Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 23.06.2026 10:23:43
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Полиграфический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан Полиграфического факультета
_____ /Нагорнова И.В./
«26» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Инженерия биополимеров и биоразлагаемых материалов

Направление подготовки
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль
Инженерия полимерных и композитных материалов

Квалификация (степень) выпускника
бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

Доцент  /И.Ю. Васильев/

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Инновационные материалы
принтмедиаиндустрии»
к.ф.-м.н., доцент  /Г.О. Рытиков/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2. Тематический план изучения дисциплины 5
3.3. Содержание дисциплины 6
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 7
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 8
4.2. Основная литература 8
4.3. Дополнительная литература 8
4.4. Электронные образовательные ресурсы 9
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 9
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 9
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 10
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 10
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины. 10
7. Фонд оценочных средств 11
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 11
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 12
7.3. Оценочные средства 13

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Инженерия биополимеров и биоразлагаемых материалов» является формирование навыков, необходимых для участия в создании новых материалов и технологий производства, и изучение основных приемов познавательной деятельности специалистов.

Задачи дисциплины «Инженерия биополимеров и биоразлагаемых материалов»:

- расширение и закрепление теоретических и практических знаний по неорганической, органической, физической и коллоидной химии, необходимых для проведения научных исследований и постановки оптимизационных задач в предметной области;
- изучение сущности физико-химических и химических процессов, происходящих при производстве композиционных материалов на основе природных полимеров;
- ознакомление с современными достижениями в области созданию, применению и перспективам развития биополимеров.

Обучение по дисциплине «Инженерия биополимеров и биоразлагаемых материалов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен разрабатывать цифровые модели типовых технологических процессов и технологии материалов	ИПК- 1.2. Моделирует и разрабатывает этапы технологических процессов и составы материалов на основе анализа условий их эксплуатации и с учетом экономических факторов
ПК -2 Способен использовать на практике знания о полимерных материалах различного назначения, выполнять исследования и испытания материалов	ИПК-2.1. Выполняет исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Инженерия биополимеров и биоразлагаемых материалов» относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины». Дисциплина «Инженерия биополимеров и биоразлагаемых материалов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами:

– «Физическая, коллоидная химии и основы электрохимии».
– «Физика и химия высокомолекулярных соединений».
– «Химия материалов».
– «Методы исследования и испытания материалов».
– «Методы управления поверхностными свойствами материалов».
– «Методы реновации и вторичной переработки материалов».
- учебная практика.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			7
1	**Аудиторные занятия**	**72**	**72**
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия	36	36
2	**Самостоятельная работа**	**72**	**72**
	В том числе:		
2.1	Подготовка к лекционным занятиям (Реферат)	18	18
2.2	Подготовка к лабораторным занятиям (РГР)	18	18
2.3	Подготовка к практическим занятиям (К/Р_	18	18
3	**Промежуточная аттестация**		экзамен
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1.** Введение. Краткий обзор содержания курса. Определения и терминология. Классификация высокомолекулярных соединений и полимерных материалов.	16	2	2	4	-	8
2	**Раздел 2.** Биоразлагаемые полимерные материалы: классификация и методы исследования. Преимущества и недостатки биоразлагаемых полимеров. Методы оценки биоразлагаемости полимерных материалов. Стандарты испытаний биоразлагаемых полимеров.	16	2	2	4	-	8
3	**Раздел 3.** Методы анализа эффективности биодеструкции и биоразложения полимерных материалов. Радиоизотопный метод. Метод отрыва при центрифугировании. Биоиндикаторные и спектральные методы. Электро-термический анализ. Оценка газовыделения.	16	2	2	4	-	8
4	**Раздел 4.** Техники направленного регулирования биостойкости полимерных материалов и проведения натурных экспериментов в предметной области. Испытания на микостойкость и на микробиологическую стойкость. Имитация почвенных условий и тестирование при непосредственном закапывании в почву.	16	2	2	4	-	8
5	**Раздел 5.** Основные механизмы деструкции полимерных материалов в естественных условиях. Фотодеградация. Бактериальная деградация. Химическая деградация. Техники инкубирования с	16	2	2	4	-	8

