

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 Ученого совета ННГУ
протокол № 6 от 31.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины
Биоразлагаемые полимеры. Полисахариды

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
04.04.01 - Химия

Направленность образовательной программы
Химия высокомолекулярных соединений

Форма обучения
очная, очно-заочная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.06 Биоразлагаемые полимеры. Полисахариды относится к части, формируемой участниками образовательных отношений 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
ПК-3-н: Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-3-н-1: Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными. ПК-3-н-2: Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	ПК-3-н-1: Владеть информацией о требованиях к биоразлагаемым полимерам и композитам при производстве их для различных областей применения. Уметь применять научно-обоснованные подходы получения биоразлагаемых полимеров и современные методы исследования биodeградации в соответствии с конкретными задачами. 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. ПК-3-н-2: Владеть современными	Доклад-презентация Коллоквиум	Экзамен: Контрольные вопросы

		<p>методами биoutilизации полимерных отходов и применять их при решении определенной проблемы.</p> <p>Уметь анализировать влияние состава полимера на его способность к биоразложению, прогнозировать продукты биоразложения полимеров и оценивать их потенциальный вред для окружающей среды.</p> <p>Знать критерии оценки биоразлагаемости и токсичности полимеров.</p>		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	6	6
Часов по учебному плану	216	216
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	36	36
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0	0
- КСР	2	2
самостоятельная работа	124	142
Промежуточная аттестация	54 экзамен	36 экзамен

3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование и краткое содержание 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 з	о ф	о з	о ф	о з	о ф	о з	о ф	о з

	о	ф о	о	ф о	о	ф о	о	ф о	о	ф о
Основные понятия и определения биоразлагаемых полимеров. Критерии оценки биоразлагаемости. Природные и синтетические биоразлагаемые полимерные материалы. Особенности структуры.	35	45	8	10	0	0	8	10	27	35
Крахмал. Сырьевые источники. Структура, методы определения молекулярных масс. Модификация крахмала.	43	43	10	9	0	0	10	9	33	34
Хитин и хитозан. Сырьевые источники. Структура, свойства. Модификация хитина и хитозана.	43	43	10	9	0	0	10	9	33	34
Основные направления практического применения крахмала, хитина и хитозана.	39	47	8	8	0	0	8	8	31	39
Аттестация	54	36								
КСР	2	2					2	2		
Итого	216	216	36	36	0	0	38	38	124	142

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

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

Иные учебно-методические материалы: -

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 ПК-3-н

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 биodeградации.
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.

Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад-презентация)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Реферат, презентация написаны в соответствии с предъявляемыми требованиями, продемонстрирован творческий подход, тема раскрыта полностью. Защита показала владение информацией по теме реферата в полном объеме. Получены исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы.
отлично	Реферат, презентация написаны в соответствии с предъявляемыми требованиями, основные разделы по теме реферата раскрыты. Защита показала владение информацией по теме реферата. Получены ответы на дополнительные вопросы с несущественным недочетами.
очень хорошо	Реферат, презентация написаны в соответствии с предъявляемыми требованиями, основные разделы по теме реферата раскрыты, но имеется несколько несущественных ошибок. Защита показала владение информацией по теме реферата. Получены ответы на дополнительные вопросы с недочетами.
хорошо	Реферат, презентация написаны в соответствии с основными требованиями, тема реферата раскрыта с некоторыми недочетами. Продemonстрированы базовые навыки при защите реферата с некоторыми недочетами. Даны неполные ответы на дополнительные вопросы.
удовлетворительно	Реферат, презентация написаны с существенными отклонениями от предъявляемых требований, тема реферата раскрыта частично. Соответствии с основными требованиями, тема реферата раскрыта с некоторыми недочетами. Допущено много негрубых ошибок при защите реферата и при ответе на дополнительные вопросы.
неудовлетворительно	При написании реферата и презентации не выполнены предъявляемые требования, тема реферата не раскрыта. Защита показала отсутствие понимания материала. Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. Не получены ответы на дополнительные вопросы.
плохо	Содержание реферата, презентации не соответствует теме, предъявляемые требования не соблюдены. Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие владения материалом при защите реферата. Отказ обучающегося от ответа на дополнительные вопросы. Или реферат не предоставлен.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

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.

