



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов
09.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ПРОЦЕССЫ НА ПОВЕРХНОСТИ РАЗДЕЛА ФАЗ

Направление подготовки (специальность)
28.03.03 Наноматериалы

Направленность (профиль/специализация) программы
Объемные наноматериалы, наноструктуры и изделия из них

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Технологий обработки материалов
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 968)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологий обработки материалов

31.01.2023, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.Б. Моллер

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

09.02.2023 г., протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов


Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ТОМ, канд. техн. наук

 О.А. Куприянова

Рецензент:

профессор кафедры ЛПиМ, д-р техн. наук

 Н.В. Копцева

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Процессы на поверхности раздела фаз» являются: развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы (уровень бакалавриата).

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Процессы на поверхности раздела фаз входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Общее материаловедение

Физикохимия наноструктур и наноматериалов

Физика

Основы производства порошковых материалов и изделий

Общая и неорганическая химия

История материаловедения

Введение в направление

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Проектная деятельность

Оптимизация технологических процессов и свойств материалов

Компьютерное моделирование материалов и технологических процессов

Курсовая научно-исследовательская работа

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Коррозия и защита металлов

Основы производства композиционных материалов

Технология материалов

Конструирование наноматериалов

Функциональные наноматериалы

Физические свойства материалов

Основы деформационного наноструктурирования

Учебная - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Процессы на поверхности раздела фаз» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен проводить мониторинг инновационных технологических процессов и осуществлять методическое сопровождение создания объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них
ПК-1.1	Осуществляет поиск, анализ и систематизацию опыта в области перспективных направлений развития производства объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них
ПК-1.2	Разрабатывает методические подходы и рекомендации по проведению аналитических работ для оценки структуры и свойств

	объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них
ПК-1.3	Систематизирует, обрабатывает и подготавливает данные для корректировки регулируемых параметров технологического процесса производства объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 58,1 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 14,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Раздел. Граница раздела фаз – как нанообъект в наносистемах								
1.1 1.1.1. Тема. Границы и поверхности раздела фаз, их характеристики. Роль меж-фазных границ в формировании свойств наноматериалов	4	5			2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Подготовка к контрольной работе. Подготовка рефератов.	Текущий контроль успеваемости: консультирование, контрольная работа, реферат.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.2 1.2. Тема. Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем. Роль поверхности в таких системах. Структура поверхности и межфазных границ.		5			2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Подготовка к контрольной работе. Подготовка рефератов.	Текущий контроль успеваемости: консультирование, контрольная работа, реферат.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		10			4			
2. 2. Раздел. Кинетика и термодинамика процессов на поверхности жидкофазных и твердофазных систем								

2.1 2.1. Тема. Процессы на поверхности раздела газ-жидкость. Процессы на поверхности раз-дела жидкость-жидкость	4			5/2,2И	1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Подготовка к контрольной работе. Подготовка рефератов.	Текущий контроль успеваемости: консультирование, контрольная работа, реферат.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2.2 2.2. Тема. Формирование пленок на поверхности жидкости. Поверхность твердых тел					2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Подготовка к контрольной работе. Подготовка рефератов.	Текущий контроль успеваемости: консультирование, контрольная работа, реферат.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2.3 2.3. Тема. Процессы на поверхности раздела твердое тело – жидкость. Процессы на поверхности раздела твердое тело – газ.				5/3И	1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Подготовка к контрольной работе. Подготовка рефератов.	Текущий контроль успеваемости: консультирование, контрольная работа, реферат.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2.4 2.4. Тема. Процессы на поверхности раздела тверд. Тема. Кинетика и термодинамика формирования новой фазы (поверхности раздела)				7/1И	1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Подготовка к контрольной работе. Подготовка рефератов.	Текущий контроль успеваемости: консультирование, контрольная работа, реферат.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		9		17/6,2И	5			
3. 3. Раздел. Адсорбционно-каталитические свойства наносистем								

3.1	3.1.	Тема.					Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Подготовка к контрольной работе. Подготовка рефератов.	Текущий контроль успеваемости: консультирование, контрольная работа, реферат.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		в	4			4			
3.2	3.2.	Тема.					Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Подготовка к контрольной работе. Подготовка рефератов.	Текущий контроль успеваемости: консультирование, контрольная работа, реферат.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		Адсорбционные процессы нанодисперсных системах.	4						
		Адсорбционно-каталитические свойства нано-систем.	5						
Итого по разделу			9			4			
4.	4.	Раздел. Физико-химические основы образования наноструктур на межфазных поверхностях раздела							
4.1	4.1	Раздел. Физико-химические основы образования наноструктур на межфазных поверхностях раздела	4	8	1/ИИ	1,2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Подготовка к контрольной работе. Подготовка рефератов.	Текущий контроль успеваемости: консультирование, контрольная работа, реферат.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу			8		1/ИИ	1,2			
Итого за семестр			36		18/7,2И	14,2		экзамен	
Итого по дисциплине			36		18/7,2И	14,2		экзамен	

5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Процессы на поверхности раздела фаз» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии, включающие в себя объяснения преподавателя на лекциях, самостоятельную работу с научной, учебной и справочной литературой. Применяются информационные лекции с последовательным изложением материала в дисциплинарной логике в виде конструктивного монолога преподавателя. Практические занятия при такой технологии посвящаются освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму решения традиционных (классических) задач.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Процессы на поверхности раздела фаз» происходит с использованием мультимедийного оборудования (компьютер, интерактивная доска, проектор, документ-камера).

Обязательным является применение технологии проблемного обучения с постановкой проблемных вопросов и ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов. При этом целесообразно использовать технологию коллективного взаимообучения, организуя работу студентов на занятиях как исследовательскую творческую деятельность. Следует использовать комплекс инновационных методов активного проблемного обучения, включающий в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем и без него;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем студентами под контролем преподавателя.

Реализация инновационных методов проблемного обучения возможна с использованием следующих приемов:

- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;
- демонстрация разных подходов к решению конкретной проблемы;
- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости.

В ходе занятий предполагается использование комплекса инновационных методов и интерактивного обучения студента, включающего в себя: работу в команде, методы ИТ, опережающую самостоятельную работу, эвристическую беседу, учебную дискуссию. При этом происходит активное и нелинейное (интерактивное) взаимодействие всех участников образовательного процесса, прежде всего профессиональный диалог (дискуссия) обучающихся при решении конкретных задач. Общий объем практических занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 4 часа.

Доклады студентов на практических занятиях, в том числе представление результатов совместной проектной или исследовательской деятельности осуществляется с использованием специализированных программно-аппаратных средств.

Для самостоятельного изучения студентам заранее выдается теоретический материал. Самостоятельная работа студентов направлена на закрепление теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к практическим занятиям, написание реферата, подготовку к контрольным работам и итоговому зачету по дисциплине.

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: контрольные работы студентов, индивидуальные задания.

При проведении заключительного контроля необходимо выявить степень правильности, объема, глубины знаний, умений, навыков, полученных при изучении

курса наряду с выявлением степени самостоятельности в применении полученных знаний.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся
Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации
Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
а) Основная литература:

1. Ягодковский, В. Д. Адсорбция : учебное пособие / В. Д. Ягодковский. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 219 с. — ISBN 978-5-00101-656-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135481> (дата обращения: 25.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Глазков, В. В. Динамика многофазных систем : учебное пособие / В. В. Глазков. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 168 с. — ISBN 978-5-8114-2974-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107283> (дата обращения: 25.04.202). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Семенов, Ю. В. Дисперсные системы. Примеры решения задач : учебно-методическое пособие / Ю. В. Семенов, В. В. Поливанская. — Москва : МИСИС, 2019. — 28 с. — ISBN 978-5-907226-12-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129047> (дата обращения: 25.04.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах : учебное пособие / К. Холмберг, Б. Йёнссон, Б. Кронберг, Б. Линдман ; перевод с английского Г. П. Ямпольской. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 531 с. — ISBN 978-5-00101-767-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135520> (дата обращения: 25.04.202). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко ; под редакцией Е. И. Пряхина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-5373-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149303> (дата обращения: 25.04.202). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Изучение устройства и принципов работы растрового электронного микроскопа: Метод. указ. / Н.В. Копцева, Ю.Ю. Ефимова, М.А. Полякова, М.П. Барышников. Магнитогорск, 2011. 6 с.

2. Сканирующая зондовая микроскопия: лабораторный практикум / Ю.Ю. Ефимова, М.А. Полякова, А.Е. Гулин. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 41 с.

3. Изучение устройства и принципов работы стереомикроскопа: метод. указ. / О.А. Никитенко, Ю.Ю. Ефимова, Н.В. Копцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 10 с.

4. Количественный анализ доли вязкой составляющей излома: метод. указ. / О.А. Никитенко, Ю.Ю. Ефимова, Н.В. Копцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 6 с.

5. Микрорентгеноспектральный анализ: метод. указ. / Ю.Ю. Ефимова, О.А. Никитенко, Н.В. Копцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 9 с.

6. Определение количественных характеристик микроструктуры с помощью компьютерной системы анализа изображений Thixomet PRO: лабораторный практикум. / О.А. Никитенко, Ю.Ю. Ефимова, Н.В. Копцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 29 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services,	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer	https://www.nature.com/siteindex
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный концорциум» (НИ	https://archive.neicon.ru/xmlui/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Оснащение: технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель

2. Учебная аудитория для проведения практических занятий. Оснащение: компьютерная техника с пакетом MSOffice, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель

3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: компьютерная техника с пакетом MSOffice, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Специализированная мебель

4. Помещение для самостоятельной работы. Оснащение: компьютерная техника с пакетом MSOffice, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Специализированная мебель

5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: компьютерная техника с пакетом MSOffice (ноутбук с проектором). Специализированная мебель.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Процессы на поверхности раздела фаз» :

Текущий контроль (возможные темы рефератов):

1. Наноразмерные системы на границе раздела фаз.
2. Методы определения поверхностного натяжения.
3. Адсорбция растворимых ПАВ. Применение ПАВ.
4. Современные методы изучения структуры поверхности твердых тел.
5. Свободная поверхностная энергия границы раздела конденсированных фаз.
6. Методы синтеза объемных нанокристаллических материалов.
7. Электрокинетические явления.
8. Поверхность твердых тел. Структура поверхности твердого тела. Шероховатость поверхности.
9. Эффект «Лотоса». Гидрофильность и гидрофобность.
10. Капиллярные явления как проявления масштабных факторов.
11. Процессы образования границ раздела в металлических сплавах (при кристаллизации, горячей и холодной пластической деформации, интенсивной пластической деформации, последующем нагреве).
12. Механизм фрагментации в металлах и их сплавах с крупнокристаллической структурой при различных внешних воздействиях.

Промежуточный контроль. (Темы контрольных работ):

1. *Первый рубежный контроль («Граница раздела фаз – как нанообъект в нано- системах»)*

1. Что такое дисперсные системы. Дайте их основные характеристики
2. Дайте классификацию дисперсных систем по агрегатному состоянию дисперсионной среды и дисперсной фазы
3. Дайте классификацию дисперсных систем по размерам частиц дисперсной фазы (ультрадисперсные, высокодисперсные, грубодисперсные системы)
4. Поверхностная энергия и равновесные формы тел
5. Роль поверхности раздела фаз в дисперсных системах
6. Какие существуют методы получения дисперсных систем
7. Методы определения поверхностного натяжения
8. Что такое поверхностное натяжение и как оно зависит от природы веществ, образующих поверхность раздела фаз?
9. Как и почему поверхностное натяжение зависит от температуры?
10. Каким образом можно рассчитать полную поверхностную энергию?
11. Каков физический смысл величин, входящих в уравнение Ленгмюра ?
12. Каковы условия применимости уравнения Ленгмюра?
13. Как определить константы уравнения Ленгмюра?

2. *Второй рубежный контроль («Кинетика и термодинамика процессов на поверхности жидкофазных и твердофазных систем»)*

1. Опишите стадии образования новой фазы.
2. Опишите конденсационные методы получения нанодисперсных наночастиц.
3. Современные методы изучения структуры поверхности твердых тел.
4. Методы синтеза объемных нанокристаллических наноматериалов.
5. Что такое капиллярное давление? Каковы причины его возникновения?
6. Почему в случае смачивания капилляра жидкость в нем поднимается, а при несмачивании, наоборот, опускается?
7. Какие параметры используются для количественной характеристики адгезии и
8. смачивания?
9. Выявите влияние межмолекулярных взаимодействий в конденсированных фазах на смачивание и адгезию.
10. Предложите, какой либо способ гидрофобизации поверхности кремнезема.
11. Почему при уменьшении площади поверхностной пленки происходит резкое увеличение поверхностного давления?

3. *Третий рубежный контроль («Адсорбционно-каталитические свойства наносистем»)*

1. Какие допущения лежат в основе теории полимолекулярной адсорбции БЭТ?
2. Каков физический смысл констант уравнения БЭТ?
3. Опишите взаимодействие адсорбент - адсорбат для разных типов изотерм БЭТ
4. Как осуществляется расчет удельной поверхности адсорбента методом БЭТ?
5. Чем отличается адсорбция из растворов от адсорбции газов и паров?
6. В чем принципиальное отличие адсорбции электролитов от молекулярной адсорбции?
7. Почему с увеличением размера иона повышается его способность к адсорбции?
8. Каким процессом - экзотермическим или эндотермическим является адсорбция?
9. В чем отличие физической адсорбции от хемосорбции?
10. Что называется адсорбцией и как количественно ее характеризуют?
11. Какими свойствами обладают поверхностно - активные вещества?
12. Почему концентрация поверхностно - активных веществ выше у поверхности раствора, а концентрация поверхностно - инактивных веществ, наоборот, выше в объеме раствора?

Перечень вопросов к зачету:

1. Границы и поверхности раздела фаз, их характеристики. Роль межфазных границ в формировании свойств наноматериалов.
2. Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем.
3. Дисперсное состояние вещества. Методы получения дисперсных систем. Диспергирование.
4. Дисперсность как самостоятельный термодинамический параметр системы. Масштабные эффекты в дисперсных системах.
5. Общие представления о поверхности. Структура поверхности и межфазных границ.
6. Молекулярные взаимодействия и особые свойства границы и поверхности раздела фаз. Принцип Ленгмюра.
7. Граница раздела фаз – как нанообъект в наносистемах. Поверхность раздела фаз.

8. Свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Понятие о поверхности разрыва и разделяющей поверхности.
9. Связь поверхностного натяжения с объемными свойствами веществ.
10. Особенности термодинамических свойств наносред. Термодинамическое уравнение Гиббса для поверхности раздела фаз в однокомпонентных системах, его следствия.
11. Влияние кривизны поверхности раздела фаз на ее термодинамическое состояние равновесия.
12. Термодинамические характеристики поверхности в однокомпонентных системах. Влияние температуры на термодинамические функции поверхностного слоя однокомпонентной жидкости на границе раздела с собственным паром.
13. Влияние температуры на поверхностное натяжение границ раздела между конденсированными фазами и критические температуры смешения жидкостей. Зависимость поверхностного натяжения от химической природой жидкости. Структура поверхностного слоя жидкости.
14. Явления когезии и адгезии. Связь поверхностной энергии с энергией когезии. Правило Стефана.
15. Растекание одной жидкости по поверхности другой. Пленки на поверхностях жидкости.
16. Адсорбционные явления. Термодинамика адсорбции. Уравнение Гиббса.
17. Классификация Адамсона типов поверхностных пленок. Строение и свойства адсорбционных слоев.
18. Пленки Ленгмюра-Блоджетт, их получение, свойства и применение.
19. Структура поверхности твердого тела. Шероховатость поверхности. Методы исследования поверхности твердых тел. Влияние шероховатости поверхности на смачивание.
20. Пленки на поверхности твердого тела. Механизм роста пленок. Влияние условий роста на размеры кристаллитов.
21. Методы синтеза объемных нанокристаллических наноматериалов.
22. Смачивание. Краевой угол, как характеристика смачивания. Термодинамические условия смачивания, несмачивания и растекания.
23. Эффект «Лотоса». Гидрофильность и гидрофобность.
24. Капиллярные явления как проявление масштабных эффектов. Уравнение Жюрена.
25. Адсорбция газов и паров на твердой поверхности. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра.
26. Межфазная граница, межфазные слои, неравновесность между двумя твердыми телами, их структура и свойства. Диффузионные явления. Механизмы и виды диффузии.
27. Кинетика и термодинамика образования новой фазы. Классическая теория зародышеобразования. Закономерности гомогенного и гетерогенного зародышеобразования. Изменение скоростей образования и роста зародышей как способ управления степенью дисперсности системы.
28. Адсорбционные явления и межмолекулярные взаимодействия компонентов в наносистемах.
29. Термодинамические оценки возможности прохождения химических реакций с участием нанодисперсных систем.
30. Поверхностные центры основного и кислотного типа и их роль в каталитических реакциях. Структура активных центров в каталитических системах. Закономерности скорости гетерогенных химических процессов.
31. Концепция создания и исследования монослоев на границе раздела фаз.
32. Электрокинетические явления.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-1: Способен проводить мониторинг инновационных технологических процессов и осуществлять методическое сопровождение создания объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них		
ПК-1.1	Осуществляет поиск, анализ и систематизацию опыта в области перспективных направлений развития производства объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них	<p>Перечень теоретических вопросов для подготовки к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Границы и поверхности раздела фаз, их характеристики. Роль межфазных границ в формировании свойств наноматериалов. 2. Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем. 3. Дисперсное состояние вещества. Методы получения дисперсных систем. Диспергирование. 4. Дисперсность как самостоятельный термодинамический параметр системы. Масштабные эффекты в дисперсных системах. 5. Общие представления о поверхности. Структура поверхности и межфазных границ. 6. Молекулярные взаимодействия и особые свойства границы и поверхности раздела фаз. Принцип Ленгмюра. 7. Граница раздела фаз – как нанообъект в наносистемах. Поверхность раздела фаз. 8. Свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Понятие о поверхности разрыва и разделяющей поверхности. 9. Связь поверхностного натяжения с объемными свойствами веществ.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>10. Особенности термодинамических свойств наносред. Термодинамическое уравнение Гиббса для поверхности раздела фаз в однокомпонентных системах, его следствия.</p> <p>11. Влияние кривизны поверхности раздела фаз на ее термодинамическое состояние равновесия.</p> <p>12. Термодинамические характеристики поверхности в однокомпонентных системах. Влияние температуры на термодинамические функции поверхностного слоя однокомпонентной жидкости на границе раздела с собственным паром.</p> <p>13. Влияние температуры на поверхностное натяжение границ раздела между конденсированными фазами и критические температуры смешения жидкостей. Зависимость поверхностного натяжения от химической природы жидкости. Структура поверхностного слоя жидкости.</p> <p>14. Явления когезии и адгезии. Связь поверхностной энергии с энергией когезии. Правило Стефана.</p> <p>15. Растекание одной жидкости по поверхности другой. Пленки на поверхностях жидкости.</p> <p>16. Адсорбционные явления. Термодинамика адсорбции. Уравнение Гиббса.</p> <p>17. Классификация Адамсона типов поверхностных пленок. Строение и свойства адсорбционных слоев.</p> <p>18. Пленки Ленгмюра-Блоджетт, их получение, свойства и применение.</p> <p>19. Структура поверхности твердого тела. Шероховатость поверхности. Методы исследования поверхности твердых тел. Влияние шероховатости поверхности на смачивание.</p> <p>20. Пленки на поверхности твердого тела. Механизм роста пленок. Влияние условий роста на размеры кристаллитов.</p> <p>21. Методы синтеза объемных нанокристаллических наноматериалов.</p> <p>22. Смачивание. Краевой угол, как характеристика смачивания. Термодинамические условия смачивания, несмачивания и растекания.</p> <p>23. Эффект «Лотоса». Гидрофильность и гидрофобность.</p> <p>24. Капиллярные явления как проявление масштабных эффектов. Уравнение Жюрена.</p> <p>25. Адсорбция газов и паров на твердой поверхности. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>26. Межфазная граница, межфазные слои, неравновесность между двумя твердыми телами, их структура и свойства. Диффузионные явления. Механизмы и виды диффузии.</p> <p>27. Кинетика и термодинамика образования новой фазы. Классическая теория зародышеобразования. Закономерности гомогенного и гетерогенного зародышеобразования. Изменение скоростей образования и роста зародышей как способ управления степенью дисперсности системы.</p> <p>28. Адсорбционные явления и межмолекулярные взаимодействия компонентов в наносистемах.</p>
ПК-1.2	Разрабатывает методические подходы и рекомендации по проведению аналитических работ для оценки структуры и свойств объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них	<p><i>Примеры перечня тем для рефератов:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Наноразмерные системы на границе раздела фаз. 2. Методы определения поверхностного натяжения. 3. Адсорбция растворимых ПАВ. Применение ПАВ. 4. Современные методы изучения структуры поверхности твердых тел. 5. Свободная поверхностная энергия границы раздела конденсированных фаз. 6. Методы синтеза объемных нанокристаллических материалов. 7. Электрокинетические явления. 8. Поверхность твердых тел. Структура поверхности твердого тела. Шероховатость поверхности. 9. Эффект «Лотоса». Гидрофильность и гидробность. 10. Капиллярные явления как проявления масштабных факторов. 11. Процессы образования границ раздела в металлических сплавах (при кристаллизации, горячей и холодной пластической деформации, интенсивной пластической деформации, последующем нагреве). 12. Механизм фрагментации в металлах и их сплавах с крупнокристаллической структурой при различных внешних воздействиях.
ПК-1.3	Систематизирует, обрабатывает и подготавливает данные для	<p><i>Примеры перечня тем для контрольных работ:</i></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>корректировки регулируемых параметров технологического процесса производства объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите стадии образования новой фазы. 2. Опишите конденсационные методы получения нанодисперсных наночастиц. 3. Современные методы изучения структуры поверхности твердых тел. 4. Методы синтеза объемных нанокристаллических наноматериалов. 5. Что такое капиллярное давление? Каковы причины его возникновения? 6. Почему в случае смачивания капилляра жидкость в нем поднимается, а при несмачивании, наоборот, опускается? 7. Какие существуют методы получения дисперсных систем 8. Методы определения поверхностного натяжения 9. Что такое поверхностное натяжение и как оно зависит от природы веществ, образующих поверхность раздела фаз? 10. Как и почему поверхностное натяжение зависит от температуры? 11. Каким образом можно рассчитать полную поверхностную энергию? 12. Каков физический смысл величин, входящих в уравнение Ленгмюра ? 13. Каковы условия применимости уравнения Ленгмюра? 14. Как определить константы уравнения Ленгмюра? 15. Какие допущения лежат в основе теории полимолекулярной адсорбции БЭТ? 16. Каков физический смысл констант уравнения БЭТ? 17. Опишите взаимодействие адсорбент - адсорбат для разных типов изотерм БЭТ 18. Как осуществляется расчет удельной поверхности адсорбента методом БЭТ? 19. Чем отличается адсорбция из растворов от адсорбции газов и паров? 20. В чем принципиальное отличие адсорбции электролитов от молекулярной адсорбции? 21. Почему с увеличением размера иона повышается его способность к адсорбции? 22. В чем принципиальное отличие адсорбции электролитов от молекулярной адсорбции? 23. Почему с увеличением размера иона повышается его способность к адсорбции? 24. Каким процессом - экзотермическим или эндотермическим является адсорбция? 25. В чем отличие физической адсорбции от хемосорбции? 26. Что называется адсорбцией и как количественно ее характеризуют? 27. Какими свойствами обладают поверхностно - активные вещества

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>28. Капиллярные явления как проявления масштабных факторов.</p> <p>29. Процессы образования границ раздела в металлических сплавах (при кристаллизации, горячей и холодной пластической деформации, интенсивной пластической деформации, последующем нагреве).</p> <p>30. Механизм фрагментации в металлах и их сплавах с крупнокристаллической структурой при различных внешних воздействиях.</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Процессы на поверхности раздела фаз» проводится в виде публичной защиты группового портфолио, в состав которого включаются все работы, выполненные ординаторами в ходе изучения дисциплины, а также итоговая групповая рефлексивная работа по изученному материалу.

Экзамен по данной дисциплине проводится в виде собеседования в рамках теоретических вопросов, выносимых на экзамен и выполнения практических заданий.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, и/или свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения.