

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых
и пищевых производств»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине
М.1.2.1 «Структура и свойства композитов»

направления подготовки 18.04.01 «Химическая технология»
Профиль «Химическая технология композиционных материалов и покрытий»

форма обучения – очная
курс – 1
семестр – 2
зачетных единиц – 4
часов в неделю – 3
всего часов – 144,
в том числе: лекции – 16
практические занятия – нет
лабораторные занятия – 32
самостоятельная работа – 96
зачет – нет
экзамен – 2 семестр
РГР – нет
курсовая работа – нет
курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании
кафедры ТОХП
20.06.2022 года, протокол №10
Зав. кафедрой Левкина Н.Л.Левкина

Рабочая программа утверждена
на заседании УМКН направления ХМТН
27.06.2022 года, протокол №5
Председатель УМКН Левкина Н.Л.Левкина

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины:

- формирование научных представлений о взаимосвязи структуры и свойств композитов;
- овладение знаниями о влиянии технологии формования изделий на структуру материалов.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение взаимосвязи между структурой разных уровней и свойствами композитов;
- изучение методов для исследования структуры и свойств композитов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Содержание дисциплины «Структура и свойства композитов» логически взаимосвязано с другими частями ООП, учебной практикой. Приступая к изучению дисциплины «Структура и свойства композитов» будущий магистр должен знать основы физики, химии, материаловедения. Знания и умения, полученные в результате обучения по дисциплине необходимы для дальнейшего обучения по дисциплинам: Инновационные технологии получения полимерных композиционных материалов, Интенсификация химико-технологических процессов физическими методами воздействия, Структура и свойства электрохимических покрытий, Теоретические и технологические принципы направленного регулирования структуры и свойств композитов, НИР, а также для выполнения выпускных квалификационных работ (ГИА).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующей компетенции:

ПК-2 - Способен к проведению работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования.

Студент должен знать:

основные методы изучения структуры и свойств аморфной и кристаллической фаз композитов;

Студент должен уметь:

проводить анализ научно-технической информации, обработку экспериментальных данных по исследованию структуры и эксплуатационных свойств композитов;

Студент должен владеть:

основными методами определения физико-механических, физико-химических и других показателей разрабатываемых материалов, а также приёмами регулирования структуры и свойств композитов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
ПК-2 Способен к проведению работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования	ИД-1_{ПК-2} Способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследования по изучению структуры и свойств композитов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ИД-1_{ПК-2} Способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследования по изучению структуры и свойств композитов	<p>Знать: основные методы изучения структуры и свойств аморфной и кристаллической фаз композитов;</p> <p>Уметь: проводить анализ научно-технической информации, обработку экспериментальных данных по исследованию структуры и эксплуатационных свойств композитов;</p> <p>Владеть: основными методами определения физико-механических, физико-химических и других показателей разрабатываемых материалов, а также приёмами регулирования структуры и свойств композитов.</p>

**4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам
и видам занятий**

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	1-4	1	Структура и свойства природных и синтетических связующих для композитов	28	4		4		20
2	5-8	2	Структура и свойства дисперснонаполненных композитов	24	4				20
3	9,10	3	Структура и свойства волокнонаполненных композитов	22	2				20
4	11-16	4	Методы изучения структуры и свойств композитов	70	6		28		36
			Итого	144	16		32		96

5. Содержание лекционного курса

№ Темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно методическое обеспечение
1	4	1,2	<u>Структура и свойства природных и синтетических полимеров.</u> Конформация и конфигурация макроцепей. Факторы, определяющие конфигурацию. Структура и свойства аморфных и сетчатых полимеров, термодинамика их деформации в различных условиях. Структура и свойства кристаллической фазы полимеров.	1,2,5,6
2	4	3,4	<u>Структура и свойства дисперснонаполненных композитов</u> Виды дисперсных наполнителей и связующие для создания композитов. Влияние дисперсных наполнителей на формирование структуры композитов.	1,2,5,6
3	2	5	<u>Структура и свойства волокнонаполненных композитов.</u> Виды волокнистых наполнителей и связующие для создания композитов. Влияние волокнистых наполнителей на формирование структуры композитов.	1,2,5,6
4	6	6	<u>Методы изучения структуры и свойств композитов</u> Спектральный анализ полимеров. Рентгенографические методы исследования полимеров. Термический анализ полимеров. Хроматографические методы анализа. Электронномикроскопические исследования полимеров.	1-5,8,9

6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы учебным планом не предусмотрены.