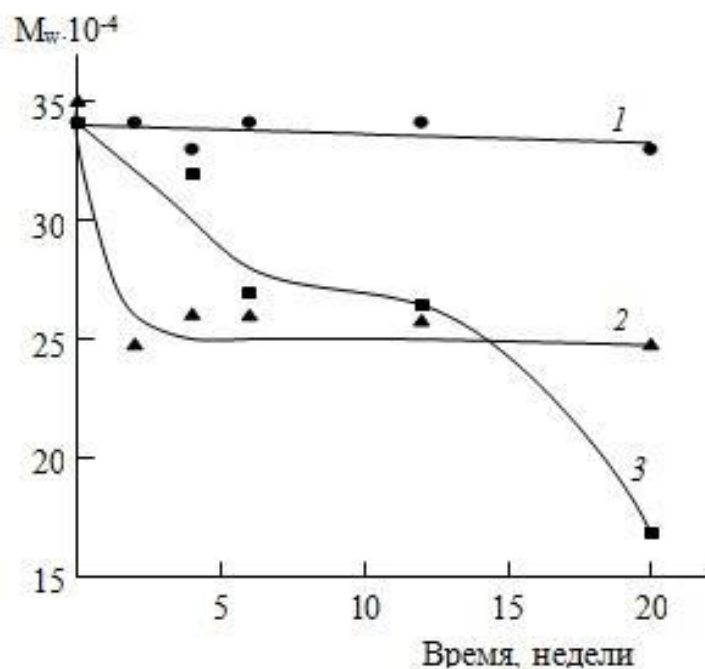


Рис. 1. Изменение молекулярной массы цепей полиметилакрилата от времени воздействия на гибридный блок-сополимер XT3-МА гриба вида *Aspergillus terreus*: 1-контроль, 2-под газон, 3- на газон ($[MA]/[XT3] = 0.89$ моль/осново-моль.).

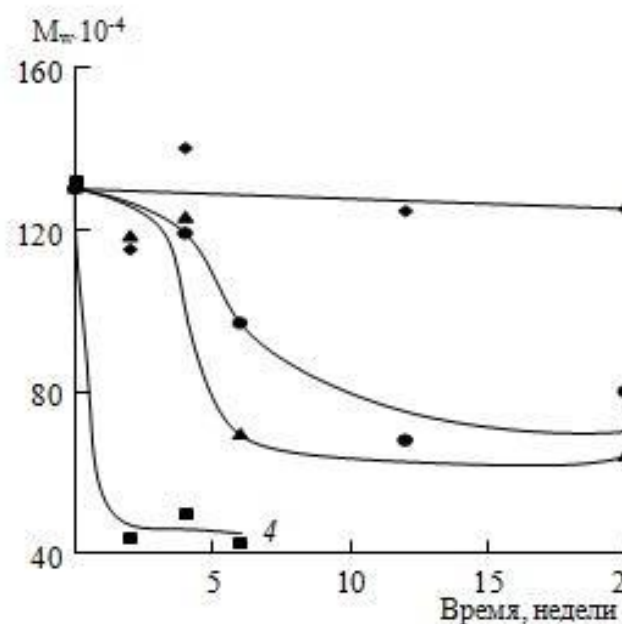


Рис. 2. Изменение молекулярной массы цепей полиметилакрилата от времени воздействия на гrafted сополимер XT3-МА гриба вида *Penicillium cyclosporum*: 1-контроль, 2- на газон, 3- под газон, 4- суспензия ($[MA]/[XT3] = 0.89$ моль/осново-моль.).

24. В таблице представлены температуры физических переходов в привитом сополимере XT3-МА до и после воздействия микроцепта *Penicillium cyclosporum*. Проанализируйте данные таблицы. На основании чего можно сделать заключение о биодegradации не только цепей хитозана и цепей ПМА?

