагаемые полимеры относится к обязательной части, Блока 1 ООП направления подготовки 19.04.01 «Биотехнология».

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	
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.	<p><i>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</i></p> <p><i>Уметь применять научно-обоснованные подходы получения биоразлагаемых полимеров и современные методы исследования биodeградации в соответствии с конкретными задачами</i></p> <p><i>Владеть информацией о требованиях к биоразлагаемым полимерам и композитам при производстве их для различных областей применения</i></p>	<p>Устный опрос</p> <p>Коллоквиум</p> <p>Доклад с презентацией</p> <p>Вопросы к зачету</p>
	ОПК-7.2. Может представлять результаты профессиональной деятельности в виде докладов, отчетов, обзоров и публикаций.	<p><i>Знать элементарные логические методы и приемы научного исследования</i></p> <p><i>Уметь осуществлять анализ научно-технической информации, полученной из отечественных и зарубежных источников и литературы, в том числе посвященных химии полимеров</i></p> <p><i>Владеть элементарными методами научного поиска и</i></p>	

		<i>интеллектуального анализа научной информации при решении новых задач</i>	
	ОПК-7.3. Применяет навыки использования современных информационных технологий для представления результатов профессиональной деятельности.	<i>Знать основные принципы поиска, обобщения и анализа информации в области биоразлагаемых полимеров</i> <i>Уметь проводить отбор необходимых источников, их анализ и структуризацию информации</i> <i>Владеть навыками поиска, обобщения, структуризации информации с использованием информационно-коммуникационных технологий</i>	

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	72
- занятия лекционного типа	24
- лабораторные работы	24
- практические занятия	24
самостоятельная работа	35
КСР	1
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),	Всего (часы)	в том числе				
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная
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	8	6	20	9
Хитин и хитозан. Сырьевые источники. Структура, свойства. Модификация хитина и хитозана	29	6	8	6	20	9
Основные направления практического применения крахмала, хитина и хитозана	29	6	8	6	21	9
Промежуточная аттестация - зачет						
КСР	1					
Итого	108	24	24	24	73	35

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, лабораторного типа.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к устным опросам, коллоквиуму и докладу с презентацией.

Требования по подготовке доклада с презентацией

Тему, которой будет посвящен реферат, выбирает сам студент по согласованию с преподавателем. Доклад по материалам реферата должен иметь длительность 10-15 мин. Для подготовки докладов с презентациями обязательно использование рекомендованных преподавателем баз данных, самостоятельный отбор материала из интернет-источников свободного доступа, а также анализ статей (не менее 5ти) из научных журналов. Реферат, Презентация и содержание доклада (не более 5 листов) со списком использованных источников информации оформляется в электронном виде и сдается преподавателю не позднее, чем за 1 неделю до окончания семестра. Презентация должна иметь до 10 слайдов, отражать и дополнять текст выступления.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме зачета.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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, без ошибок.	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 отдельными несущественным 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 владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	я от ответа	ошибки.	недочетами				
--	-------------	---------	------------	--	--	--	--

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	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
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемой компетенции
<ol style="list-style-type: none"> 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. 	ОПК-7

<p>Механизм процессов.</p> <p>8. Комплексообразующие и хелатообразующие свойства хитозана. Интерполимерные комплексы хитозана.</p> <p>9. Пленки, волокна, мембраны на основе крахмала, хитина, хитозана.</p> <p>10. Хитозан, как стабилизатор наночастиц металлов.</p> <p>11. Применение крахмала, хитина и хитозана в фармации, биомедицине и сельском хозяйстве.</p> <p>12. Источники полимерных отходов. Способы их утилизации.</p> <p>13. Виды микроорганизмов, способных биоутилизировать высокомолекулярные соединения с эфирными связями. Механизм.</p> <p>14. Основные методы оценки степени деструкции полимерных материалов.</p> <p>15. Редукционные технологии при переработке полимерных отходов.</p>	

5.2.2. Типовые вопросы на коллоквиумах для оценки сформированности компетенции ОПК-7

1. 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?
20. Основные методы карбоксиалкилирования хитозана.
21. Основные отличительные особенности привитых и блок- сополимеров.
22. Методы получения привитых сополимеров природных полимеров с мономерами винилового ряда.
23. Из результатов, представленных на рисунках 1 и 2 видно, что молекулярная масса привитых цепей и блоков ПМА в привитом и блок-сополимере ХТЗ-МА, соответственно, уменьшается со временем под действием микромицетов до некоторого постоянного значения, т.е. сополимер вовлекается в процесс

биодеструкции. Предложите пути создания полностью биоразлагаемого материала на основе сополимеров ХТЗ с МА.

5.2.3. Вопросы к устному опросу 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.

5.2.4. Темы докладов с презентациями для оценки сформированности компетенции ОПК-7

1. Основные понятия и определения биоразлагаемых полимеров и полимерных композиций. Требования к биоразлагаемым полимерам. Современное состояние проблемы.
2. Основные представители синтетических биоразлагаемых полимеров. Структура полимерных цепей. Механизм биодegradации.
3. Природные биоразлагаемые полимеры.
4. Основные представители класса полисахаридов. Структурные особенности. Физические свойства.
5. Крахмал как перспективное сырье для индустрии новых биоразлагаемых полимерных материалов. Методы модификации крахмала. Полимерная продукция на основе крахмала и его производных.
6. Хитин, хитозан. Сырьевые источники и их переработка.
7. Модификация хитина и хитозана.
8. Основные и перспективные области применения хитозана.
9. Микроорганизмы и полимерные материалы - взаимное влияние на качество жизни и свойства.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

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. (13 экз. в библиотеке ННГУ)
2. Мочалова А.Е., Смирнова Л.А. Биоразлагаемые полимеры. // Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 2013, 56 с. (20 экз. на Кафедре высокомолекулярных соединений и коллоидной химии).
3. Сироткин, А. С. Биополимеры и перспективные материалы на их основе : учебное пособие / А. С. Сироткин, Ю. В. Лисюкова, Т. В. Вдовина, Ю. В. Щербакова - Казань : Издательство КНИТУ, 2017. - 116 с. - ISBN 978-5-7882-2305-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788223056.html>

б) дополнительная литература:

1. Семчиков Ю.Д., Жильцов С.Ф., Зайцев С.Д. Введение в химию полимеров. - СПб: Изд-во Лань, 2012. – 224 с. (98 экз. в библиотеке ННГУ)

в) 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

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии на сайтах издательств «Юрайт» (<http://www.urait.ru/>) и электронных библиотечных системах ННГУ (<http://www.lib.unn.ru/ebs.html>), доступ к которым предоставлен студентам. Сайты издательств содержат произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонды библиотек сформированы 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.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: учебная мебель, доска, экран, проектор, переносное мультимедийное оборудование (ноутбук), беспроводной Интернет, лицензионное программное обеспечение.

Лаборатория: лабораторная мебель, аппарат для вертикального электрофореза, водяная баня-термостат, вортекс, стерилизатор сухожаровой, мульти-ротатор, центрифуга, лабораторные весы, фотоэлектрический фотометр, рН-метр/иономер.

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 19.04.01 Биотехнология.

Автор: д.х.н. С.Д. Зайцев, А.Е. Мочалова

Рецензент: д.х.н., проф. С.В. Зеленцов

Заведующий кафедрой д.х.н. С.Д. Зайцев

Программа одобрена на заседании методической комиссии ИББМ от «6» сентября 2022 года, протокол № 1.