7. Перечень практических занятий

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учено-методическое обеспечение
1	4	Определение молекулярно-массовых характеристик полимеров методом эбуллиоскопии	8-10
4	8	Анализ кривых ТГ и ДТА термо- и реактопластов	3,4
4	20	Изучение физико-механических и физико- химических свойств композитов	5

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания) изучения	Учено-методическое обеспечение
1	20	Оценка степени кристалличности различными методами. Определение размера кристаллитов.	3,4,8-10
2	20	Влияние наполнителей на структуру композитов. Влияние нанонаполнителей на свойства композитов	3,4,8-10
3	20	Влияние степени ориентации волокон, натяжения и энергетических воздействий на структуру и свойства композитов.	3,4,8-10
4	6	Анализ физических и химических превращений методом термогравиметрического анализа.	3,4,8-10
4	6	Оценка степени отверждения методом дифференциально-термического анализа	3,4,8-10
4	6	Определение кинетики отверждения олигомеров методом дифференциально-сканирующей.	3,4,8-10
4	6	Определение теплоты полимеризации методом дифференциально-сканирующей.	3,4,8-10
4	6	Определение степени кристалличности методом дифференциально-сканирующей.	3,4,8-10
4	6	Оценка температур плавления и степени кристалличности полимеров.	3,4,8-10

10. Расчетно-графическая работа

Учебным планом не предусмотрена

11. Курсовая работа

Учебным планом не предусмотрена

12. Курсовой проект

Учебным планом не предусмотрена

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Структура и свойства композитов» должна быть сформирована компетенция ПК-2.

Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	Знает: основные методы изучения структуры и свойств аморфной и кристаллической фаз композитов; Умеет: проводить анализ научно-технической информации, обработку экспериментальных данных по исследованию структуры и эксплуатационных свойств композитов; Владеет: основными методами определения физико-механических, физико-химических и других показателей разрабатываемых материалов, а также приёмами регулирования структуры и свойств композитов.
Повышенный (хорошо)	Знает: в достаточной степени знает основные методы изучения структуры и свойств аморфной и кристаллической фаз композитов; Умеет: в достаточной степени может проводить анализ научно-технической информации, обработку экспериментальных данных по исследованию структуры и эксплуатационных свойств композитов; Владеет: в достаточной степени может определять физико-механические, физико-химические и другие показатели разрабатываемых материалов, а также приёмами регулирования структуры и свойств композитов.
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	Знает: частично основные методы изучения структуры и свойств аморфной и кристаллической фаз композитов; Умеет: на минимально приемлемом уровне может проводить анализ научно-технической информации,

	<p>обработку экспериментальных данных по исследованию структуры и эксплуатационных свойств композитов;</p> <p>Владеет: на минимально приемлемом уровне может определять физико-механические, физико-химические и другие показатели разрабатываемых материалов, а также приёмами регулирования структуры и свойств композитов.</p>
--	--

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины, проводится промежуточная аттестация в виде экзамена.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Структура и свойства композитов» включает учет выполнения лабораторных работ, самостоятельной работы и сдачу экзамена.

Лабораторные работы считаются успешно выполненными в случае предоставления в конце занятия отчета (журнала), включающего тему, цель, ход работы, соответствующие рисунки, и ответа на теоретические вопросы по теме работы. Шкала оценивания - «зачтено / не зачтено». «Зачтено» за лабораторную работу ставится в случае, если она полностью правильно выполнена, при этом обучающимся показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если работа выполнена неправильно, тогда она возвращается на доработку и затем вновь сдаётся на проверку преподавателю.

Самостоятельная работа считается успешно выполненной в случае если проработан теоретический материал по каждой теме.

В конце семестра обучающийся письменно отвечает на тестовые задания, содержащие вопросы по изученному материалу. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе более чем, на 40% вопросов выставляется «зачтено», в случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено».

К экзамену по дисциплине обучающиеся допускаются при:

- предоставлении всех отчетов по всем лабораторным работам и защите всех занятий;

- сдачи всех отчетов по всем темам самостоятельной работы и их защите.

Экзамен сдаётся в устном виде по билетам. На подготовку билета обучающемуся дается 40 минут. «Экзаменационные вопросы».

Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
Четырехбалльная шкала	Отлично	Обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, тесно увязывает теорию с практикой. Обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, заданиями и другими видами применения знаний, показывает знания законодательного и нормативно-технического материалов, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ, обнаруживает умение самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок
	Хорошо	Обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми навыками при выполнении практических работ
	Удовлетворительно	Обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения при выполнении практических работ
	Неудовлетворительно	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы

Вопросы к экзамену

1. Основные карбоцепные и гетероцепные полимеры (название и химические формулы, специфические свойства).
2. Агрегатные и физические состояния полимеров. Высокоэластическое и вынужденноэластическое физические состояния полимеров.
3. Структура, свойства и применение целлюлозы и её производных.
4. Структурные типы выпускаемых химической промышленностью синтетических полимеров. Приведите примеры каждого типа полимеров.

5. Понятие цис- и транс- изометрии полимеров, её влияние на свойства. Приведите примеры.

6. Стереорегулярность. Классификация полимеров по типу взаимного расположения боковых групп. Влияние стереорегулярности на свойства полимеров.

7. Основные факторы, влияющие на конфигурацию макромолекул. Дайте примеры влияния этих факторов на физические характеристики полимеров.

8. Кристаллическая и аморфная фаза полимеров. Подвижность макроцепей и кристаллизация. Степень кристалличности. Дайте примеры полимеров, обладающих малой, средней и большой степенью кристалличности.

9. Физическая природа сил внутри- и межмолекулярного взаимодействия в полимерах.

10. Понятие конформации макромолекул. Поворотные изомеры.

11. Приведите примеры зигзагообразных и спиральных макромолекул полимеров. Плотность упаковки макромолекул.

12. На примерах покажите зависимость температуры плавления и плотности синтетических полимеров и сополимеров от их состава и наличия заместителей.

13. Химические реакции, характерные в условиях эксплуатации изделий из различных синтетических полимеров.

14. Преимущества стереорегулярных полимеров. Механизм стереорегулярной полимеризации.

15. Структура аморфной фазы полимеров.

16. Энтропийная и энергетическая составляющие напряжения при деформации полимеров.

17. Зависимость модуля упругости от концентрации межузловых цепей в сетчатых полимерах. Учет влияния дефектов сеток.

18. Явление вынужденной эластичности. Зависимость предела упругости от условий деформирования образца. Температура хрупкости полимеров.

19. Изменение механических характеристик аморфных полимеров при переходе из стеклообразного в высокоэластическое состояние.

20. Период релаксации макромолекул. Связь между периодом релаксации, динамической вязкости и модулем упругости. На примерах показать зависимость спектра време- релаксации от химической структуры макроцепей.

21. Контроль кинетики отверждения олигомерных смол способом экстракции с анализом растворов золя.

22. Классификация способов контроля отверждения термореактивных смол.

23. Кинетические характеристики отверждения термореактивных смол.

24. Термодинамика деформирования эластомеров в изотермическом и неизотермическом режимах.

25. Структура и свойства термореактивных полимеров, полученных термическим отверждением олигомерных смол.

26. Структура и свойства термореактивных полимеров, полученных отверждением олигомерных смол при помощи различных добавок.

31. Основные виды и размеры надмолекулярных структур кристаллизующихся полимеров. Приведите примеры таких полимеров.

32. Степень кристалличности полимеров, её определение рентгенографическим и спектральным методами, по плотности аморфной и кристаллической фаз.

33. Определение средних размеров кристаллитов в полимерах рентгенографическим методом Дебая.

34. Структура и свойства сферолитов.

35. Современные методы исследования структуры и свойств компози-

Практические задания для проведения экзамена

Задание 1-5

По данным рентгенофазового анализа рассчитать степень кристалличности композиционного материала. Дифрактограммы выдаются преподавателем.

Задание 6-10

По данным инфракрасной спектроскопии рассчитать степень кристалличности композиционного материала. ИК-спектры выдаются преподавателем.

Задание 11-15.

По данным термогравиметрического анализа определить температуру плавления, деструкции, стадии термоллиза, потери массы при различных температурах композиционного материала на основе термопластичного связующего. Термограммы выдаются преподавателем.

Задание 16-20.

