

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.01.02
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы модифицирования полимеров
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
18.04.01 Химическая технология

направленность (профиль)
Химия и технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3	Итого
Форма контроля	Экзамен	
Вид занятий		
Лекции	8	8
Лабораторные		
Практические	32	32
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	40,35	40,35
Самостоятельная работа	68	68
Контроль	35,65	35,65
Итого	144	144

Рабочую программу составил(и):

доцент, доцент, к.х.н. Цветкова И.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 18.04.01 Химическая технология

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2028 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

(протокол заседания № 1 от «29» августа 2025 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – выработать у студентов системное представление о процессах полимеризации и модификации полимеров с участием низкомолекулярных соединений, а также о решении прикладных задач, связанных с получением новых полимерных материалов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: дополнительные главы технологии нефтехимического синтеза; дополнительные главы органической химии.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: производство полимерных композиционных материалов; подготовка к защите и процедура защиты ВКР.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-5 Управление испытаниями продукции тонкого органического синтеза	ПК-5.1 Планирование, организация и контроль процессов испытаний инновационной продукции тонкого органического синтеза	Знать: методы планирования и контроля процессов испытаний технических разработок в области модификации высокомолекулярных соединений и композиций на основе полимерных материалов
		Уметь: формировать задания для исполнителей испытаний инновационной продукции в области модификации полимерных материалов, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований
		Владеть: навыками составления программ проведения испытаний материалов, получаемых модификацией высокомолекулярных соединений
	ПК-5.2 Модернизация существующих и внедрение новых методов и оборудования	Знать: типовые технологические процессы химической технологии и нефтехимии; основы теории тепло- и массопередачи, методы смешения и разделения компонентов Уметь: применять новые подходы к модернизации существующих процессов в области модификации полимерных материалов

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		Владеть: приемами и методами разработки планов и программ проведения научных исследований и технических разработок.
	ПК-5.3 Руководство проведением работ по контролю производства продуктов тонкого органического синтеза	Знать: основные методики поиска научно-исследовательской информации, программные средства, применяемые для осуществления расчетов и обработки экспериментальных данных в области модифицирования полимеров.
		Уметь: разрабатывать программы проведения научных исследований и технических разработок, задания для исполнителей при проведении научных исследований в области модификации полимеров
		Владеть: основными методами и технологическими приемами, используемыми в производстве полимерных композиционных материалов
	ПК-5.4 Способность проводить технологические и технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта	Знать: техническую документацию и основные нормативы при проведении технологических расчетов по проектам получения модифицированных полимерных материалов
		Уметь: анализировать отбирать необходимые и достаточные исходные данные, проводить технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта производства модифицированных полимерных материалов Владеть: знаниями, позволяющими проводить технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта, методами выбора методик и средств решения задачи в области модифицирования полимеров

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура и содержание дисциплины «Методы модифицирования полимеров»

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Способы модифицирования полимеров. Химическое модифицирование полимеров. Технологии модифицирования	Лек1	Способы модифицирования полимеров.	3	2	-	-	
	Лек2	Химическое модифицирование полимеров.	3	2	-	-	
	Пр1	Получение модифицированных полимеров: галобутилкаучуки, хлорсульфополиэтилен.	3	2	-	-	
	Пр2	Структурное модифицирование полимеров. Газонаполненные полимеры	3	2	-	-	
	Пр3	Особенности модификации рецикловых полимеров и полимерных материалов.	3	2	-	-	Коллоквиум №1
	Ср1	Изучение теоретического материала. Подготовка к коллоквиуму №1	3	22	-	-	
Модуль 2. Особенности структуры и свойств полимерных композиционных материалов	Лек3	Основные виды связующих и наполнителей композиционных материалов	3	2	-	-	
	Пр4	Физико-химические процессы на поверхности раздела матрица-наполнитель в композиционном материале	3	2	-	-	
	Пр5	Основные виды связующих и наполнителей композиционных материалов.	3	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр6	Составление и подбор рецептур ПКМ.	3	2	-	-	
	Пр7	Принципы регулирования свойств ПКМ	3	2	-	-	
	Пр8	Структура наполненных ПКМ	3	2	-	-	
	Пр9	Методы анализа при исследовании полимеров: применение ИК- и ЯМР-спектроскопии.	3	2	-	-	
	Пр10	Идентификация эластомеров и исследование структуры модифицированных изделий: элементный анализ	3	2	-	-	Коллоквиум №2
	Ср2	Изучение теоретического материала. Подготовка к коллоквиуму №2	3	23	-	-	
Модуль 3. Технологии получения полимерных композиционных материалов. Области применения.	Лек4	Технология получения дисперсно-наполненных пластических масс.	3	2	-	-	
	Пр11	Технология получения полуфабрикатов	3	2	-	-	
	Пр12	Методы получения изделий из ПКМ	3	2	-	-	
	Пр13	Математическая оценка упруговязких свойств композитов	3	2	-	-	
	Пр14	Применение полимерных композиционных материалов	3	2	-	-	
	Пр15	Представление рефератов и презентаций	3	4	-	-	Реферат и презентация
	Ср3	Изучение теоретического материала. Подготовка презентации и реферата	3	23	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Контроль	Подготовка к экзамену	3	35,65			
	ПА	Экзамен	3	0,35	-	-	Экзамен
Итого:				144	-		

