

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института химии  
д.х.н., профессор И.Ю. Горячева

"09" марта 2021 г.

Рабочая программа дисциплины  
Биодеградируемые полимеры

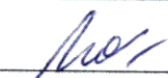
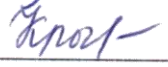
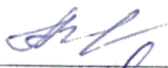
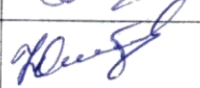
Направление подготовки бакалавриата  
04.03.01 Химия

Профиль подготовки бакалавриата  
Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ

Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
Очная

Саратов,  
2021

| Статус                         | ФИО            | Подпись   | Дата       |
|--------------------------------|----------------|---|------------|
| Преподаватель-разработчик      | Малинкина О.Н. |  | 09.03.21г. |
| Председатель НМК               | Крылатова Я.Г. |  | 09.03.21г. |
| Заведующий кафедрой            | Шиповская А.Б. |  | 09.03.21г. |
| Специалист Учебного управления | Юшкинова И.В.  |   | 09.03.21г. |

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Биодеградируемые полимеры» являются:

- получение теоретических знаний о классификации биодеградируемых полимеров, способах и технологиях получения, механизмах биодеградации и методов ее исследования;
- освоение методов получения биодеградируемых полимеров и композиционных материалов на их основе, определения физико-химических, механических свойств и испытания на биоразложение на практике;
- приобретение навыков получения и изучения свойств биодеградируемых полимеров и материалов на их основе, математической обработки результатов, работы с литературой, интернет-источниками, анализировать полученную информацию, составлять отчеты НИР. краткие и развернутые доклады на заданную тему.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина по выбору «Биодеградируемые полимеры» (Б1.В.ДВ.05.02) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Блок 1 «Дисциплины (модули)») учебного плана по направлению подготовки 04.03.01 «Химия», профиль «Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ» и преподаётся в 7 семестре.

Материал дисциплины базируется на знаниях по аналитической, органической, высокомолекулярным соединениям, коллоидной химии, химической технологии в объеме курсов ООП по направлению 04.03.01 - «Химия», вариативных профильных дисциплин в объеме курсов ООП по профилю «Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ». Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе обучения в 5-6 семестрах при изучении таких дисциплин, как «Высокомолекулярные соединения» и «Коллоидная химия». Данная дисциплина обеспечивает логическую и содержательно-методическую взаимосвязь химических дисциплин базовой и вариативной частей образовательной программы, учебной и научно-производственной практик с профессиональными дисциплинами по выбору.

Для успешного освоения дисциплины обучающийся должен владеть знаниями о строении, свойствах и классификации высокомолекулярных соединений, химических свойствах и превращениях макромолекул, их поведении в растворах, иметь представление о структуре и основных физических свойствах полимерных тел, владеть навыками приготовления растворов полимеров, проведения реакций полимераналогичных превращений, уметь проводить титрометрический, потенциометрический, гравиметрический и др. анализы, метрологическую обработку результатов эксперимента.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

| Код и наименование компетенции                                     | Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции  | Результаты обучения  |
|--|---|--|
| ПК-1 Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов | <b>ПК-1.1.</b> Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования.<br><b>ПК-1.2.</b> Использует фундаментальные химические понятия в своей профессио- | <b>Знать</b><br>– классификацию биодеградируемых полимеров, теоретические основы синтеза и получения биодеградируемых полимеров и материалов на их основе,<br>– основные понятия и терминологию технологических процессов при производстве биодеградируемых полимерных материалов, включая последние новейшие достижения в этой области. |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>нальной деятельности</p> <p><b>ПК-1.3.</b> Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин</p>   | <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализировать научную литературу в ходе самостоятельной работы с целью получения новых знаний.</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с литературой, интернет-источниками, анализировать и перерабатывать полученную информацию,</li> <li>– навыками математической обработки результатов эксперимента.</li> </ul>  |
| <p><b>ПК-2.</b> Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p> | <p><b>ПК-2.1.</b> Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР</p> <p><b>ПК-2.2.</b> Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР</p> <p><b>ПК-2.3.</b> Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР</p> | <p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы получения, определения физико-химических и механических свойств биodeградируемых полимерных материалов в лабораторных условиях,</li> <li>– методы исследования процессов биodeградации биodeградируемых полимеров и композиций на их основе в природных условиях и модельных средах.</li> </ul> <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– представлять совокупность полученных знаний и собственных результатов исследований в виде устных отчетов НИР и рефератов.</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с химическими реактивами и приборами с соблюдением норм техники безопасности при испытаниях биodeградируемых полимеров,</li> <li>– навыками составлять краткие и развернутые доклады отчеты этапов НИР.</li> </ul> |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4 зачетные единицы, 144 часа**. Форма отчетности – **зачет с оценкой**.