По данным термогравиметрического анализа определить температуру деструкции, стадии термоллиза, потери массы при различных температурах композиционного материала на основе термопластичного связующего. Термограммы выдаются преподавателем.

14. Образовательные технологии

В соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода осуществляется с широким использованием в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой (разбор конкретных ситуаций). Удельный вес таких занятий составляет более 20% (в составе лабораторных аудиторных занятий). Дополнительно разбор конкретных ситуаций выполняется в рамках самостоятельной внеаудиторной работы студента.

Проведение лекций предусмотрено с помощью компьютерной графики. Проведение практических занятий полностью базируется на индивидуальном общении с каждым студентом, то есть осуществляется в интерактивной форме:

выдача и объяснение задач, определение пути решения. Предусмотрены задания для аудиторной и внеаудиторной работы

Лабораторные занятия также по существу предусмотрены в интерактивной форме: распределение работ, ознакомление с лабораторными установками, объяснение цели и задач работы, корректировка необходимых действий студентов, обработка результатов непосредственных наблюдений и измерений, обсуждение результатов с применением соответствующей теории.

Для каждого вида занятий при расчёте трудоемкости предусмотрены не только часы аудиторных занятий, но и определённое количество часов СРС: изучение теории, выполнение внеаудиторных заданий по практическим занятиям, обработка результатов лабораторных работ.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

Литература

1. Аскадский, А. А. Структура и свойства полимерных строительных материалов: учебное пособие / Аскадский А. А. - Москва: Издательство МИСИ - МГСУ, 2017. - 203 с. - ISBN 978-5-7264-1741-7. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785726417417.html>

2. Иржак В.И. Топологическая структура полимеров: монография / Иржак В.И. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 520 с. — ISBN 978-5-7882-1504-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/64024.html>

3. Филимонова Н.И. Методы электронной спектроскопии: учебное пособие / Филимонова Н.И., Величко А.А., Фадеева Н.Е. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 68 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/69546.html>

4. Термический анализ в изучении полимеров: учебное пособие / О.Т. Шипина [и др.]. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 99 с. — ISBN 978-5-7882-1538-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/62010.html>

5. Механические свойства полимерных материалов: учебное пособие. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. — 79 с. — ISBN 978-5-7882-1098-8. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/62494.html>

6. Волынский, А. Л. Структурная самоорганизация аморфных полимеров / Волынский А. Л. , Бакеев Н. Ф. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 232 с. - ISBN 5-9221-0600-7. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106007.html>

7. Михайлин Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы / Михайлин Ю.А. — Санкт-Петербург: Научные основы и технологии, 2009. —

664 с. — ISBN 978-5-91703-011-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/13229.html>

Периодические издания

8. Пластические массы. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1112589>. Доступные архивы 2009-2020 гг.
9. Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. Ивановский государственный химико-технологический университет. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=942222>. Доступные архивы 2006-2020 гг.

Интернет-ресурсы

10. <http://www.encyclopedia.ru/> Мир энциклопедий on-line
11. <https://portal3.sstu.ru/Facult/FTF/HIM/16.03.01/B.1.2.12/default.aspx>

16. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 40 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук, подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint).

Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций

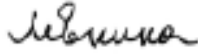
Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 20 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Оборудование

1. ИК-Фурье спектрометр «IRTracer-100» фирмы Shimadzu
2. Анализатор металлов X-MET 7500 (рентгенофлуоресцентный портативный энергодисперсионный спектрометр)
3. Калориметр дифференциальном сканирующий ДСК-Д
4. Термо-гравиметрический анализатор фирмы Паулик-Паулик-Эрдеи

5. Исследовательский автоматизированный комплекс на базе прямого материаловедческого микроскопа Axio Imager.A2m с оптикой от Zeiss отраженного света светлого/темного поля, с общим увеличением 100х, 1000х, с высокоразрешающей видеокамерой, ПК и весовым столом;

6. Универсальная электромеханическая испытательная машина WDW-5E с максимальной нагрузкой 5 кН и климатической установкой для определения механических характеристик образцов из полимерных композиционных материалов.

Рабочую программу составила  Н.Л.Левкина

17. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры
« ____ » _____ 20 ____ года, протокол № _____

Зав. кафедрой _____ / _____ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКН
« ____ » _____ 20 ____ года, протокол № _____

Председатель УМКН _____ / _____ /