5. Образовательные технологии

При реализации учебного курса дисциплины используются следующие технологии:

- технология традиционного обучения, включающая практические работы, которые предполагают последовательное изложение материала преподавателем, методов расчета прикладных задач, обсуждение результатов деятельности. Форма текущего контроля – коллоквиум;
- технология модульного обучения, которая предусматривает проведение занятий при использовании следующих форм обучения: лекция – презентационный метод, с применением методов решения ситуационных задач, презентационных методов;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы.

6. Методические указания по освоению дисциплины

1. Обучить методам модифицирования полимеров и композитов для создания новых полимерных материалов;
2. Сформировать способность применять полученные знания в комплексной производственно-технологической деятельности;
3. Сформировать способность выполнять расчёты по разработке новых полимерных материалов с использованием современных методов математического моделирования и оптимизации.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ПК-5	Коллоквиум I, Коллоквиум 2, Реферат и презентация

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Коллоквиум

(наименование оценочного средства)

Типовые примеры заданий

Вопросы к коллоквиуму №1.

1. Понятие «модифицирования» полимеров.
2. Способы модифицирования полимеров.
3. Способы химического модифицирования полимеров.
4. Химическое модифицирование на примере получения галобутилкаучука.
5. Химическое модифицирование полимеров с изменением молекулярной структуры.
6. Особенности структуры и свойств, химически модифицированных полимеров с измененной молекулярной структурой.
7. Химическое модифицирование полимеров изменением надмолекулярной структуры.
8. Особенности структуры и свойств, химически модифицированных полимеров с измененной надмолекулярной структурой.
9. Структурная модификация полимеров.
10. Модифицирующий агент: строение свойства назначение.
11. Имобилизованные ферменты: получение, свойства.
12. Возможности модифицирования полимерных материалов.
13. Поверхностное модифицирование полимерных материалов.
14. Вторичные полимерные материалы.
15. Способы модификации вторичных полимеров.
16. Получение биodeградируемых полимеров.
17. Основные технологии модифицирования полимерных материалов.
18. Особенности газонаполненных полимеров.
19. Термодинамические процессы при пенообразовании.
20. Особенности кинетики пенообразования.
21. Введение модифицирующих добавок при экструзии полимерного материала.
22. Введение модифицирующих добавок прессовкой полимерного материала.
23. Виды формования модифицированных полимерных материалов.
24. Формование модифицированных полимерных материалов литьем.
25. Технология получения модифицированных полимерных материалов пропиткой и обработкой поверхности.

Вопросы к коллоквиуму № 2.

1. Основное отличие полимерных композиционных материалов (ПКМ) от эластомеров.
2. Физико-химические процессы на поверхности раздела матрица-наполнитель: смачивание и адгезия.
3. Физико-химические процессы на поверхности раздела матрица-наполнитель: диффузия полимеров и волокна.
4. Физико-химические процессы на поверхности раздела матрица-наполнитель: адгезионная прочность и остаточные напряжения.

5. Основные признаки, положенные в основу классификации ПКМ.
6. Классификация композитов по природе матрицы.
7. Классификация композитов по природе и форме наполнителя.
8. Классификация композитов по структуре.
9. Классификация композитов по степени ориентации наполнителя, анизотропии материала.
10. Классификация композитов по методам изготовления.
11. Классификация композитов по функциональности.
12. Механизм передачи напряжения от матрицы к наполнителю в зависимости от его конфигурации.
13. Оценка распределения прочности в композите по уравнению Вейбулла.
14. Способы снижения хрупкости и повышения ударопрочности композитов.
15. Статистическая оценка прочности композитов Гурланда-Розена.
16. Математическая оценка упруговязких свойств композитов.
17. Существующие методы расчета и оценки прочности композитов.
18. Сущность феноменологического подхода к описанию процессов деформирования на примере теоретических моделей композитов.
19. Сущность структурного подхода к описанию процессов деформирования на примере теоретических моделей композитов.
20. Сущность «правила смеси».

