

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Наноматериалы и нанотехнологии»**

*1. Перечень оценочных средств для компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины*

Код контролируемой компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-2: Способен выбирать металлические, неметаллические и композиционные материалы для деталей машин, приборов и инструментов на основе знаний о взаимосвязи структуры и свойств материалов	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета
ПК-3: Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

*2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания*

Оцениваемые компетенции представлены в разделе «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций» рабочей программы дисциплины «Наноматериалы и нанотехнологии».

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Наноматериалы и нанотехнологии» используется 100-балльная шкала.

Критерий	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по традиционной шкале
Студент освоил изучаемый материал, выполняет задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций, может допускать отдельные ошибки.	25-100	<i>Зачтено</i>
Студент не освоил основное содержание изученного материала, задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций не выполнены или выполнены неверно.	0-24	<i>Не зачтено</i>

*3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки уровня достижения компетенций в соответствии с индикаторами*

*1. Оценочное средство по дисциплине Наноматериалы и нанотехнологии*

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен выбирать металлические, неметаллические и композиционные материалы для деталей машин, приборов и инструментов на	ПК-2.1 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их физико-механическими, технологическими и

основе знаний о взаимосвязи структуры и свойств материалов	эксплуатационными свойствами
	ПК-2.2 Способен проектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия
ПК-3 Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	ПК-3.1 Разрабатывает и обосновывает технологию изготовления изделия из металлических и (или) композиционных материалов

**КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ»  
для направления подготовки  
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**

**Компетенции:**

**ПК-2** Способен выбирать металлические, неметаллические и композиционные материалы для деталей машин, приборов и инструментов на основе знаний о взаимосвязи структуры и свойств материалов

**ПК-3** Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов

**Индикаторы:**

<b>ПК 2.1</b>	Устанавливает связь состава и структуры материалов с их физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами
<b>ПК 2.2</b>	Способен проектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия
<b>ПК 3.1</b>	Разрабатывает и обосновывает технологию изготовления изделия из металлических и (или) композиционных материалов

**Тест №1**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

---

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** суперконцентрат на основе одностенных углеродных нанотрубок для придания свойств электропроводности силиконовым резинам.

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись* И. о.

заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Современных специальных материалов

\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись*

Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 2**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

---

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** водная суспензия одностенных углеродных нанотрубок, для придания материалам постоянных свойств антистатичности и электропроводности с минимальным изменением цвета и прозрачности

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись*

И. о. заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Современных специальных материалов

\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись*

Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 3**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

---

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** мастербатч на основе одностенных углеродных нанотрубок для придания электропроводящих свойств эпоксидным связующим

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись* И. о.

заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Современных специальных материалов

\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись*

Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 4**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

---

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** мастербатч на основе одностенных углеродных нанотрубок для придания электропроводящих свойств полиэфирным связующим

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись* \_\_\_\_\_ И. о.  
заведующего кафедрой Современных специальных материалов  
\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись* \_\_\_\_\_  
Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 5**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

---

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** полипропиленовая матрица, модифицированная наночастицами алмазографита (придание электропроводности)

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть

возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись* И. о.  
заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Современных специальных материалов  
\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись*  
Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 6**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

---

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** наномодифицированный стеклопластик на основе полиэфирного связующего и УНТ (повышение изгибной прочности)

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись* И. о.  
заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Современных специальных материалов  
\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись*  
Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 7**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

---

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** наномодифицированный углепластик на основе эпоксидного связующего и УНТ (повышение трещиностойкости)

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись* \_\_\_\_\_ И. о.  
заведующего кафедрой Современных специальных материалов  
\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись* \_\_\_\_\_  
Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 8**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

---

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** полипропилен, модифицированный наносвинцом (придание радиационной стойкости)

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть

возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись* И. о.  
заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Современных специальных материалов  
\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись*  
Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 9**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

---

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**  
Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** водная суспензия одностенных углеродных нанотрубок, для придания материалам постоянных свойств антистатичности и электропроводности с минимальным изменением цвета и прозрачности

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись* И. о.  
заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Современных специальных материалов  
\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись*  
Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 10**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

---

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** полипропиленовая матрица, модифицированная наночастицами алмазографита (придание электропроводности)

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись* И. о.  
заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Современных специальных материалов  
\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись* \_\_\_\_\_  
Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 11**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

---

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** Оксид алюминия –  $Al_2O_3$  - используется для наполнения эпоксидных и полиэфирных смол. Композиции на их основе обладают повышенными теплопроводностью, химической стойкостью, твердостью, износостойкостью и пониженным коэффициентом термического расширения.

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить

способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
\_\_\_\_\_ И. о.  
подпись  
заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Современных специальных материалов  
\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
\_\_\_\_\_ И. о.  
подпись  
Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 12**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** *Диоксид кремния* ( $\text{SiO}_2$ ) к таким наполнителям относятся: пирогенный аморфный  $\text{SiO}_2$ , силикагель. Пирогенный аморфный  $\text{SiO}_2$  представляет собой порошок, состоящий из сферических частиц, с высокой удельной поверхностью ( $\sim 380 \text{ м}^2/\text{г}$ ). Он проявляет тиксотропный и усиливающий эффекты в ПКМ. Применяется в производстве прозрачных КМ на основе термопластов; для наполнения фенолоформальдегидных смол при изготовлении тормозных прокладок, повышая стойкость к тепловому старению и сопротивление истиранию. Введение в термопласты силикагеля препятствует слипанию листовых и пленочных материалов, облегчает диспергирование пигментов, регулирует вязкость, улучшает технологические свойства композиций. В реактопласты добавляется для улучшения физико-механических и электрических свойств и теплостойкости, кроме того, уменьшается усадка и повышается стабильность размеров изделий.

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть

возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись* И. о.  
заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Современных специальных материалов  
\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись*  
Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 13**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

Стиролбутадиеновый каучук, натуральный каучук, полибутадиен

Наноуглерод (первичные частицы, 20-100 нм)

Прочность, износостойкость, абразивный износ Шины

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись* И. о.  
заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Современных специальных материалов  
\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись*  
Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 14**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

---

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** суперконцентрат на основе одностенных углеродных нанотрубок для придания свойств электропроводности силиконовым резинам.

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись*

И. о. заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Современных специальных материалов

\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись*

Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 15**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

---

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** мастербатч на основе одностенных углеродных нанотрубок для придания электропроводящих свойств эпоксидным связующим

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись*

И. о. заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Современных специальных материалов

\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись*

Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 16**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)

задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** полипропиленовая матрица, модифицированная наночастицами алмазографита (придание электропроводности)

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись* И. о.

заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Современных специальных материалов

\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись*

Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 17**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

---

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** наномодифицированный стеклопластик на основе полиэфирного связующего и УНТ (повышение изгибной прочности)

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись* \_\_\_\_\_ И. о.  
заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Современных специальных материалов  
\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись* \_\_\_\_\_  
Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 18**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

---

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** водная суспензия одностенных углеродных нанотрубок, для придания материалам постоянных свойств антистатичности и электропроводности с минимальным изменением цвета и прозрачности

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
\_\_\_\_\_ И. о.  
подпись  
заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Современных специальных материалов

\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
подпись

Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 19**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

---

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** *Диоксид кремния* ( $\text{SiO}_2$ ) к таким наполнителям относятся: пирогенный аморфный  $\text{SiO}_2$ , селикагель. Пирогенный аморфный  $\text{SiO}_2$  представляет собой порошок, состоящий из сферических частиц, с высокой удельной поверхностью ( $\sim 380 \text{ м}^2/\text{г}$ ). Он проявляет тиксотропный и усиливающий эффекты в ПКМ. Применяется в производстве прозрачных КМ на основе термопластов; для наполнения фенолоформальдегидных смол при изготовлении тормозных прокладок, повышая стойкость к тепловому старению и сопротивление истиранию. Введение в термопласты силикагеля препятствует слипанию листовых и пленочных материалов, облегчает диспергирование пигментов, регулирует вязкость, улучшает технологические свойства композиций. В реактопласты добавляется для улучшения физико-механических и электрических свойств и теплостойкости, кроме того, уменьшается усадка и повышается стабильность размеров изделий.

**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись* И. о.  
заведующего кафедрой Современных специальных материалов  
\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись*  
Дата \_\_\_\_\_

**Тест № 20**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Нanomатериалы и нанотехнологии»**

для направления: **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Проверяемые компетенции (индикаторы): задание 1 – ПК 2 (2.1, 2.2)  
задание 2 – ПК 3 (3.1)

**Объект:** Керамические нанотрубки имеют высокую твердость и температуру плавления, устойчивы к взаимодействию с различными средами, не так популярны в применении, как углеродные нанотрубки, однако они, подходят для придания функциональных свойств полимерам при этом, что бывает очень важно, не изменяя их цвет.

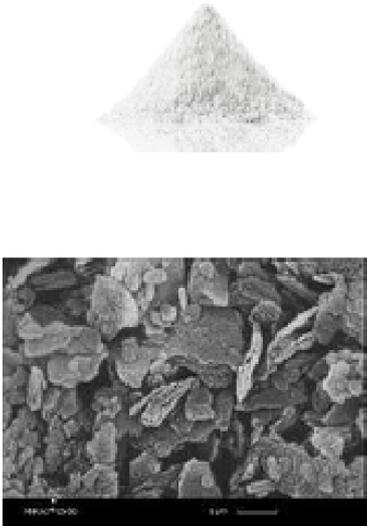
**Задание 1.** Разработать состав полимерного нанонаполненного материала, для придания ему специальных заданных свойств и предложить способ его получения, с учетом способности нанонаполнителей к агрегации. Обосновать выбор нанонаполнителя.

**Задание 2.** Предложить схему технологического процесса изготовления материала (пилотное производство, с учетом масштабирования). Рассмотреть возможность применения новых технологических решений для интенсификации диспергирования наночастиц.

Разработчик \_\_\_\_\_ Е.С. Ананьева  
*подпись* И. о.  
заведующего кафедрой Современных специальных материалов  
\_\_\_\_\_ С.В. Морозов  
*подпись*  
Дата \_\_\_\_\_

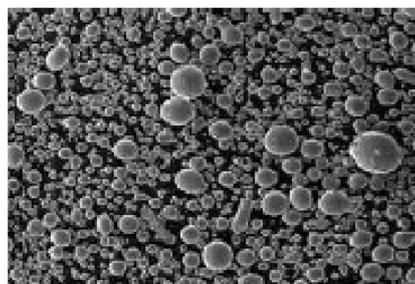
Характеристики нанодисперсных наполнителей

	<p><b>Карбонат кальция (мел, <math>\text{CaCO}_3</math>)</b> - один из наиболее дешевых и распространенных видов дисперсных наполнителей. Основной источник - природный известняк, подвергнутый измельчению, флотации для удаления примесей и фракционированию с получением частиц размерами 0,1-10 мкм.</p> <p>Получается также путем осаждения в процессах получения карбоната и гидроксида натрия (размер частиц от 0,03 мкм до 10 мкм с малым разбросом по размерам). К преимуществам этого наполнителя - относится белый цвет, низкая твердость, широкий интервал возможного размера частиц, стабильность свойств в широком интервале температур. Для улучшения реологических свойств и смачивания поверхность мела часто обрабатывают стеариновой кислотой, стеаратом кальция или аппретами, что способствует также лучшему распределению частиц мела в матрице полимера. В качестве наполнителя находит широкое применение в материалах на основе ПВХ (в жестких и пластифицированных рецептурах), полипропилена, полистирола и его сополимеров, в полиэфирных стеклопластиках (премиксы, препеги).</p> <p>Плотность 2690 – 2720 кг/м<sup>3</sup></p>
	<p><b>Каолин (белая глина - гидратированный силикат алюминия)</b> - получается из минерала каолинита путем его измельчения. Используется двух видов — очищенный и прокаленный, у которого удалена гидратационная вода. Частицы каолина имеют структуру пластинчатых чешуек, отличаются высокой степенью белизны, они плохо диспергируются в большинстве полимеров. Из-за большой величины площади поверхности введение каолина способствует значительному повышению вязкости. Для повышения способности к диспергированию и достижения</p>

	<p>максимального упрочняющего эффекта поверхность частиц обрабатывают модифицирующими агентами (например, ПАВ). Каолин применяется при наполнении термопластов для придания повышенных значений модуля упругости при растяжении, а также для улучшения электрических свойств; в производстве армированных волокнами пластиков на полиэфирных связующих для повышения вязкости (размер частиц менее 40 мкм), а также для повышения объемного электрического сопротивления и водостойкости (прокаленный каолин, связующее - фенолформальдегидный олигомер).</p> <p><b>Плотность 2600 кг/м<sup>3</sup></b></p>
	<p><b>Тальк (гидратированный силикат магния)</b> - получается из ряда природных пород путем обогащения, дробления, измельчения (тонкого помола) и фракционирования. Представляет собой тонкоизмельченный порошок белого цвета с пластинчатыми частицами различного размера (от 10 мкм до 70 мкм). Благодаря пластинчатой форме частиц тальк придает наполненным материалам повышенную жесткость - при одинаковой степени наполнения (40%) тальк увеличивает жесткость полипропилена в 3 раза, а мел - в 2 раза. Применение талька при правильном подборе дисперсного состава, поверхностной обработки позволяет избежать характерной для наполнения дисперсными частицами снижения стойкости к ударным нагрузкам. Низкая твердость (1 по шкале Моса) снижает абразивный износ при переработке тальконаполненных термопластов. Наиболее широко применяется в качестве наполнителя термопластов, в первую очередь полипропилена (автомобилестроение, приборостроение). Получение материала осуществляется смешением в расплаве, с использованием смесителей тяжелого типа.</p> <p><b>Плотность 2,7-2,8 г/см<sup>3</sup></b></p>
	<p><b>Аэросил</b> - пирогенный диоксид кремния - аморфная форма SiO<sub>2</sub>, имеющая вид сферических частиц коллоидных размеров (3-10 нм). Характеризуется максимальной удельной поверхностью из всех порошкообразных наполнителей, величина которой достигает 380 м<sup>2</sup>/г. Получается в процессе гидролиза тетраоксида кремния в токе кислородно-</p>

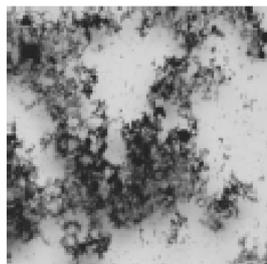


водородного пламени. Широко используется в качестве наполнителя; характеризуется выраженным загущающим и тиксотропным эффектом, пониженной склонностью к расслаиванию в композициях. Имеющиеся на поверхности частиц азросиласиланольные группы способствуют образованию системы водородных связей между частицами. Кроме того, силанольные группы обеспечивают возможность эффективной модификации поверхности путем использования разнообразных аппретов силанового ряда и гидрофобизаторов. Широко применяется для регулирования реологических свойств материалов на основе эпоксидных, полиэфирных, силоксановых смол. Недостатком азросила является его высокая стоимость. Плотность  $2,2 \text{ г/см}^3$



**Крахмал** - в промышленных масштабах получают из кукурузы, картофеля, риса, тапиоки и пшеницы. В качестве наполнителя пластмасс его предлагается использовать для придания им способности подвергаться биологическому разложению. Крахмал легко получается из перечисленных растений в виде тонкой пудры, состоящей из **сферических** или **эллипсоидальных** зерен размером от 3 до 100 нм. Как правило, он нерастворим в холодной воде, спирте, эфире и образует студень с горячей водой. Плотность его  $1499\text{—}1513 \text{ кг/м}^3$ . Крахмал не плавится, разлагаясь или сгорая при нагревании. Крахмал подвержен биологическому и окислительному разрушению, поэтому он представляет интерес как наполнитель для биологически разлагающихся пластмасс. Зарытые в землю, они разлагаются под действием ферментов и кислорода. Хотя крахмал не растворяется в холодной воде, он быстро разрушается амилазой, и возникающая при этом пористость полимера создает благоприятные условия для его разрушения. Крахмал достаточно стоек к нагреванию в процессе переработки полимеров и в отсутствие влаги его успешно удается сочетать с полиэтиленом низкой плотности, полипропиленом и полистиролом.

Плотность  $1,5 \text{ г/см}^3$



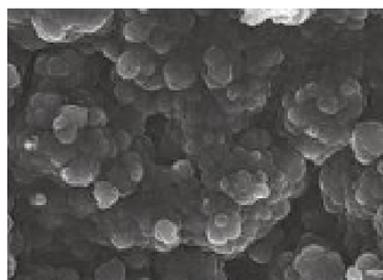
Ультрадисперсный порошок алмазаграфита, полученный детонационным способом. Порошок черного цвета. С ярко выраженной способностью к агломерации.

Размеры первичных частиц 4 нм, агломератов 10-25 нм, 40-60 нм, 100 нм.

Удельная площадь поверхности 270- 400 м<sup>2</sup>/г.

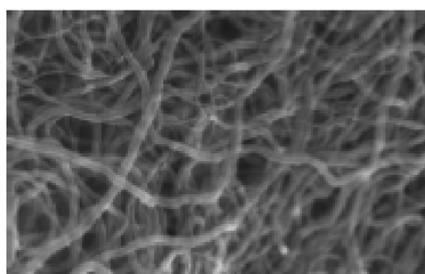
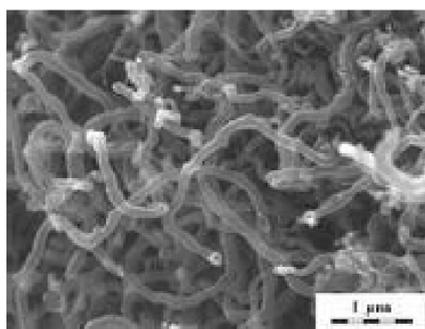
Применяется для модификации различных материалов. Плохо диспергируется в жидких средах.

Плотность 1,6-1,8 г/см<sup>3</sup>



Молекула фуллерена является органической молекулой, а кристалл, образованный такими молекулами (фуллерит) – это молекулярный кристалл, являющийся связующим звеном между органическим и неорганическим веществом. Диаметр молекулы C<sub>60</sub> . 0,84 нм. Удельная свободная поверхность фуллерена 1,34-103 м<sup>2</sup>/г.

Плотность 1,7 г/см<sup>3</sup>



Такие свойства нанотрубки, как ее малые размеры, меняющаяся в значительных пределах в зависимости от условий синтеза, электропроводность, механическая прочность и химическая стабильность, позволяют рассматривать нанотрубку в качестве основы будущих элементов микроэлектроники. Расчетным путем доказано, что введение в идеальную структуру нанотрубки в качестве дефекта пары пятиугольник-семиугольник изменяет ее электронные свойства. Нанотрубка с внедренным в нее дефектом может рассматриваться как гетеропереход металл-полупроводник, который, в принципе, может составить основу полупроводникового элемента рекордно малых размеров.

Интересные применения могут получить нанотрубки при заполнении их различными материалами. При этом нанотрубка может использоваться как в качестве носителя заполняющего ее материала, так и в качестве изолирующей оболочки, предохраняющей данный материал от электрического контакта, либо от

	<p>химического взаимодействия с окружающими объектами.</p> <p>Удельная поверхность УНТ может достигнуть 600 м<sup>2</sup>/г. Размер УНТ – диаметр от 1 до 10 нм, длина 100 нм и выше.</p> <p>Плотность 1,9 г/см<sup>3</sup></p>
--	---

**4. Файл и/или БТЗ с полным комплектом оценочных материалов прилагается.**