Температуры физических переходов в привитом сополимере ХТЗ с МА и обработанном

Образец	m, г	$t_{c1}(\text{ПМА})$ °C	$t_{c2}(\text{ПМА})$, °C	$t_{\text{п}}$, °C	t_{c1} , °C	t_{c2} , °C	$t_{\text{пер.}}$, °C	$t_{\text{дестр1}}$, °C	$t_{\text{дестр2}}$, °C	$t_{\text{д}}$
ХТЗ-МА исходный, привитой	0.4473	13.0±0.5	26.5±0.5	---	69.0±0.5	123±1	269↓±2	297↑±3	324↓±3	32
ХТЗ-МА контроль	0.4546	14.0±0.5	23.0±0.5	45.0±0.5	71.0±0.5	125±1	266↓±2	298↑±3	324↓±3	32
ХТЗ-МА + «Pinicilinium cyclopium» на газоне гриба	0.4163	15.0±0.4	24.0±0.5	50.0±0.5	77.0±0.5	125±1	---	293↑±3	322↓±3	32
ХТЗ-МА+ «Pinicilinium cyclopium» под газон	0.3281	17.0±0.5	26.0±0.5	51.0±0.5	74.5±0.5	122±1	---	245↑±2	325↓±3	34

*) ↓ – эндотермический эффект; ↑ – экзотермический эффект

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	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. 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.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. 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.

Оценка	Критерии оценивания
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. 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. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. 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 (индикатор 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	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

						задания в полном объеме	
<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

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Экзамен

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

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	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. 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.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. 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 ошибок. 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. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н (Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках)

Задание 1. Классы. Определения биоразлагаемых полимеров.

Задание 2. Структура полимерных цепей биоразлагаемых синтетических полимеров. Механизм биоразложения.

Задание 3. Природные биоразлагаемые полимеры. Структура полимерных цепей полисахаридов.

Задание 4. Физико-химические свойства хитина и хитозана, как структурных аналогов целлюлозы. Общие и отличительные свойства.

Задание 5. Модификация крахмала, хитина и хитозана по реакциям полимераналогичных превращений.

Задание 6. Модификация крахмала, хитина и хитозана путем блок- и привитой полимеризации.

Задание 7. Свойства хитозана, как флокулянта, сорбента и коагулянта. Механизм процессов.

Задание 8. Комплексообразующие и хелатообразующие свойства хитозана. Интерполимерные комплексы хитозана, полиолефиновые термоэластопласты. Эксплуатационные свойства и области применения.

Задание 9. Пленки, волокна, мембраны на основе крахмала, хитина, хитозана.

Задание 10. Хитозан, как стабилизатор наночастиц металлов.

Задание 11. Применение крахмала, хитина и хитозана в фармации, биомедицине и сельском хозяйстве.

Задание 12. Источники полимерных отходов. Способы их утилизации.

Задание 13. Виды микроорганизмов, способных биоутилизировать высокомолекулярные соединения с эфирными связями. Механизм.

Задание 14. Основные методы оценки степени деструкции полимерных материалов.

Задание 15. Редукционные технологии при переработке полимерных отходов.

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. 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.

Дополнительная литература:

1. Семчиков Юрий Денисович. Введение в химию полимеров : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению ВПО 020100 "Химия" и специальности 020201 "Фундам. и прикладная химия". - СПб. : Лань, 2012. - 224 с. : ил. - (Учебники для вузов) (Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1325-6 : 399.96., 98 экз.
2. Оудиан Дж. Основы химии полимеров / пер. с англ. Я. С. Выгодского и Т. М. Фрунзе ; под ред. В. В. Коршака. - М. : Мир, 1974. - 614 с. : черт. - 2.79., 6 экз.
3. Штильман Михаил Исаакович. Полимеры медико-биологического назначения : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 250500 "Химическая технология высокомолекулярных соединений" / [ред.: И. А. Грицкова, И. К. Григорянц, В. И. Севастьянов]. - М. : Академкнига, 2006. - 400 с. - Библиогр.: с. 324 - 380. - ISBN 5-94628-239-5 : 264.00., 3 экз.
4. Технология полимерных материалов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Хим. технология высокомолекуляр. соединений" / под общ. ред. В. К.

Крыжановского. - СПб. : Профессия, 2008. - 544 с. : ил. - ISBN 978-5-93913-152-0 : 585.00., 1 экз.

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.

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 04.04.01 - Химия.

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

Заведующий кафедрой: Зайцев Сергей Дмитриевич, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25.05.2023 г., протокол № 7.