| № п/п | Раздел дисциплины   | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |                     |                                |                        |    |          |       | Итого   | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)<br>Формы промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|---|---------|-----------------|--|---------------------|--------------------------------|------------------------|----|----------|-------|---|---|
|       |   |         |                 | Лекции   | Лабораторные работы |                                | Иная контактная работа | СР | Контроль | Итого |   |   |
|       |   |         |                 |  | Общая трудоемкость  | Из них практическая подготовка |                        |    |          |       |   |   |
| 1     | Предмет и задачи курса «Биodeградируемые полимеры». Социально-значимые сферы применения б/д по- | 7       | 1-2             | 4  | 4                   | 2                              | 2                      | 5  |          | 15    | Отчет по лабораторным работам. Проверка оформления письменного отчета в лабораторном журнале. |   |

|                     | лимеров.   |          |          |           |           |           |           |           |          |            |  |
|---------------------|--|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|--|
| 2                   | Классификация б/д полимеров по виду сырья. Б/д полимеры из природного сырья растительного происхождения. | 7        | 3-4      | 4         | 4         | 2         | 2         | 5         |          | <b>15</b>  | Отчет по лабораторным работам. Проверка оформления письменного отчета в лабораторном журнале.  |
| 3                   | Б/д полимеры из природного сырья животного происхождения.  | 7        | 5-6      | 4         | 4         | 2         | 2         | 5         |          | <b>15</b>  | Отчет по лабораторным работам. Проверка оформления письменного отчета в лабораторном журнале. Оценка участия в деловой игре №1                         |
| 4                   | Б/д из природного сырья бактериального происхождения.  | 7        | 7-8      | 4         | 4         | 2         | 2         | 5         |          | <b>15</b>  | Отчет по лабораторным работам. Проверка оформления письменного отчета в лабораторном журнале. Собеседование по вопросам для самостоятельного изучения. |
| 5                   | Б/д синтетические полимеры из биомономеров.  | 7        | 9-10     | 4         | 4         | 2         | 2         | 5         |          | <b>15</b>  | Отчет по лабораторным работам. Проверка оформления письменного отчета в лабораторном журнале. Собеседование по вопросам для самостоятельного изучения. |
| 6                   | Б/д синтетические полимеры из синтетических мономеров.   | 7        | 11-12    | 4         | 4         | 2         | 2         | 5         |          | <b>15</b>  | Отчет по лабораторным работам. Проверка оформления письменного отчета в лабораторном журнале. Собеседование по вопросам для самостоятельного изучения. |
| 7                   | Б/д искусственные полимеры (химически модифицированные).   | 7        | 13-14    | 4         | 4         | 2         | 2         | 5         |          | <b>15</b>  | Отчет по лабораторным работам. Проверка оформления письменного отчета в лабораторном журнале. Оценка участия в деловой игре №2.                        |
| 8                   | Б/д композиционные материалы основе природных и синтетических полимеров.                                 | 7        | 15-16    | 4         | 4         | 2         | 2         | 5         |          | <b>15</b>  | Отчет по лабораторным работам. Проверка оформления письменного отчета в лабораторном журнале. Собеседование по вопросам для самостоятельного изучения. |
| 9                   | Б/д полимеры медицинского назначения   | 7        | 17       | 4         | 4         | 2         | 2         | 5         |          | <b>15</b>  | Отчет по лабораторным работам. Проверка оформления письменного отчета в лабораторном журнале. Оценка за написание реферата.                            |
| 10                  | <b>Промежуточная аттестация</b>  | <b>7</b> | <b>–</b> |           |           |           |           |           | <b>9</b> | <b>9</b>   | <b>Зачет с оценкой</b>   |
| <b>Итого: часов</b> |  |          |          | <b>36</b> | <b>36</b> | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>45</b> | <b>9</b> | <b>144</b> |  |

### Содержание дисциплины

**1. Предмет и задачи курса «Биодеградируемые полимеры».** Основные понятия: биодеградируемые и биостабильные полимеры, биоразлагаемые композиционные материалы, биодеградация, биомономеры, синтетические мономеры. Основные характеристики биодеградируемых полимеров, влияющие на способность к биоразложению: наличие функциональных групп, степень кристалличности, молекулярная масса. Области народного хозяйства, остро нуждающиеся в биоразлагаемых полимерах. Морфологическое разнообразие биоразлагаемых полимерных материалов (пленки, волокна, гидрогели, микросферы и др.). Пищевая и косметическая, текстильная, сельскохозяйственная и энергетическая промышленности. Экологические и социальные аспекты применения биоразлагаемых полимеров и композиционных материалов на их основе. Актуальность и потребности в новых биоматериалах.