	микроорганизмами и компостирования.						
6	**Раздел 6.** Критерии отнесения полимерного материала к природным. Строение, структура и функциональные свойства природных полимерных материалов. Основные этапы развития технологий природных полимерных материалов.	16	2	2	4	-	8
7	**Раздел 7.** Синтетические биоразлагаемые полимеры. Пластмассы с природными полимерами. Модификация синтетических полимеров. Полиэтилен. Полипропилен. Поливинилхлорид. Полистирол. Полиэфиры и полиэфирамиды. Полилактиды. Механизмы разрушения синтетических полимеров. Композиционные биоразлагаемые полимеры.	16	2	2	4	-	8
8	**Раздел 8.** Природные биоразлагаемые полимеры. Высокомолекулярные углеводы. Белки. Строение, свойства и биологическое значение полисахаридов. Химическое строение и свойства крахмала, целлюлозы, хитина.	16	2	2	4	-	8
9	**Раздел 9.** Применение крахмала как компонента биоразлагаемых полимерных материалов. Химическая модификация целлюлозы и применение её производных. Строение, структура и некоторые свойства хитина и хитозана. Биоразложимость натурального каучука и полигидроксиалканоатов.	16	2	2	4	-	8
	Итого	**108**	**18**	**18**	**36**	**-**	**72**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение. Краткий обзор содержания курса. Определения и терминология. Классификация высокомолекулярных соединений и полимерных материалов.

Раздел 2. Биоразлагаемые полимерные материалы: классификация и методы исследования. Преимущества и недостатки биоразлагаемых полимеров. Методы оценки биоразлагаемости полимерных материалов. Стандарты испытаний биоразлагаемых полимеров.

Раздел 3. Методы анализа эффективности биодеструкции и биоразложения полимерных материалов. Радиоизотопный метод. Метод отрыва при центрифугировании. Биоиндикаторные и спектральные методы. Электро-термический анализ. Оценка газовыделения.

Раздел 4. Техники направленного регулирования биостойкости полимерных материалов и проведения натурных экспериментов в предметной области. Испытания на микостойкость и на микробиологическую стойкость. Имитация почвенных условий и тестирование при непосредственном закапывании в почву.

Раздел 5. Основные механизмы деструкции полимерных материалов в естественных условиях. Фотодеградация. Бактериальная деградация. Химическая деградация. Техники инкубирования с микроорганизмами и компостирования.

Раздел 6. Критерии отнесения полимерного материала к природным. Строение, структура и функциональные свойства природных полимерных материалов. Основные этапы развития технологий природных полимерных материалов.

Раздел 7. Синтетические биоразлагаемые полимеры. Пластмассы с природными полимерами. Модификация синтетических полимеров. Полиэтилен. Полипропилен. Поливинилхлорид. Полистирол. Полиэфиры и полиэфирамиды. Полилактиды. Механизмы разрушения синтетических полимеров. Композиционные биоразлагаемые полимеры.

Раздел 8. Природные биоразлагаемые полимеры. Высокомолекулярные углеводы. Белки. Строение, свойства и биологическое значение полисахаридов. Химическое строение и свойства крахмала, целлюлозы, хитина.

Раздел 9. Применение крахмала как компонента биоразлагаемых полимерных материалов. Химическая модификация целлюлозы и применение её производных. Строение, структура и некоторые свойства хитина и хитозана. Биоразложимость натурального каучука и полигидроксиалканоатов.

3.4 Тематика лабораторных и практических занятий

Раздел 1. Введение. Краткий обзор содержания курса. Определения и терминология. Классификация высокомолекулярных соединений и полимерных материалов.

Раздел 2. Биоразлагаемые полимерные материалы: классификация и методы исследования. Преимущества и недостатки биоразлагаемых полимеров. Методы оценки биоразлагаемости полимерных материалов. Стандарты испытаний биоразлагаемых полимеров.

Раздел 3. Методы анализа эффективности биодеструкции и биоразложения полимерных материалов. Радиоизотопный метод. Метод отрыва при центрифугировании. Биоиндикаторные и спектральные методы. Электро-термический анализ. Оценка газовыделения.

Раздел 4. Техники направленного регулирования биостойкости полимерных материалов и проведения натурных экспериментов в предметной области. Испытания на микостойкость и на микробиологическую стойкость. Имитация почвенных условий и тестирование при непосредственном закапывании в почву.

Раздел 5. Основные механизмы деструкции полимерных материалов в естественных условиях. Фотодеградация. Бактериальная деградация. Химическая деградация. Техники инкубирования с микроорганизмами и компостирования.

Раздел 6. Критерии отнесения полимерного материала к природным. Строение, структура и функциональные свойства природных полимерных материалов. Основные этапы развития технологий природных полимерных материалов.

Раздел 7. Синтетические биоразлагаемые полимеры. Пластмассы с природными полимерами. Модификация синтетических полимеров. Полиэтилен. Полипропилен. Поливинилхлорид. Полистирол. Полиэфиры и полиэфирамиды. Полилактиды. Механизмы разрушения синтетических полимеров. Композиционные биоразлагаемые полимеры.

Раздел 8. Природные биоразлагаемые полимеры. Высокомолекулярные углеводы. Белки. Строение, свойства и биологическое значение полисахаридов. Химическое строение и свойства крахмала, целлюлозы, хитина.

Раздел 9. Применение крахмала как компонента биоразлагаемых полимерных материалов. Химическая модификация целлюлозы и применение её производных. Строение, структура и некоторые свойства хитина и хитозана. Биоразложимость натурального каучука и полигидроксиалканоатов.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовых проектов в дисциплине не предусмотрено.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ФГОС ВО 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденный приказом МОН РФ от 02 июня 2020 г. № 701.
2. Академический учебный план по направлению подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов. Профиль: «Инженерия полимерных материалов». Форма обучения – очная. 2026.
3. Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642 «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
4. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».

4.2 Основная литература

Ананьев В.В., Кондратов А.П. Современные полимерные материалы для упаковки и полиграфии (состав, свойства, получение, применение, утилизация). – М. Московский Политех, 2019. – 152 стр.

4.3 Дополнительная литература

Кондратов А.П., Божко Н.Н. Технология материалов и покрытий. – М.:Московский государственный университет печати, 2008.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=10662

4.5 Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Office

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru
2. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.
3. http://www.sciencedirect.com
4. http://www.researchgate.com
5. http://www.ammrf.org.au/myscopee
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru
7. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
8. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru

5 Материально-техническое обеспечение

Две специализированные учебные лаборатории кафедры «Инновационные материалы принтмедиатехнологии» Ауд. 1209, 1202 оснащенные световым микроскопом, ИК-спектрометром.

- Специализированные научно-исследовательские лаборатории НТЦ «Полиграфические и инновационные технологии» ауд. 1037, 1038, 2202А, 1306, 2669, оснащенные сканирующим электронным микроскопом, рентгеновским фотоэлектронным спектрометром, устройствами обработки материалов в коронном разряде, в тлеющем разряде, пробопечатным устройством, устройством 3D-печати.
- Специализированная учебная лаборатория кафедры «Инновационные технологии полиграфического и упаковочного производства» Ауд. 2702, оснащенные атомно-силовым микроскопом, профилометром.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Преподавание теоретического (лекционного) материала по дисциплине осуществляется на основе междисциплинарной интеграции и четких междисциплинарных связей в рамках образовательной программы и учебного плана по направлению 22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов.

Рекомендуется широкое использование активных и интерактивных методов обучения, научной и справочной литературы при подготовке учебно-методических материалов, возможностей современных информационных технологий.

Перечень основной и дополнительной литературы и нормативных документов, необходимых в ходе преподавания дисциплины, приведен в п.4 настоящей рабочей программы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Получение углубленных знаний по дисциплине достигается за счет активной самостоятельной работы обучающихся. Выделяемые часы целесообразно использовать для знакомства с учебной и научной литературой по проблемам дисциплины, анализа научных концепций.

В рамках дисциплины предусмотрены различные формы контроля уровня достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций. Форма текущего контроля – активная работа на лабораторных занятиях. Формой промежуточного контроля по данной дисциплине является экзамен, в ходе которого оценивается уровень достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций.

Методические указания по освоению дисциплины.

Лекционные занятия проводятся в соответствии с содержанием настоящей рабочей программы и представляют собой изложение теоретических основ дисциплины.

Посещение лекционных занятий является обязательным.

Конспектирование лекционного материала допускается как письменным, так и компьютерным способом.

Регулярное повторение материала конспектов лекций по каждому разделу в рамках подготовки к текущим формам аттестации по дисциплине является одним из важнейших видов самостоятельной работы студента в течение семестра, необходимой для качественной подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине.

Посещение лабораторных занятий и активное участие в них является обязательным.

Подготовка к лабораторным занятиям обязательно включает в себя изучение конспектов лекционного материала и рекомендованной литературы для адекватного понимания условия и способа решения заданий, запланированных преподавателем на конкретное лабораторное занятие.

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Таблица 1

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (разделы дисциплины)
ПК-1 Способен разрабатывать цифровые модели типовых технологических процессов и технологии материалов	ИПК- 1.2. Моделирует и разрабатывает этапы технологических процессов и составы материалов на основе анализа условий их эксплуатации и с учетом экономических факторов	Промежуточный контроль: зачет Текущий контроль: опрос на лабораторных занятиях, тестирование	Темы 1-8
ПК -2 Способен использовать на практике знания о полимерных материалах различного назначения, выполнять исследования и испытания материалов	ИПК-2.1. Выполняет исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства	Промежуточный контроль: зачет Текущий контроль: опрос на лабораторных занятиях, тестирование	Темы 1-8

Таблица 2

Перечень оценочных средств по дисциплине

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой средство проверки умений применять полученные знания для решения поставленной задачи по заранее определенной методике и краткое изложение в письменном виде полученных результатов экспериментального и теоретического анализа определенной учебно-исследовательской темы.	Фонд лабораторных работ
2	Тестирование (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
3	Зачет (З)	Средство контроля усвоения учебного материала дисциплины, организованное как учебное занятие в письменной форме с последующим собеседованием педагогического работника с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

1. Критерии оценки ответа на экзамене

(формирование компетенции ПК-1, индикаторы ИПК-1.2)

(формирование компетенции ПК-2, индикаторы ИПК-2.1)

«5» (отлично): выполнены все лабораторные работы, предусмотренные планом, и написаны по ним отчеты; обучающийся без ошибок сделал необходимые расчеты и грамотно написал выводы к работам.

«4» (хорошо): выполнены все лабораторные работы, предусмотренные планом, и написаны по ним отчеты; обучающийся с корректирующими замечаниями преподавателя сделал необходимые расчеты и грамотно написал выводы к работам

«3» (удовлетворительно): выполнены все лабораторные работы, предусмотренные планом, и написаны по ним отчеты; с замечаниями преподавателя обучающийся сделал необходимые расчеты и написал выводы к работам.

«2» (неудовлетворительно): обучающийся не выполнил или выполнил неправильно лабораторные работы, предусмотренные планом; не написал по ним отчеты, не сделал необходимые расчеты и не написал выводы к работам.

2. Критерии оценки работы обучающегося на лабораторных занятиях (отчет по лабораторным работам)

(формирование компетенции ПК-1, индикаторы ИПК-1.2)

(формирование компетенции ПК-2, индикаторы ИПК-2.1)

«5» (отлично): выполнены все лабораторные работы, предусмотренные планом, и написаны по ним отчеты; обучающийся без ошибок сделал необходимые расчеты и грамотно написал выводы к работам.

«4» (хорошо): выполнены все лабораторные работы, предусмотренные планом, и написаны по ним отчеты; обучающийся с корректирующими замечаниями преподавателя сделал необходимые расчеты и грамотно написал выводы к работам

«3» (удовлетворительно): выполнены все лабораторные работы, предусмотренные планом, и написаны по ним отчеты; с замечаниями преподавателя обучающийся сделал необходимые расчеты и написал выводы к работам.

«2» (неудовлетворительно): обучающийся не выполнил или выполнил неправильно лабораторные работы, предусмотренные планом; не написал по ним отчеты, не сделал необходимые расчеты и не написал выводы к работам.

3. Критерии оценки бланкового тестирования

(формирование компетенции ПК-1, индикаторы ИПК-1.2)

(формирование компетенции ПК-2, индикаторы ИПК-2.1)

Бланковое тестирование оценивается в соответствии с процентом правильных ответов, данных обучающимся на вопросы теста.

Стандартная шкала соответствия результатов тестирования выставляемой балльной оценке:

- «отлично» - свыше 85% правильных ответов;
- «хорошо» - от 70,1% до 85% правильных ответов;
- «удовлетворительно» - от 55,1% до 70% правильных ответов;

- от 0 до 55% правильных ответов – «неудовлетворительно»

Регламент тестирования включает:

- количество вопросов – 33;
- продолжительность тестирования – 45 минут;

«5» (отлично): тестируемый демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминами и обладает способностью быстро реагировать на вопросы теста.

«4» (хорошо): тестируемый в целом демонстрирует системные теоретические знания, владеет большинством терминов и обладает способностью быстро реагировать на вопросы теста.

«3» (удовлетворительно): системные теоретические знания у тестируемого отсутствуют, он владеет некоторыми терминами и на вопросы теста реагирует достаточно медленно.

«2» (неудовлетворительно): системные теоретические знания у тестируемого отсутствуют, терминологией он не владеет и на вопросы теста реагирует медленно.

7.3 Оценочные средства

Промежуточная аттестация (вопросы к экзамену)

1. Природные биоразлагаемые полимеры.
2. Высокомолекулярные углеводы.
3. Строение, свойства и биологическое значение полисахаридов.
4. Химическое строение и свойства крахмала, целлюлозы, хитина.
5. Применение крахмала как компонента биоразлагаемых полимерных материалов.
6. Химическая модификация целлюлозы и применение её производных.
7. Строение, структура и некоторые свойства хитина и хитозана.
8. Биоразложимость натурального каучука и полигидроксиалканоатов.
9. Синтетические биоразлагаемые полимеры.
10. Пластмассы с природными полимерами.
11. Модификация синтетических полимеров.
12. Полиэтилен.
13. Полипропилен.
14. Поливинилхлорид.
15. Полистирол.
16. Полиэфиры и полиэфирамиды.
17. Полилактиды.
18. Механизмы разрушения синтетических полимеров.
19. Композиционные биоразлагаемые полимеры.
20. Классификация высокомолекулярных соединений и полимерных материалов.
21. Критерии отнесения полимерного материала к природным.
22. Строение, структура и функциональные свойства природных полимерных материалов.
23. Основные этапы развития технологий природных полимерных материалов.
24. Биоразлагаемые полимерные материалы: классификация и методы исследования.
25. Преимущества и недостатки биоразлагаемых полимеров.
26. Методы оценки биоразлагаемости полимерных материалов.
27. Стандарты испытаний биоразлагаемых полимеров.
28. Основные механизмы деструкции полимерных материалов в естественных условиях.
29. Фотодеградация.
30. Бактериальная деградация.
31. Химическая деградация.
32. Техники инкубирования с микроорганизмами и компостирования.
33. Методы анализа эффективности биодеструкции и биоразложения полимерных материалов.
34. Метод отрыва при центрифугировании.
35. Биоиндикаторные и спектральные методы.
36. Электро-термический анализ.
37. Оценка газовыделения.
38. Техники направленного регулирования биостойкости полимерных материалов и проведения натурных экспериментов в предметной области.
39. Испытания на микостойкость и на микробиологическую стойкость.
40. Имитация почвенных условий и тестирование при непосредственном закапывании в почву.