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если дан ответ на два теоретических вопроса. Студент владеет материалом не менее, чем на 40%, отвечает на дополнительные вопросы, приводит примеры;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если полностью не отвечает на теоретические и дополнительные вопросы. Студент владеет материалом менее чем на 40%.

Темы письменных работ

№ п/п	Тема
1.	Полимерные композиционные материалы в контексте наноматериалов
2.	Интеллектуальные «композиты»: особенности строения и свойств
3.	Научные основы создания полимерных композиционных материалов из вторичных полимеров
4.	Модификация рецикловых полимеров
5.	Получение биodeградируемых полимеров
6.	Получение искусственной почвы из полимерсодержащих осадков сточных вод
7.	Газонаполненные полимеры: структура и свойства, применение
8.	Теория пенообразования: получение газонаполненных пластмасс
9.	Формование изделий из наполненных пластмасс методом прессования
10.	Формование изделий из наполненных пластмасс методом литья под давлением
11.	Пенопласты на основе термопластичных полимеров
12.	Пенопласты на основе реакционноспособных олигомеров
13.	Формование изделий из наполненных пластмасс методом экструзии
14.	Формование изделий из наполненных пластмасс методом штамповка
15.	Формование изделий из гибридных армированных пластиков
16.	Применение полимерных композиционных материалов: ракетно-космические системы
17.	Применение полимерных композиционных материалов: авиационные системы

№ п/п	Тема
18.	Применение полимерных композиционных материалов: наземный транспорт
19.	Применение полимерных композиционных материалов: судостроение
20.	Применение полимерных композиционных материалов: электро-радиотехника
21.	Применение полимерных композиционных материалов: строительство
22.	Применение полимерных композиционных материалов: химическая промышленность
23.	Применение полимерных композиционных материалов: военное дело и средства безопасности
24.	Применение полимерных композиционных материалов для спорта и отдыха
25.	Применение полимерных композиционных материалов в медицине

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если в реферате и презентации раскрыта суть проблемы, приведены различные точки зрения, и представлено собственное мнение по исследуемой проблеме, оформление реферата соответствует требованиям, заданным преподавателем;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если в реферате и презентации не раскрыта суть проблемы, не приведены различные точки зрения, и отсутствует собственное мнение по исследуемой проблеме, оформление реферата и презентации не соответствует требованиям, заданным преподавателем.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 3

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Понятие о композиционных материалах
2	Основное отличие полимерных композиционных материалов (ПКМ) от эластомеров
3	Основные признаки, положенные в основу классификации ПКМ
4	Классификация композитов по природе матрицы
5	Классификация композитов по природе и форме наполнителя
6	Классификация композитов по структуре
7	Классификация композитов по степени ориентации наполнителя, анизотропии материала
8	Классификация композитов по методам изготовления
9	Классификация композитов по функциональности
10	Классификация композитов по количеству компонентов
11	Механизм передачи напряжения от матрицы к наполнителю в зависимости от его конфигурации
12	Оценка распределения прочности в композите по уравнению Вейбулла
13	Способы снижения хрупкости и повышения ударочности композитов
14	Статистическая оценка прочности композитов Гурланда-Розена
15	Оценка трещиностойкости композита

№ п/п	Вопросы к экзамену
16	Математическая оценка упруговязких свойств композитов
17	Существующие методы расчета и оценки прочности композитов
18	Сущность феноменологического подхода к описанию процессов деформирования на примере теоритических моделей композитов
19	Сущность структурного подхода к описанию процессов деформирования на примере теоритических моделей композитов
20	Сущность «правила смеси»
21	Особенности свойств ПКМ в зависимости от содержания волокон
22	Особенности строения и свойств гибридных и градиентных пластиков
23	Особенности строения и свойств «интеллектуальных» композитов
24	Основное назначение термореактивных связующих
25	Примеры использования в качестве термореактивных связующих различных типов олигомеров
26	Основное назначение термопластичных связующих
27	Примеры использования в качестве термопластичных связующих различных типов полиолефинов
28	Примеры использования в качестве термопластичных связующих полистирольных пластиков
29	Примеры использования в качестве термопластичных связующих полиамидов
30	Примеры использования в качестве термопластичных связующих ароматических полиэфиров
31	Примеры использования полиимидов в качестве термопластичных связующих
32	Примеры использования в качестве термопластичных связующих полисульфона и полифенилсульфида
33	Особенности свойств модифицированной полимерной матрицы
34	Основные виды наполнителей, требования к характеристикам
35	Классификация и особенности свойств армирующих наполнителей
36	Физико-химические процессы на поверхности раздела матрица-наполнитель: смачивание и адгезия
37	Физико-химические процессы на поверхности раздела матрица-наполнитель: диффузия полимеров и волокна
38	Физико-химические процессы на поверхности раздела матрица-наполнитель: адгезионная прочность и остаточные напряжения
39	Влияние структуры наполненных полимерных материалов в зависимости от состава, формы и размера частиц наполнителя
40	Способы разработки непрерывно армируемых пластиков
41	Основные стадии технологии получения дисперсно-наполненных пластических масс
42	Особенности стадии подготовки исходных компонентов
43	Оценка эффективности и качества смешения
44	Аппаратурное оформление процесса смешения сыпучих материалов
45	Аппаратурное оформление процесса смешения низковязких жидкостей и твердых наполнителей
46	Аппаратурное оформление процесса смешения высоковязких полимеров и жидкостей с твердыми наполнителями
47	Технологии получения полуфабрикатов наполненных пластмасс