**2. Классификация биодеградируемых полимеров по виду сырья.** Биоразлагаемые полимеры, получаемые из ежегодно возобновляемого природного сырья животного, растительного и бактериального происхождения. Биоразлагаемые синтетические полимеры из биомономеров. Биоразлагаемые синтетические полимеры из углеводов. Классификация биоразлагаемых композиционных материалов. Основные способы получения биоразлагаемых полимеров и биоразлагаемых композиционных материалов на их основе. **Биодеградируемые полимеры из природного сырья растительного происхождения.** Целлюлоза, гемицеллюлозы, крахмал – источники биоразлагаемых полимеров. Биоразлагаемые композиционные материалы на основе крахмала, синтетических и природных полимеров. Сущность механизма ферментативной биодеградации. Действие ферментов на полимерный материал. Сравнение методов испытания биодеградации в природных и модельных средах.

**3. Биодеградируемые полимеры из природного сырья животного происхождения.** Протеины, коллаген, фибрин, эластин, альбумин, хитин, хитозан и их производные для создания биоразлагаемых материалов. Основные характеристики, области применения. Биоразлагаемые композиционные материалы на основе хитозана.

**4. Биодеградируемые полимеры из природного сырья бактериального происхождения.** Экзополисахариды: ксантан, пуллуан, полигидроксиалканоаты - природные полиэфиры нового поколения. История открытия. Способы выделения и очистки. Структура и свойства полигидроксиалканоатов. Достоинства и недостатки. Биоразлагаемые композиционные материалы на основе полигидроксиалканоатов. Биодеградация полигидроксиалканоатов. Области применения полигидроксиалканоатов.

**5. Биодеградируемые синтетические полимеры из биомономеров.** Полигликолид и полилактид. Структура, свойства, применение. Сополимеры полилактида и полигликолида. Гидролитический тип биодеградации. Основные факторы, приводящие к деградации полимерных материалов в природных средах. Биобезопасность продуктов деградации.

**6. Биодеградируемые синтетические полимеры из углеводородного сырья.** Поликапролактон, полидиоксанон, алифатические и ароматические со-полиэфиры: основные представители, структура, свойства, применение.

**7. Биодеградируемые искусственные полимеры (химически модифицированные полимеры).** Роль полимераналогичных превращений для получения биоразлагаемых полимеров. Химическая модификация полимеров с целью повышения их способности к биоразложению.

**8. Биодеградируемые композиционные материалы на основе природных и синтетических полимеров.** Смеси синтетических полимеров с природными полисахаридами. Смеси сложных полиэфиров с синтетическими полимерами: Биоразлагаемые композиционные материалы с использованием добавок (наполнителей, пластификаторов, стабилизаторов): слоистых минералов, глин, волокон и др. Основные методы переработки биоразлагаемых полимеров и биоразлагаемых композиционных материалов в изделия.

**9. Биодegradуемые полимеры медицинского назначения.** Медицина и фармакология: комбустиология, хирургия, регенеративная медицина, медицинские инструменты, микро- и нанокапсулирование лекарственных средств, препараты с пролонгированным действием и др. Требования, предъявляемые к биоразлагаемым полимерам и композиционным материалам на их основе медико-биологического назначения

### Структура и календарный план лабораторных занятий

| № | Лабораторная работа   |
|---|---|
| 1 | <b>Получение образцов хитозана разной молекулярной массы.</b> Приготовление реакционной смеси, проведение реакции окислительной деструкции полимера хитозана. Выделение полученный образцов хитозана из реакционной смеси, определение влажности и средневязкостной молекулярной массы полученных образцов.   |
| 2 | <b>Получение пленок хитозана разных химических форм по растворной технологии. Изучение их сорбционно-диффузионных свойств. Сравнительный анализ механических свойств.</b> Приготовление формовочных растворов. Получение пленок хитозана в форме полисоли. Проведение химической обменной реакции перевода в форму полиоснования. Определение влажности полученных плёнок, степени сорбции различных сорбатов.  |
| 3 | <b>Определение сорбционно-диффузионных характеристик плёночных образцов хитозана в разных химических формах в различных сорбционных средах.</b>   |
| 4 | <b>Определение упруго-пластических параметров плёночных образцов хитозана в разных химических формах.</b>   |
| 5 | <b>Изучение биодegradации пленок полимеров в аэробных условиях.</b> Определение изменений, происходящих во времени с плёночными образцами биодegradуемых полимерных материалов. <b>(выполняется группой)</b>  |
| 6 | <b>Ферментативный гидролиз крахмала.</b> Приготовление реакционной смеси, проведение реакции гидролиза под действием фермента $\alpha$ -амилазы, в ходе которой контролируется остаточное содержание крахмала (по интенсивности окраски комплекса с йодом), определение влияния температуры, концентрации, рН среды, присутствие катионов металлов на ферментативную активность $\alpha$ -амилазы. Подтверждение полноты гидролиза крахмала качественной реакцией на глюкозу. |

### 5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Наряду с традиционными образовательными технологиями широко используются технологии, основанные на современных информационных средствах (**лекции, мультимедийные презентации, методическая разработка к лабораторным работам**) и методах научно-технического творчества, включающих обучение на основе учебных дискуссий (деловых игр) по темам «Биодegradация биоразлагаемых полимеров и биоразлагаемых композиционных материалов», «Биоразлагаемые композиционные материалы: особенности и перспективы практического использования».

В рамках практической подготовки студентов профессиональные навыки формируются при получении биоразлагаемых полимеров в виде тонкопленочных и гидрогелевых материалов, характеристики их упругоэластических, сорбционных и поверхностно-морфологических свойств различными методами, установлении скорости биоразложения, фитотоксичности, подборе методов для выполнения работы по индивидуальному научному плану в рамках научной тематики кафедры. Формирование понятийного аппарата, понимание принципов, законов и методологии химии биодegradуемых полимеров происходит в рамках индивидуальных отчетов, консультаций, разборов конкретных ситуаций.

Иная контактная работа представляет собой индивидуальные консультации, оказываемые очно и дистанционно с использованием информационных и телекоммуникационных технологий с учетом образовательных возможностей обучающихся.

**Адаптивные образовательные технологии для лиц с ОВЗ и инвалидностью.** Формы обучения и проведения промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ограниченными

ми возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Варианты промежуточной аттестации в данном случае могут быть следующими: только устный ответ без письменного конспекта на бумаге, только письменный ответ (конспект ответа) на бумаге или письменный ответ (конспект ответа) на компьютере без устного ответа, ответы в форме тестирования. При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 30% аудиторных занятий.

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Самостоятельная подготовка к занятиям осуществляется регулярно по каждой теме дисциплины и определяется календарным графиком изучения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов предполагает освоение теоретического материала по предлагаемой литературе, проработка конспектов лекций, оформление лабораторных работ, написание реферата, подготовку к деловым играм и вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение с помощью рекомендованной литературы, подготовку к текущему и итоговому контролю.

**Деловая игра** - совместная деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи, проходит по двум темам "Биодеградация полимерных материалов" и «Биодергадируемые полимерные материалы и композиции на их основе: особенности получения и перспективы практического использования». Задача каждого студента состоит в том, чтобы найти в современной периодической литературе информацию по заданной теме. Студенты делятся на 2 команды и представители каждой команды по очереди раскрывают материал согласно подготовленным вопросам. Студент, работая в команде и аккумулируя приобретенные знания должен грамотно осветить материал. Другая команда, слушая данного студента, должна следить за правильностью ответа и в случае допущения ошибки внести свои корректировки в ответ.

#### **Вопросы для подготовки к деловой игре №1 по теме «Биодеградация полимерных материалов»:**

1. Биологические факторы, способствующие к биодеградации материалов.
2. Физико-химические факторы, приводящие к биодеградации материалов.
3. Методы исследования биодеградации полимерных материалов *in vitro*.
4. Методы исследования биодеградации полимерных материалов *in vivo*.
5. Методы исследования биодеградации полимерных материалов *in situ*.
6. Методы исследования физико-химических свойств биоразлагаемых полимеров и биоразлагаемых композиционных материалов.
7. Полимеры, подвергающиеся гидролитической биодеградации.
8. Полимеры, подвергающиеся биодеградации под действием энзимов.
9. Ферменты, приводящие к разрушению полимерных материалов из природного сырья.
10. Специфика механизма действия ферментов класса гидролаз.

**Вопросы для подготовки к деловой игре №2 по теме «Биодергадируемые полимерные материалы и композиции на их основе: особенности получения и перспективы практического использования»:**

1. Требования к биоразлагаемым полимерам и композиционным материалам на их основе.
2. Основы составления технического задания на новый биоразлагаемый материал.
3. Основные методы получения и используемое технологическое оборудование в производстве биоразлагаемых полимеров и материалов на их основе.
4. Основы составления технологической схемы производства биоразлагаемых полимеров и материалов на их основе.
5. Основы составления рецептуры для производства биоразлагаемых полимеров и материалов на их основе.
6. Основы выбора оптимальных условий для производства биоразлагаемых полимеров и материалов на их основе.
7. Перспективные области применения биоразлагаемых композиционных материалов.
8. Основные контролируемые параметры полученных биоразлагаемых полимеров и материалов на их основе.

**Примерные темы рефератов**

1. Экологическая необходимость перехода к биодергадируемым материалам.
2. Сравнение зарубежного и отечественного рынка биодергадируемых полимеров.
3. Влияние законодательства на развитие технологии производства биодергадируемых материалов. Европейский опыт.
4. Рециклинг или компостирование? Сравнение. Преимущества и недостатки.
5. Сравнение экологического поведения европейца и россиянина.
6. Актуальность внедрения производства биодергадируемых полимеров для России.
7. Применяемые добавки для производства биодергадируемых полимерных материалов пищевого назначения.
8. «Умная» упаковка на основе биодергадируемых полимеров.
9. Современное разнообразие биопластиков медико-биологического назначения.
10. Требования к биодергадируемым материалам для медицины.
11. Рассасывающиеся импланты для восстановительной медицины.
12. Биодергадируемые полимеры для сельскохозяйственной отрасли.
13. Биотопливо из возобновляемых источников.
14. Возможные пути преодоления экологической катастрофы использования синтетических недеградируемых полимерных материалов.
15. Мировые лидеры по производству и исследованию биодергадируемых полимерных материалов.

**Требования к реферату**

**Реферат** – краткая запись идей, содержащихся в одном или нескольких источниках, которая требует умения сопоставлять и анализировать различные точки зрения. Реферат – одна из форм интерпретации исходного текста или нескольких источников. Поэтому реферат, в отличие от конспекта, является новым, авторским текстом. Новизна в данном случае подразумевает новое изложение, систематизацию материала, особую авторскую позицию при сопоставлении различных точек зрения. Реферирование предполагает изложение какого-либо вопроса на основе классификации, обобщения, анализа и синтеза одного или нескольких источников.



Реферат является самостоятельной работой и предназначен для ознакомления с материалом, расширяющим и углубляющим знания студента по выбранной теме. Он должен отвечать следующим требованиям: иметь чёткий краткий план, внятное изложение материала, собственное видение проблемы, грамотное оформление списка литературы. Объём может составлять 20–30 страниц.

### **Структура реферата:**

- 1) титульный лист установленного образца;
- 2) оглавление работы с указанием страниц каждого вопроса, подвопроса (пункта);
- 3) введение;
- 4) текстовое изложение материала, разбитое на вопросы и подвопросы (пункты, подпункты) с необходимыми ссылками на источники, использованные автором;
- 5) заключение или выводы;
- 6) список использованных источников (ГОСТ 7.05-2008), включая адреса всех сайтов, материал которых использован в реферате;
- 7) приложения, которые состоят из таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, схем (необязательная часть реферата).

Приложения располагаются последовательно, согласно заголовкам, отражающим их содержание.

К реферату прикладываются электронные версии использованных документов, а также сам реферат. Дополнительно для периодических изданий к реферату прикладываются ксерокопии первых страниц статей, а для книг - ксерокопии страниц с выходными данными.

### **Правила оформления реферата**

Реферат состоит из титульного листа, содержания и собственно текста. Он должен быть напечатан шрифтом Times New Roman Суг чёрного цвета с высотой 14 пт, через интервал 1,5 на одной стороне листа бумаги формата А4 (210 x 297 мм) с соблюдением единого абзацного отступа (1,25 см) по всему тексту. Поля страниц: левое – 30 мм, и нижнее и верхнее – 20 мм, правое – 10 мм.

Страницы нумеруются в правом верхнем углу. Номер на титульном листе, содержания и введении не ставятся. Текст вместе с титульным листом подшиваются в папку-скоросшиватель.

Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к библиотечным фондам и сети Интернет.

### **Вопросы для самостоятельного изучения.**

1. Требования к биоразлагаемым полимерам и биоразлагаемым композиционным материалам.
2. Перспективные области применения биоразлагаемых композиционных материалов
3. Биологические и физико-химические факторы, приводящие к биодegradации материалов.
4. Методы исследования физико-химических свойств биоразлагаемых полимеров и биоразлагаемых композиционных материалов.
5. Методы исследования биодegradации материалов *in vitro* и *in vivo*.
6. Ферменты, приводящие к разрушению полимерных материалов из природного сырья. Сущность механизма действия.
7. Продуценты и субстраты для получения полигидроксиалканоатов.
8. Сополимеры лактида и гликолида.
9. Полимеризация с открытием цикла – способ получения биоразлагаемых полимеров.
10. Использование биоразлагаемых композиционных материалов для получения высокопрочных пластиков.

Текущий контроль знаний, умений и владений осуществляется регулярно по вопросам для самостоятельного изучения по всей дисциплине.

## Список вопросов к зачету с оценкой

1. Экологические аспекты получения и использования традиционных биостабильных полимерных материалов.
2. Полисахариды растительного происхождения: целлюлоза, гемицеллюлозы.
3. Полидиоксанон.
4. Утилизация (рециклинг), сжигание, компостирование.
5. Полисахариды растительного происхождения: галактаны (каррагинаны, агар), альгинаты, глюканы.
6. Поликапролактон.
7. Пути решения экологической проблемы полимерного загрязнения. Концепция устойчивого развития. Ситуация в России.
8. Полисахариды растительного происхождения: крахмал (амилоза, амилопектин).
9. Полилактид.
10. Основные понятия: биоразлагаемые полимеры, биомасса, аэробное и анаэробное разложение.
11. Полисахариды растительного происхождения: пектиновые вещества, фруктаны.
12. Полипропиленфумарат.
13. Биоразлагаемые наполненные композиты.
14. Полисахариды животного происхождения: хитин, хитозан.
15. Полигликолид.
16. Классификация биоразлагаемых полимеров по виду сырья, из которого их получают.
17. Полипептиды растительного происхождения: зеин, соя, глютен.
18. Сополимеры лактида и гликолида.
19. Биоразлагаемые композиты на основе смесей полимеров. Виды и способы получения. Термодинамическая и эксплуатационная совместимость полимеров.
20. Растительные волокна.
21. Полиэфирамиды.
22. Способы переработки биоразлагаемых полимеров и материалов на их основе в изделия.
23. Полисахариды животного происхождения: гликозаминогликаны (гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты, гепарин).
24. Полиангидриды.
25. Основные факторы, приводящие к деградации полимеров в природных условиях. Биоповреждения.
26. Полипептиды животного происхождения: коллаген, желатин.
27. Полиортоэфир.
28. Области применения биоразлагаемых полимеров.
29. Полисахариды животного происхождения: гликоген.
30. Поликарбонаты Влияние строения и свойств полимеров на биоразложение.
31. Полипептиды животного происхождения: фибрин, эластин.
32. Полиуретаны.
33. Биodeградация. Механизм и виды.
34. Полипептиды животного происхождения: альбумин, казеин.
35. Получение биоразлагаемых полимеров методами химических превращений.
36. Методы исследования биоразлагаемых материалов медицинского назначения.
37. Полисахариды бактериального происхождения: пуллуан, декстран, леван, этаполан.
38. Полифосфазены.
39. Ферментативный катализ биodeградации. Активные центры ферментов. Теория Э. Фишера. Апоферменты. Коферменты.
40. Полиаминокислоты бактериального происхождения.
41. Синтез биоразлагаемых полимеров из мономеров методом полимеризации циклов.

42. Гидролитическая деградация биоразлагаемых полимеров, содержащие в мономере эфирные связи.
43. Полисахариды бактериального происхождения: ксантан, геллан, фукоидан, муреин.
44. Полифосфоэфиры
45. Полиэфиры бактериального происхождения (полигидроксиалконоаты).
46. Синтез биоразлагаемых полимеров из олигомеров и удлинителей цепи.
47. Методология изучения биodeградации полимеров.
48. Биоразлагаемые композиты на основе полиэфиров.
49. Псевдоаминокислоты.
50. Методы испытаний на способность к биоразложению полимеров и материалов на их основе.
51. Биоразлагаемые композиты на основе крахмала.
52. Синтез биоразлагаемых полимеров из мономеров на примере реакции поликонденсации.
53. Основные классы ферментов, катализирующие реакции, лежащие в основе биологического разложения.
54. Эластиноподобные полипептиды.
55. Полиалкилцианакрилаты.
56. Ферментный катализ целлюлозы и крахмала, специфика действия  $\alpha$ -амилазы.
57. Биоразлагаемые композиты на основе хитозана.
58. Синтетические полиаминокислоты.

Из представленных вопросов формируются задания для промежуточной аттестации. Оценивание осуществляется собеседованием со студентом.

### 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

| 1        | 2        | 3                    | 4                    | 5                      | 6                               | 7                                | 8                        | 9          |
|----------|----------|----------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------|
| Семестр  | Лекции   | Лабораторные занятия | Практические занятия | Самостоятельная работа | Автоматизированное тестирование | Другие виды учебной деятельности | Промежуточная аттестация | Итого      |
| <b>7</b> | <b>9</b> | <b>21</b>            | <b>0</b>             | <b>30</b>              | <b>0</b>                        | <b>10</b>                        | <b>30</b>                | <b>100</b> |

#### Программа оценивания учебной деятельности студента

##### 7 семестр

##### Лекции (от 0 до 9 баллов) за семестр 9 лекций

##### Критерии оценки:

Посещение лекции – 1 балл за лекцию.

Пропуск лекции по уважительной причине с отчетом по пропущенной лекции – 0.75 балла за лекцию.

Пропуск лекции без уважительной причины с отчетом по пропущенной лекции – 0.5 балла за лекцию.

##### Лабораторные занятия (от 0 до 21 балла) за семестр - 6 лабораторных работ.

##### Критерии оценки:

оценивается: выполнение лабораторных работ, письменный отчет по лабораторным работам, самостоятельность при выполнении работы, грамотность в оформлении, правильность выполнения, соблюдение правил безопасности при работе в лаборатории. Диапазон баллов за одну лабораторную работу 0-3,5.

Своевременно выполненная, аккуратно и правильно оформленная лабораторная работа с устным отчетом – 3,5 балла.

Своевременно выполненная, неаккуратно или неправильно оформленная лабораторная работа с устным отчетом – 3 балла.

Несвоевременно выполненная, аккуратно и правильно оформленная лабораторная работа с устным отчетом – 2 балла.

### **Практические занятия**

Не предусмотрены.

### **Самостоятельная работа (от 0 до 30 баллов).**

В ходе освоения курса предполагается написание студентом одного реферата и подготовка ответов на 10 вопросов для самостоятельного изучения.

### **Реферат (от 0 до 20 баллов).**

#### **Критерии и показатели, используемые при оценивании учебного реферата**

| Критерии  | Показатели  |
|---|---|
| 1. Новизна реферированного текста<br>Макс. - 4 балла      | - актуальность проблемы и темы;<br>- новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы;<br>- наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.   |
| 2. Степень раскрытия сущности проблемы<br>Макс. - 4 балла | - соответствие плана теме реферата;<br>- соответствие содержания теме и плану реферата;<br>- полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы;<br>- обоснованность способов и методов работы с материалом;<br>- умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал;<br>- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы. |
| 3. Обоснованность выбора источников<br>Макс. - 4 балла    | - круг, полнота использования литературных источников по проблеме;<br>- привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).  |
| 4. Соблюдение требований к оформлению<br>Макс. - 4 балла  | - правильное оформление ссылок на используемую литературу;<br>- грамотность и культура изложения;<br>- владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы;<br>- соблюдение требований к объему реферата;<br>- культура оформления: выделение абзацев.   |
| 5. Грамотность<br>Макс. - 4 балла                         | - отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей;<br>- отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых;<br>- литературный стиль.  |

Обязательным является проверка материала реферата на уникальность (антиплагиат) на одном из бесплатных сервисов Интернета. Если аналогичный реферат есть в интернете, то проверка такого реферата не будет производиться. Студенту будет предложено сделать реферат самостоятельно и по другой теме.

### **Собеседование (от 0 до 10 баллов) за семестр - 10 вопросов для самостоятельного изучения.**

#### **Критерии оценивания ответов студента при собеседовании**

*1 балл* ставится, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные с помощью преподавателя или же самостоятельно.

*0 баллов* ставится, если ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения, допущены ошибки в раскрытии понятий, терминология практически не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа.

#### **Автоматизированное тестирование**

Не предусмотрено

### Другие виды учебной деятельности (от 0 до 10 баллов)

1. Деловая игра №1 (от 0 до 5 баллов)
2. Деловая игра №2 (от 0 до 5 баллов)

Средство проверки знаний, умений, навыков студента принимать решения в условиях смоделированной проблемной ситуации.

### Критерии для оценки участия в деловой игре.

Степень подготовки – до 3 баллов; степень вовлеченности – до 1 балла;

Степень активности – до 1 балла.

Система текущего контроля успеваемости служит в дальнейшем наиболее качественному и объективному оцениванию в ходе промежуточной аттестации.

### Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет (от 0 до 30 баллов)

«Зачтено» / «отлично» – 23-30 баллов;

«Зачтено» / «хорошо» - 16-22 баллов

«Зачтено» / «удовлетворительно» - 11-15 баллов

«Не зачтено» / «неудовлетворительно» – 0-10 баллов.

Критерии оценки за устный ответ на зачете.

При оценке учитываются число и характер ошибок (существенные или несущественные). Существенные ошибки связаны с недостаточной глубиной и осознанностью ответа. Несущественные ошибки определяются неполнотой ответа.

|   |   |
|---|---|
| Максимальный балл за данный вид учебной деятельности студентов                | Ответ полный и правильный, на основании изученных теорий, самостоятельный, изложен в определенной логической последовательности.  |
| 70% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов       | Ответ полный и правильный, на основании изученных теорий, изложен в определенной логической последовательности, но при этом допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя. |
| 60% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов       | Ответ достаточно полный, но при этом допущена существенная ошибка или ответ неполный, несвязанный.  |
| Менее 50% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов | Непонимание основного содержания изучаемого материала, существенные ошибки, которые студент не может исправить по требованию преподавателя.   |

Форма проведения промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования), при необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 7 семестр по дисциплине «**Биодеградируемые полимеры**» составляет 100 баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «**Биодеградируемые полимеры**» в оценку (дифференцированный зачет):

|                 |                                     |
|-----------------|-------------------------------------|
| 91-100 баллов   | «отлично» (зачтено)                 |
| 75-90 баллов    | «хорошо» (зачтено)                  |
| 60-74 баллов    | «удовлетворительно» (зачтено)       |
| Менее 60 баллов | «не удовлетворительно» (не зачтено) |

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Литература

[1] Като М. Полимерные нанокомпозиты [Электронный ресурс]: учебное пособие / Като М. - Москва: Техносфера, 2011. - 688 с. - ISBN 978-5-94836-203-8: Б. ц. (ЭБС IPRbooks).

[2] Общая химическая технология полимеров. Ч.2. Основы технологии синтеза полимеризационных полимеров [Текст]: Текст лекций// Усачева. - Иваново: Ивановский государственный химико-технологический университет, БГ.-59 с.-Б.ц. (ЭБС Руконт).

### б) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Microsoft Windows Pro 7 (Номер лицензии: Open License № 46312747 (№ контракта 048К/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07.) (70 шт.); Microsoft Windows Vista Business Номер лицензии: № 42226296, от 21.12.2009. (21 шт.);

2. Microsoft Office Standard 2003 SP3 (№ контракта 048К/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07.) (2 шт.);

3. Microsoft Office Professional 2003 (№ контракта 048К/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07.); Office 2007 Suites (№ ИОП 47/08 от 07.07.2008) (10 шт.).

4. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499

5. Hyper Chem Release 8.0 Professional 2 шт. (Гос. контракт № ИОП 47/08, заключенного 7 июля 2008 г; 4 шт.: Закупка 22 мая 2007 по контракту № 048К/07 на основании распоряжения № 46 от 06.07.07.).

6. Chem Bio 3D Ultra 11.0 with MOPAC (№ CER5030661, № ИОП 47/08 от 07.07.2008).

7. КОМПАС-3DLTV 12 SP1 Для домашнего использования и учебных целей (Freeware) (10 шт.).

8. Mathcad 14.0 M020 (14.0.2.5 [802141434]).

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР). <http://fcior.edu.ru/>

Интернет библиотека электронных книг Elibrus – <http://elibrus.lgb.ru/psi.shtml>

<http://www.chem.msu.su/rus/teaching/inorg.html> - учебные материалы по неорганической химии сайта химического факультета МГУ

<http://www.ebdb.ru/> - поиск книг по электронным библиотекам

<http://invest.nauka.kz/reviews/polimeripdf.pdf>

<http://www.greenpeace.org/russia/Global/russia/report/2004/2/29608.pdf>

<http://www.sibran.ru/upload/iblock/45f/45f117bc9243805093ac7c90ffabc0bd.pdf>

Обучающиеся инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для чтения лекций.

2. Мультимедийное оборудование для демонстрации иллюстрационного материала (слайдов, анимационных фильмов).

3. Учебная лаборатория для выполнения лабораторных работ, оснащенная необходимым оборудованием (универсальная испытательная разрывная машина, микрометр, весы аналитические, сушильный шкаф, магнитная мешалка, водяная и песчаная бани, лазерный принтер).

4. Образцы полимеров, растворители и другие химические реактивы.

5. Химическая посуда.

6. Персональный компьютер.

7. Учебно-методические разработки для изучения теоретического материала, подготовки к практическим работам и отчетам по ним.

Место осуществления практической подготовки: учебные лаборатории Института химии. Использование технических средств является доступным для широкого круга пользователей с ограниченными возможностями здоровья и позволяет осуществлять прием-передачу информации в доступных формах.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» и профилю подготовки «Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ».

**Автор:**

Ассистент кафедры полимеров  
на базе ООО «АКРИПОЛ»

О.Н. Малинкина

Программа одобрена на заседании кафедры полимеров на базе ООО «АКРИПОЛ» 6 июня 2019 года, протокол № 15.

Программа актуализирована на заседании кафедры полимеров на базе ООО «АКРИПОЛ» 9 марта 2021 года, протокол № 7.