

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таскаев Сергей Васильевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 29.06.2026 10:35:39

Уникальный программный ключ:

04c19ed86fb98f5bbcb77a488b9a6788b8522523

МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Физический факультет

Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Оптические методы исследования полимеров и молекулярных систем» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации  
по дисциплине  
Оптические методы исследования полимеров и молекулярных систем**

Направление подготовки (специальность)  
**03.04.02 Физика**

Направленность (профиль)  
**Физика новых материалов и высоких технологий**

Присваиваемая квалификация  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная**

Год набора **2026**

Челябинск 2026 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Оптические методы исследования полимеров и молекулярных систем» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 2

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
  - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
  - 3.1. Виды оценочных средств
  - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
  - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
  - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
  - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Оптические методы исследования полимеров и молекулярных систем» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 3

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

Направленность (профиль): Физика новых материалов и высоких технологий

Дисциплина: Оптические методы исследования полимеров и молекулярных систем

Семестр: 3

Форма промежуточной аттестации: зачет

Система оценивания: оценивание результатов осуществляется в рамках системы «зачтено/не зачтено».

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Оптические методы исследования полимеров и молекулярных систем» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
ОПК-2	Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики;	ОПК-2.1. Имеет представление об организации физических исследований; методах поиска информации, обработки и интерпретации полученных результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности ОПК-2.2. Демонстрирует умения проводить самостоятельно и в составе коллектива научные исследования, формулировать и решать задачи, возникающие в ходе физических исследований в сфере своей профессиональной деятельности ОПК-2.3. Имеет навыки са-	Для достижения индикатора ОПК-2.1: знать принципы работы экспериментальных установок, применяемых для изучения оптических, электрооптических и диэлектрических свойств полимеров, жидких кристаллов и дисперсных сред; Для достижения индикатора ОПК-2.3: Владеет базовыми знаниями в области изучения оптических, электрооптических и диэлектрических свойств полимеров, жидких кристаллов и дисперсных сред, позволяющими проводить повышение квалификации, а также привлекать для



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Оптические методы исследования полимеров и молекулярных систем» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 4

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

		мостоятельно и в составе коллектива организации научно-исследовательской деятельности в области физики	проведения научных исследований подходы из других областей знаний. Для достижения индикатора ОПК-2.2: Грамотно, логично, содержательно и аргументированно умеет формировать ответы по вопросам методов, используемых при изучении оптических, электрооптических и диэлектрических свойств полимеров, жидких кристаллов и дисперсных сред.
ПК-2	Способен к анализу данных научной литературы, научно-технической документации, других информационных ресурсов и формулировке на его основе задач, связанных с реализацией профессиональных функций	ПК-2.1. Обладает знаниями основных теоретических положений и методов в области физики наноструктурированных материалов. ПК-2.2. Демонстрирует умения сбора и анализа информации по тематике проводимых научных исследований в области физики наноструктурированных материалов ПК-2.3. Имеет практический опыт (навыки) проведения научно-исследовательских работ в области физики наноструктурированных материалов	Для достижения индикатора ПК-2.2: умеет оценивать уровень исследований, обоснованность предлагаемых решений и рекомендаций по реализации и использованию результатов научных исследований в области изучения оптических, электрооптических и диэлектрических свойств полимеров, жидких кристаллов и дисперсных сред. Для достижения индикатора ПК-2.3: владеть приемами сопоставления результатов, полученных различными методами Для достижения индикатора ПК-2.1: теоретические основы методов, используемых при изучении оптических, электрооптических и диэлектрических свойств полимеров, жидких кристаллов и дисперсных сред,



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Оптические методы исследования полимеров и молекулярных систем» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания
1	ОПК-2, ПК-2	Все разделы	отчеты по практическим занятиям	вопросы к зачету

#### 3.2 Содержание оценочных средств

##### Список вопросов для зачета:

##### Блок 1.

1. Средняя молекулярная масса, типы средних молекулярных масс.
2. Полидисперсность, мера полидисперсности.
3. Функции молекулярно-массового распределения.
4. Роль полидисперсности в методе статического рассеяния света.
5. Изучение полидисперсности методом статического рассеяния света
6. Исследование распределения по размерам частиц в методе динамического рассеяния света.

##### Блок 2.

1. Абсолютные и относительные методы определения молекулярных масс. Термодинамические методы (криоскопия, эбуллиоскопия, изопиестический метод, осмометрия).
2. Методы анализа концевых групп. Спектрометрические методы для анализа концевых групп.
3. Масс-спектрометрия. Матрично-активированная лазерная десорбция / ионизация (MALDI). Особенности метода при изучении синтетических полимеров.
4. Хроматография, методики проведения хроматографического анализа (проявительная, фронтальная, вытеснительная хроматография). Гель-проникающая хроматография. Калибровка хроматографической колонки. Турбидиметрическое титрование.
5. Фракционирование полимеров. Метод дробного осаждения. Метод фракционного растворения. Обработка результатов фракционирования. Построение молекулярно-массовых распределений.

##### Блок 3.

1. Скоростная седиментация. Основы явления. Коэффициент седиментации. Первая формула Сведберга. Абсолютные значения молекулярных масс.
2. Аналитическая ультрацентрифуга и ее устройство. Системы детектирования распределений концентрации. Денситометрия и пикнометрия: определение величины удельного парциального объема.
3. Поступательная изотермическая диффузия. Законы Фика. Создание градиента



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Оптические методы исследования полимеров и молекулярных систем» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 6

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

концентрации (подслаивание) и размывание границы. Оптические схемы детектирования распределений концентрации. Диффузомер Цветкова. Обработка диффузограмм.

4. Равновесная седиментация. Основы явления. Вторая формула Сведберга. Сопоставление результатов экспериментов из скоростной и равновесной седиментаций: преимущества и недостатки.

5. Обработка седиментограмм. Программа Sedfit. Численное решение уравнения Ламма. Переход от распределений типа  $c(s)$  к распределениям  $c(M)$ .

#### **Блок 4.**

1. Ориентация макромолекул и жестких частиц ламинарным потоком. Угол ориентации, функция распределения осей частиц по углам.
2. Возможность определения коэффициентов вращательной диффузии молекул и частиц. Связь коэффициента вращательной диффузии с размерами и формой молекул и частиц.
3. Величина двойного лучепреломления в потоке и её связь с оптическими свойствами макромолекул. Величина анизотропии оптической поляризуемости для моделей полимерных молекул (свободно-сочлененная цепь Куна, персистентная цепь).
4. Связь величины двойного лучепреломления в потоке с конформационными параметрами макромолекулы.
5. Электрическое двойное лучепреломление в растворах жестких молекул и частиц в слабых и сильных полях.
6. Релаксация макромолекул в растворах в электрических полях различной формы (прямоугольно-импульсные и синусоидально-импульсные поля).
7. Времена релаксации и их связь размерами и формой макромолекул. Механизмы ориентации макромолекул во внешнем электрическом поле.
8. Связь постоянной Керра с оптическими, дипольными, диэлектрическими и конформационными характеристиками макромолекул.

#### **Блок 5.**

1. Классификация и идентификация термотропных жидких кристаллов.
2. Теории жидкокристаллического состояния.
3. Анизотропные свойства жидких кристаллов.
4. Ориентационные явления во внешних полях.
5. Холестерические жидкие кристаллы.
6. Технические устройства на основе ЖК.
7. Физические основы создания электрооптических ЖК-ячеек.

#### **Блок 6.**

1. Индуцированный дипольный момент частиц, не обладающих двойным электрическим слоем. Коллоидная мицелла, её поляризуемость.
2. Дисперсия поляризуемости наноразмерных частиц. Диэлектрические свойства и электропроводность нанодисперсных систем. Инкремент диэлектрической проницаемости.
3. Электропроводность нанодисперсных систем и полиэлектролитов. Инкремент электропроводности. Электрические и диэлектрические методы изучения частиц и их поверхности.
4. Рефракция и поглощение света гетерогенными наносистемами. Инкременты показателя преломления полиэлектролитов и нанодисперсных систем. Статическое рассеяние света растворами малых частиц. Теория Ми.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Оптические методы исследования полимеров и молекулярных систем» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 7

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

5. Коэффициенты рассеяния, экстинкции и деполяризации света. Элементы динамического светорассеяния малыми частицами. Автокорреляционные функции поляризованной и деполяризованной компонент интенсивности рассеяния.
6. Наведенная анизотропия оптических и электрических свойств нанодисперсных систем. Стационарные электрооптические и кондуктометрические эффекты.
7. Методы изучения поляризуемости частиц. Переходные электрооптические и кондуктометрические эффекты. Методы изучения размеров частиц и их взаимодействия

## 4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Зачет проводится в устной форме.

Билет содержит три вопроса (из разных лекционных блоков), на каждый из которых необходимо привести развернутый конспект с планом ответа, необходимыми определениями, иллюстрациями, формулами и зависимостями. При подготовке разрешается пользоваться собственными записями (конспект занятий, результаты самостоятельной подготовки). В устной форме, пользуясь конспектом, необходимо связно и исчерпывающе изложить содержание ответа.

В ходе ответа преподавателем могут быть заданы уточняющие вопросы по билету.

На подготовку конспекта ответа по билету отводится не более 30 минут, на обдумывание ответа на дополнительные вопросы не более 10 минут на каждый. В общей сложности ответ не должен превышать 1 час без учета времени на обдумывание дополнительных вопросов..

### 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Формулировки показателей	Оценка ECTS	Оценка в системе СПбГУ
Обучающийся отвечает полностью на все вопросы билета. Отвечает на все задаваемые дополнительные вопросы.	A	зачтено
Обучающийся допускает неточности при ответе на вопросы билета. Отвечает не менее чем на $\frac{3}{4}$ задаваемых дополнительных вопросов.	B	
Обучающийся допускает ошибки при ответе на вопросы билета, однако	C	



Версия документа - 1	стр. 8	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

способен их самостоятельно исправить. Отвечает не менее чем на $\frac{2}{3}$ задаваемых дополнительных вопросов.		
Обучающийся допускает существенные ошибки при ответе на вопросы билета, однако способен их исправить под руководством преподавателя. Отвечает не менее чем на $\frac{1}{2}$ задаваемых дополнительных вопросов.	D	
Обучающийся допускает грубые ошибки при ответе на вопросы билета, однако способен их исправить под руководством преподавателя. Отвечает не менее чем на $\frac{1}{2}$ задаваемых дополнительных вопросов. Ответы на часть из них требуют наводящих вопросов преподавателя.	E	
В остальных случаях	F	не зачтено

### 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично: предполагает формирование компетенций на высоком уровне: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела «Оптические методы исследования полимеров и молекулярных систем», что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины; полностью сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и уверенно владеть навыком их решения;
2. Средний уровень соответствует оценке хорошо: предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела «Оптические методы исследования полимеров и молекулярных систем»; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач;
3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно: предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач по в области физики наноструктурированных материалов;
4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно: студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела физики конденсированного состояния «Оптические методы исследования полимеров и



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Оптические методы исследования полимеров и молекулярных систем» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 9	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

молекулярных систем»; не владеет навыками решения базовых задач в области физики наноструктурированных материалов.