№ п/п	Вопросы к экзамену
48	Технологии получения полуфабрикатов армированных пластиков
49	Технологии получения полуфабрикатов армированных пластиков жидкофазным совмещением компонентов
50	Технологии получения полуфабрикатов армированных пластиков твердофазным совмещением компонентов

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	Экзамен (устно)	«отлично»	Ответ на два теоретических вопроса, студент хорошо владеет материалом и отвечает на дополнительные вопросы с пониманием, приводит примеры, задача решена полностью с пояснениями.
		«хорошо»	Ответ на два теоретических вопроса, студент хорошо владеет материалом, ответ на теоретический материал одного из вопросов экзаменационного билета неполный, хорошо отвечает на дополнительные вопросы, приводит примеры, задача решена полностью.
		«удовлетворительно»	Ответ на теоретический материал по одному из двух теоретических вопросов полный, ответы на дополнительные вопросы по теоретическому экзаменационному материалу билета должны быть близкими к теории, задача решена не полностью.
		«неудовлетворительно»	Не отвечает ни на один из теоретических вопросов, не может ответить ни на один дополнительный вопрос, задача не решена.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Федотов Г.Н., Гордова А.Ф.	Наноструктуры в полимерах	Учебное пособие	2018	ЭБС «IPRbooks»
2	Белокурова А.П., Агеева Т.А	Химия и технология получения полиолефинов	Учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
3	Вшивков С.А.	Фазовые переходы полимерных систем во внешних полях	Учебное пособие	2017	ЭБС «Лань»
4	Кленин В.И., Федусенко И.В.	Высокомолекулярные соединения	Учебник	2018	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Линьков Н.В.	Соединение деревянных конструкций композиционным материалом на основе эпоксидной матрицы и стеклоткани	монография	2012	ЭБС «IPRbooks»
2	Орлов Ю.Н.	Химия и физика высокомолекулярных соединений	практикум	2020	Методический кабинет кафедры

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- **Chemical and Process Engineering Research.** Журнал на английском языке Международного института по науке, технологиям и образованию (International Institute for Science, Technology and Education) (США, Великобритания, Гонконг). Публикует оригинальные статьи, касающиеся различных аспектов химического машиностроения, в том числе, управление процессами и контрольно-измерительными приборами данного производства. Доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://www.iiste.org/Journals/index.php/CPER/issue/archive>

- **Journal of Advanced Chemical Engineering.** Научный рецензируемый и реферируемый журнал открытого доступа. Страна: Египет. Язык: английский. Публикует оригинальные исследования, обзорные статьи, короткие сообщения в области химического машиностроения, современных материалов, биохимии. Доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://www.ashdin.com/journals/published.aspx?jid=jace>

- **Теоретические основы химической технологии.** Журнал публикует сообщения о новых технологических процессах в обрабатывающей промышленности с точки зрения фундаментальной науки. Статьи в журнале посвящены основам тепломассообмена, процессам разделения, межфазным явлениям, течению сыпучих материалов, биотехнологии, оптимизации, автоматизации и управлению, экономии энергии, металлов и сырья, защите окружающей среды и смежным темам. Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Для зарегистрированных пользователей Научной электронной библиотеки (eLibrary) доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8244>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	бессрочная
2	Office Standart	бессрочная

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (А-419).	Столешницы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая).

2	Лаборатория "Процессы и аппараты защиты окружающей среды". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-409)	Столы ученические моноблоки, Столы, стулья, доска аудиторная (меловая), проектор, ноутбук, экран переносной, установка технологического комплекса, позволяющая снизить распространение аэродисперсной системы в пространстве, установка, позволяющая создать аэродинамическую тягу.
3	Лаборатория "Процессов и АХП» Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-118)	Столы ученические моноблоки, Столы, стулья, доска аудиторная (меловая), проектор, ноутбук, экран переносной, установка технологического комплекса, позволяющая снизить распространение аэродисперсной системы в пространстве, установка, позволяющая создать аэродинамическую тягу.
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся. (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры