

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:

04c19ed86fb9815bb6b77a48bb9a878898522523

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) «Электронные свойства и компьютерные технологии материалов органической электроники» 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  
Электронные свойства и компьютерные технологии материалов  
органической электроники**

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) «Электронные свойства и компьютерные технологии материалов органической электроники» 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) «Электронные свойства и компьютерные технологии материалов органической электроники» 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: Электронные свойства и компьютерные технологии материалов органической электроники

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 «Электронные свойства и компьютерные технологии материалов органической электроники» 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	Для достижения индикатора ОПК-2.1: знать фундаментальные основы электронных свойств полупроводниковых органических материалов и их интерфейсов с твердотельными поверхностями Для достижения индикатора ОПК-2.2: уметь использовать предоставляемые возможности для приобретения новых знаний и навыков с целью совершенствования своей деятельности в области электронных свойств полупроводниковых органических материалов Для достижения индикатора



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) «Электронные свойства и компьютерные технологии материалов органической электроники» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 4

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

		деятельности ОПК-2.3. Имеет навыки самостоятельно и в составе коллектива организации научно-исследовательской деятельности в области физики	ОПК-2.3: владеть навыками формулирования задач, связанных с реализацией профессиональных функций в области электронных свойств полупроводниковых органических материалов.
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 собирать научно-техническую информацию в области электронных свойств полупроводниковых органических материалов и их интерфейсов с твердотельными поверхностями и смежных дисциплин. Для достижения индикатора ПК-2.3: владеть приемами установления электронных характеристик поверхности полупроводниковых органических материалов методом низкоэнергетической вторичной электронной спектроскопии полного тока. Для достижения ПК-2.1: фундаментальные основы электронных свойств полупроводниковых органических материалов и их интерфейсов с твердотельными поверхностями



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) «Электронные свойства и компьютерные технологии материалов органической электроники» 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	тестовые задания, доклад	вопросы к зачету

#### 3.2 Содержание оценочных средств

##### *Вопросы для промежуточной аттестации*

1. Электронные процессы в пограничных областях наноразмерных органических материалов. Устройства органической электроники.
2. Контроль химического состава и структуры органических полупроводников, контроля структура поверхности пленок сопряженных полимеров и малых сопряженных органических молекул.
3. Как объяснить обратную зависимость подвижности от температуры в неупорядоченных органических материалах, включая низкомолекулярные сопряженные органические пленки и пленки сопряженных полимеров?
4. Почему в случае прыжковой проводимости по локализованным состояниям вблизи краев энергетических зон прыжки между ближайшими соседями по механизму Миллера-Абрахамса не будут давать вклад в проводимость?
5. Сравните выражения для температурных зависимостей проводимости по делокализованным состояниям (при энергии электрона  $E > E_c$ ) и проводимости по локализованным состояниям на границе энергетических зон.
6. Почему значения энергий уровней транспорта ( $E_c$  и  $E_h$ ) локализованных состояний распределены по энергии в органических полупроводниках?
7. Чем отличаются зависимости  $\mu(T)$  для чистого кристалла перилена и кристалла с дефектами в диапазоне температур от 30 К до 330 К?
8. Электронно-дырочный переход, переход Шоттки. Модель жестких зон для структур металл/полимер/металл.
9. Представить вариант программы для измерения напряжения с помощью измерительной системы на основе многофункционального устройства приема/передачи данных USB 1208FS (MeasurementComputing). Для этого использовать универсальные драйвера USB 1208FS.
10. С чем связаны неточности при определении плотности незаполненных электронных состояний малых органических молекул, состоящих из менее 30 углеродных атомов, с помощью спектроскопии края поглощения рентгеновских лучей?



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) «Электронные свойства и компьютерные технологии материалов органической электроники» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 6

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

11. Провести измерения напряжения с помощью Лабораторного макета «Измерительная система на основе Notebook-компьютера и многофункционального интегрального устройства USB 1208FS (MeasurementComputing)» и программного обеспечения к нему, например, TracerDaq.
12. Сравните подходы, используемые в *ab initio* методах расчета электронных свойств твердых тел и в эмпирических и полуэмпирических методах расчета. Сформулируйте одно - два приближения относительно структуры неупорядоченных твердых тел, которыми целесообразно воспользоваться для проведения компьютерных расчетов их электронной структуры.

*Дополнительные вопросы* могут быть заданы в тестовой форме с предоставлением возможных вариантов ответа, включая правильный. Например:

#### Тест №1

В случае прыжковой проводимости по локализованным состояниям вблизи краев энергетических зон прыжки между ближайшими соседями по механизму Миллера-Абрахамса:

Ответ 1. Не будут давать вклад в проводимость.

Ответ 2. Являются основным механизмом проводимости.

Ответ 3. Наблюдаются наравне с проводимостью с переменной длиной прыжка.

#### Тест №2

Наклон зависимости  $\ln\sigma$  от  $1/T$  в случае проводимости по локализованным состояниям на границе энергетических зон следующий:

Ответ 1.  $E_c - E_F$

Ответ 2.  $(-1) \cdot (E_a - E_F + w_1)$ , где  $w_1$  - средняя энергия активации прыжков.

Ответ 3.  $(-1) \cdot T$  в степени  $3/4$ .

#### Тест №3

Для зависимости  $\mu(T)$  в кристалле перилена (Рис.1) справедливо следующее:

Ответ 1. При  $30 \text{ K} < T < 300 \text{ K}$   $\mu$  растет с ростом температуры.

Ответ 2.  $\mu$  уменьшается с температурой приблизительно от  $100 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  до  $1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ .

Ответ 3. При  $30 \text{ K} < T < 300 \text{ K}$   $\mu$  уменьшается с ростом температуры приблизительно от  $100 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  до  $1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ .

#### Тест №4

Электронная поляризация среды в органическом материале -

Ответ 1. Следует за электроном или дыркой.

Ответ 2. Двигается в направлении, обратном движению электрона или дырки.

Ответ 3. Отсутствует, так как материал в целом нейтрален.

## **4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации**



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) «Электронные свойства и компьютерные технологии материалов органической электроники» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 7

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

Промежуточная аттестация проводится в виде зачёта в устно-письменной форме (доклад).

Обучающемуся необходимо подготовить и представить доклад на предложенную преподавателем тему (темы формируются согласно разделам, представленным в подпункте 2.2. РПД «Структура и содержание учебных занятий»).

Доклад готовится заранее (тема доклада выдается обучающемуся не менее, чем за неделю до даты проведения промежуточной аттестации) и предоставляется на зачёте в письменной форме (краткое изложение доклада) и в форме презентации. Доклад должен содержать все основные определения, описание методических подходов, формулы и графики (в случае их наличия).

После доклада допускается задание дополнительных вопросов обучающемуся. Количество дополнительных вопросов не должно превышать 10.

Если обучающийся не предоставил доклад в письменном виде / не подготовил презентацию или оказался неспособен верно раскрыть предложенную тему, допустив серьёзные ошибки, ему выставляется оценка «не зачтено» («F» по системе ECTS). Промежуточная аттестация проводится в виде зачета в традиционной устной форме в соответствии с правилами обучения в СПбГУ:

<https://spbu.ru/openuniversity/documents/pravila-obucheniya-po-osnovnym-obrazovatelnyim-programmam-bakalavriata>.

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

Оценка «зачтено» («А» по системе ECTS) ставится, если обучающийся продемонстрировал глубокое знание предмета: исчерпывающе раскрыл предложенную тему, способен без подготовки или после небольших затрат времени ответить на дополнительные вопросы.

Оценка «зачтено» («В» по системе ECTS) ставится, если обучающийся продемонстрировал, что владеет материалом: раскрыл предложенную тему, но неуверенно себя чувствовал при ответах на дополнительные вопросы.

Оценка «зачтено» («С» по системе ECTS) ставится, если обучающийся продемонстрировал, что владеет материалом: раскрыл предложенную тему, но упустил при этом отдельные моменты, неуверенно себя чувствовал при ответах на дополнительные вопросы.

Оценка «зачтено» («D» по системе ECTS) ставится, если обучающийся продемонстрировал, что ориентируется в поставленном вопросе (тема доклада) – верно сформулировал основные положения, но терялся при ответах на дополнительные вопросы.



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) «Электронные свойства и компьютерные технологии материалов органической электроники» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 8

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

Оценка «зачтено» («Е» по системе ECTS) ставится, если обучающийся продемонстрировал, что ориентируется в поставленном вопросе (тема доклада) – сформулировал основные положения, но допустил при этом некоторые ошибки, терялся при ответах на дополнительные вопросы.

### **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 «Электронные свойства и компьютерные технологии материалов органической электроники», 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 «Электронные свойства и компьютерные технологии материалов органической электроники»; 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 наноструктурированных материалов «Электронные свойства и компьютерные технологии материалов органической электроники»; не владеет навыками решения базовых задач в области физики наноструктурированных материалов.

