



**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Факультет (институт) физический
Кафедра Радиоп физики и радиоэлектроники**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине Б1.В.ДВ.1.2 «Физика наноразмерных структур»

направление подготовки 03.04.03 «Радиоп физика»

направленность подготовки (профиль) «Информационные процессы и системы»


Иркутск, 2016

Разработан в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.03
от 28 ноября 2014 г. N 1417

с учетом требований проф. стандарта: Научный работник (научная (научно-исследовательская) деятельность).

Одобен
УМК физического факультета
Протокол №3 от 28.06.2016

Председатель УМК *декан, д.ф.н.к., проф.*  Буднев Н.М.
ФИО, должность, ученая степень, звание подпись

Разработчик Аграфонов Ю.В. проф., д.ф.-м.н., проф. 
ФИО, должность, ученая степень, звание подпись

Декан, д.ф.-м.н., профессор  Буднев Н.М.
ФИО, должность, ученая степень, звание подпись

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине Б1.В.ДВ.1.2 Физика наноразмерных структур

направление подготовки 03.04.03 «Радиофизика», направленность
(профиль) «Информационные процессы и системы»

1. Компетенции (дескрипторы компетенций), формируемые в процессе изучения дисциплины (курс 1 семестр 1):

Индекс и Наименование компетенции (в соответствии с ФГОС ВО)	Признаки проявления компетенции/ дескриптора (ов) в соответствии с уровнем формирования в процессе освоения дисциплины
ОПК-3 способностью к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач	Базовый уровень: Знать: теоретические основы физики наноразмерных структур Уметь: решать типовые учебные задачи по физике наноразмерных структур Уметь: выполнять стандартные действия (классификация наноразмерных структур, составление схем анализа, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках физики наноразмерных структур. Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным радиофизическим дисциплинам Повышенный уровень: Знать: теоретические основы традиционных и новых разделов физики наноразмерных структур и способы их использования при решении конкретных исследовательских задач
ПК-1 способностью использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики	Базовый уровень: Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств наноразмерных структур и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ Уметь: проводить простые структурные исследования по предлагаемым методикам (например, формулировать основные направления исследований в физике наноразмерных структур, разработке устройств, элементной базы и технологических процессов в современной наноэлектронике) Владеть: базовыми навыками проведения наноструктурного эксперимента и оформления его результатов Повышенный уровень: Знать: стандартные методы обработки результатов наноструктурного эксперимента Уметь: выбирать методы диагностики наноструктурных веществ и

	материалов, проводить стандартные измерения Уметь: обрабатывать результаты эксперимента Владеть: навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов с учетом новейших достижений физики и радиофизики
--	--

2. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные физические процессы и явления, протекающие в наноразмерных структурах; основные направления исследований в физике наноразмерных структур, разработке устройств, элементной базы и технологических процессов в современной наноэлектронике. Иметь представление об особенностях объектов анализа.

Уметь: подготавливать объекты исследования для наноструктурного анализа, проводить экспериментальные исследования по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в исследованиях, применять основные законы физики при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе

Уметь: проводить простые операции (классификация наноструктурных материалов, составление схем процессов, первичный анализ результатов и т.п.) с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках физики наноразмерных структур

Владеть: теоретическими представлениями физики наноразмерных структур, основами физических методов анализа наноразмерных структур, методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения при проведении реального физического эксперимента навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов с учетом новейших достижений физики и радиофизики.

3. Программа оценивания контролируемой компетенции:

Тема или раздел дисциплины ¹	Формируемый признак компетенции	Показатель	Критерий оценивания	Наименование ОС ²	
				ТК ³	ПА ⁴
Наноразмерные структуры и нанотехнологии	Знать: теоретические основы физики наноразмерных структур Уметь: решать типовые учебные задачи	Знает общие закономерности физических явлений, область применения сделанных приближений	Владеет материалом, представленным в разделе 1.1 Вопросы для устного собеседования. Решил 3 из 5 задач контрольной работы №1 (комплект заданий представлен в УМКД)	УО, К	Зачет
Магнитные взаимодействия и магнитные структуры	Знать: теоретические основы физики наноразмерных структур Уметь: решать типовые задачи	Умеет решать типовые задачи на расчет магнитных параметров наноразмерных структур	Владеет материалом, представленным в разделе 1.1. Вопросы для устного собеседования. Решил 3 из 5 задач контрольной работы (комплект заданий представлен в УМКД)	УО, К	
Контрольная задача по характеристикам	Уметь: выбирать	Уметь на практике применять	Допустимо не более 2-х ошибок при	УО	

магнитных взаимодействий	методы диагностики наноразмерных структур материалов, проводить стандартные измерения Уметь: обрабатывать результаты эксперимента Владеть: навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов	полученные знания по характеристикам магнитных взаимодействий Правильно составить схему проведения анализа контрольной задачи.	проведении численных расчетов, написание отчета на решенную задачу.		
Ферромагнитные металлы.	Знать: теоретические основы физики наноразмерных структур Уметь: решать типовые задачи	Знает основные характеристики ферромагнитных металлов. Умеет рассчитать остаточную намагниченность	Владеет материалом, представленным в разделе 1.2. Вопросы для устного собеседования Решил 3 из 5 задач контрольной работы №1 (комплект заданий представлен в УМКД)	УО, К	
Транспорт носителей тока в немагнитных металлах и полупроводниках	Знать: теоретические основы физики наноразмерных структур Уметь: решать типовые задачи	Умеет записать кинетические уравнения для транспорта носителей тока в немагнитных металлах и полупроводниках. Умеет анализировать область применения сделанных допущений.	Владеет материалом, представленным в разделе 1.2. Вопросы для устного собеседования Решил 3 из 5 задач контрольной работы №2 (комплект заданий представлен в УМКД)	К	
Спин-зависящий транспорт в магнитных металлах, полупроводниках и гетероструктурах	Знать: теоретические основы физики наноразмерных структур	Умеет классифицировать характеристики спин-зависящего транспорта в магнитных металлах и полупроводниках, знает области их применения в наноразмерных структурах	Ответил на вопросы коллоквиума №1	Кл	

<p>Гигинтское магнитосопротивление (ГМС). Туннельное магнитосопротивление</p>	<p>Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств наноструктурных веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ</p> <p>Уметь: проводить простые физические опыты по предлагаемым методикам</p> <p>Владеть: базовыми навыками проведения физического эксперимента и оформления его результатов</p> <p>Умеет: проводить простые физические опыты по предлагаемым методикам</p>	<p>Базовый уровень: Знает: основные параметры и физическую природу ГМС. Умеет: составлять схему расчета основных характеристик ГМС</p>	<p>Владеет техникой расчета основных параметров ГМС, сделал максимум по 2 ошибки при ответе на вопросы коллоквиума № 2.</p>	<p>Кл, О</p>
<p>Спиновые клапаны (вентили) и спин-электронные устройства для записи информации. Другие применения спин-поляризованного транспорта</p>	<p>Знать: теоретические основы физики наноразмерных структур</p>	<p>Имеет представление о принципах создания устройств для записи информации</p>	<p>Владеет материалом, представленным в разделе 1.3 Вопросы 1-6 для устного собеседования. Решил 1 из 3 задач по теме спиновые клапаны (комплект заданий представлен в УМКД)</p>	<p>УО</p>
<p>Точечные магнитные контакты. Сверхпроводящая спинтроника</p>	<p>Владеть: навыками проведения эксперимента и методами обработки его</p>	<p>Умеет: проводить простые вычисления для оценки эффективности работы</p>	<p>Полнота ответов на вопросы коллоквиума №3, правильно решил 2 из 3 предложенных задач (комплект заданий</p>	<p>Кл, К</p>

	результатов Уметь: обрабатывать результаты эксперимента	сверхпроводящей спинтроники; решать типовые задачи	представлен в УМКД)		
--	--	---	------------------------	--	--

УО- устный опрос, К-контрольная работа, Кл-коллоквиум

Оценочные средства для оценки текущей успеваемости студентов

1. Характеристика ОС для обеспечения текущего контроля по дисциплине

Тема/ Раздел	Индекс и уровень формируемой компетенции или дескриптора	ОС	Содержание задания
Наноразмерные структуры нанотехнологии	и В1 (ОПК-3) У1 (ОПК-3) У2 (ОПК-3) З1 (ОПК-3) З1 (ОПК-3)	УО, К	Вопросы для устного опроса Раздел 1.1 (в приложении) Задания для контрольной работы представлены в УМКД
Магнитные взаимодействия и магнитные структуры	и В1 (ОПК-3) У1 (ОПК-3) У2 (ОПК-3) З1 (ОПК-3) З1 (ОПК-3)	УО, К	Вопросы для устного опроса Раздел 1.1 (в приложении) Задания для контрольной работы представлены в УМКД
Контрольная задача по характеристикам магнитных взаимодействий	В1 (ОПК-3) У1 (ОПК-3) У2 (ОПК-3) З1 (ОПК-3) З1 (ОПК-3)	УО	Каждому студенту предлагается решить две задачи по характеристикам магнитных взаимодействий. При выполнении задания пользуются методическими указаниями.
Ферромагнитные металлы	В1 (ОПК-3) У1 (ОПК-3) У2 (ОПК-3) З1 (ОПК-3) З1 (ОПК-3)	УО, К	Вопросы для устного опроса Раздел 1.1 (в приложении) Задания для контрольной работы представлены в УМКД
Транспорт носителей тока в немагнитных металлах и полупроводниках	В1 (ОПК-3) У1 (ОПК-3) У2 (ОПК-3) З1 (ОПК-3) З1 (ПК-1) У1 (ПК-1) У1 (ПК-1) В1 (ПК-1) З1 (ПК-1)	УО, К	Вопросы для устного опроса Раздел 1.2 (в приложении) Задания для контрольной работы представлены в УМКД
Спин-зависящий транспорт в магнитных	В1 (ОПК-3)	Кл	Коллоквиум №1, вопросы 1-5

металлах, полупроводниках и гетероструктурах	У1 (ОПК-3) У2 (ОПК-3) З1 (ОПК-3) З1 (ОПК-3) З1 (ПК-1) У1 (ПК-1) У1 (ПК-1) У1 (ПК-1) В1 (ПК-1) З1 (ПК-1)		
Гигантское магнитосопротивление (ГМС). Туннельное магнитосопротивление	В1 (ОПК-3) У1 (ОПК-3) У2 (ОПК-3) З1 (ОПК-3) З1 (ОПК-3) З1 (ПК-1) У1 (ПК-1) У1 (ПК-1) У1 (ПК-1) В1 (ПК-1) З1 (ПК-1)	Кл	Коллоквиум №2, вопросы 1-5
Спиновые клапаны (вентили) и спин- электронные устройства для записи информации. Другие применения спин- поляризованного транспорта	В1 (ОПК-3) У1 (ОПК-3) У2 (ОПК-3) З1 (ОПК-3) З1 (ОПК-3) З1 (ПК-1) У1 (ПК-1) У1 (ПК-1) У1 (ПК-1) В1 (ПК-1) З1 (ПК-1)	УО	Вопросы для устного опроса Раздел 1.3 (в приложении)
Точечные магнитные контакты. Сверхпроводящая спинтроника	В1 (ОПК-3) У1 (ОПК-3) У2 (ОПК-3) З1 (ОПК-3) З1 (ОПК-3) З1 (ПК-1) У1 (ПК-1) У1 (ПК-1) У1 (ПК-1) В1 (ПК-1) З1 (ПК-1)	Кл, К	Коллоквиум №3, Комплект билетов по решению задач в УМКД

Оценочные средства текущей успеваемости

Коллоквиум №1 *Характеристики магнитных взаимодействий*

1. Ферромагнитный порядок.
2. Антиферромагнетизм, ферримагнетизм.
3. Зонная структура ферромагнитных металлов.
4. Модель Мотта зоны проводимости ферромагнитных металлов.

5. Магнетосопротивление металлов и полупроводников.
6. Формула Кубо для проводимости.
7. Зарядовый и спиновый токи.
8. Метод функций Грина.
9. Решение задач

Коллоквиум №2 *Гигантское магнетосопротивление*

1. Гигантское магнетосопротивление (ГМС). Туннельное магнетосопротивление
2. ГМС в металлических мультислоях, параллельная геометрия, бальцмановская теория.
3. Экспериментальные наблюдения эффекта ГМС.
4. Туннелирование электронов в гетероструктурах с диэлектрическими барьерами.
5. Спиновые клапаны (вентили) и спин-электронные устройства для записи информации.
6. Спин- вентильный сенсор магнитного поля и его применения в устройствах для магнитной записи и хранения информации.
7. Модели Рашба и Дрессельхауза.
8. Дефазирование и рассеяние электронов с переворотом спина, кинетическое уравнение
9. Анизотропное магнетосопротивление.
10. Граничное сопротивление, спиновое рассеяние на интерфейсе.
11. Решение задач

Коллоквиум №3 *Сверхпроводящая спинтроника*

1. Применение спинового вентиля в качестве ячейки хранения информации, магниторезистивная память произвольного доступа.
2. Спиновый вращающий момент, переключение магниторезистивных ячеек импульсами тока, магниторезистивная память высокой интеграции.
3. Спиновый диод на структурах металл- ферромагнитный полупроводник.
4. Спин- поляризованный ток в структурах металл- ферромагнитный полупроводник
5. Магнитный биполярный диод.
6. Спиновый транзистор.
7. Квантование проводимости в ферромагнитных наноконтактах, квантовый спиновый клапан.
8. Сверхпроводящие контакты и переходы с ферромагнитной прослойкой
9. Решение задач

Оценочные средства для устного опроса

Раздел 1.1 *Классическая и квантовая теория металлов*

1. Классическая теория Друде- Лоренца.
2. Кинетическое уравнение Больцмана.
3. Наноразмерные структуры
4. Зонная структура полупроводников
5. Зонная структура металлов
6. Классификация магнитных материалов
7. Решение задач:
 1. Решение кинетического уравнения Больцмана для электронного газа в металлах
 2. Расчет концентрации носителей заряда в энергетических зонах
 3. Свойства функции Ферми- Дирака
 4. Вычисление времени жизни неравновесных носителей заряда
 5. Расчет параметров кристаллической решетки.

6. Анализ решения модели Кронига- Пенни.

Раздел 1.2 Магнитосопротивление

1. Туннельное магнитосопротивление
2. Больцмановская теория
3. Спин-электронные устройства для записи информации.
4. Сенсор магнитного поля
5. Рассеяние электронов с переворотом спина
6. Спиновое рассеяние на интерфейсе
7. Решение задач:
 1. Расчет параметров туннельного магнитосопротивления
 2. Кинетические уравнения Больцмана
 3. Конструирование сенсоров магнитного поля
 4. Сечение рассеяния электронов с переворотом спина
 5. Спин- поляризованное рассеяние.

Раздел 1.3

1. Магниторезистивная память произвольного доступа
2. Магниторезистивная память высокой интеграции
3. Металл- ферромагнитный полупроводник
4. Квантовый спиновый клапан
5. Ферромагнитные наноконтакты
6. Сверхпроводящие контакты
7. Решение задач:
 1. Организация магниторезистивной памяти произвольного доступа
 2. Организация магниторезистивной памяти высокой интеграции
 3. Зонная структура металл- ферромагнитный полупроводника
 4. Характеристики квантового спинового клапана
 5. технология создания ферромагнитных наноконтактов

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ.

1. Магнитное диполь-дипольное взаимодействие.
2. Обменные взаимодействия.
3. Зонная структура ферромагнитных металлов.
4. Модель Мотта зоны проводимости ферромагнитных металлов.
5. Модель взаимодействия между локализованными и делокализованными
6. электронами в проводящих магнетиках.
7. Классическая теория Друде- Лоренца. Кинетическое уравнение Больцмана. Магнетосопротивление металлов и полупроводников.
8. Эффект Холла.
9. Метод функций Грина. Формула Кубо для проводимости. Зарядовый и спиновый токи.
10. Спиновый эффект Холла (внутренне присущий).
11. Дефазирование и рассеяние электронов с переворотом спина, кинетическое уравнение.

12. Анизотропное магнитосопротивление.
13. Граничное сопротивление, спиновое рассеяние на интерфейсе.
14. Спиновый эффект Холла (за счет рассеяния)
15. ГМС в металлических мультислоях, параллельная геометрия, больцмановская теория.
16. ГМС в металлических мультислоях, перпендикулярная геометрия, теория Ферта-Валета.
17. Туннелирование электронов в гетероструктурах с диэлектрическими барьерами.
18. Спин-поляризованное туннелирование.
19. Туннельное магнитосопротивление
20. Спин- вентильный сенсор магнитного поля и его применения в устройствах для магнитной записи и хранения информации.
21. Применение спинового вентиля в качестве ячейки хранения информации, магниторезистивная память произвольного доступа.
22. Спиновый вращающий момент, переключение магниторезистивных ячеек импульсами тока, магниторезистивная память высокой интеграции.
23. Спин- поляризованный ток в структурах металл- ферромагнитный полупроводник.
24. Спиновый диод на структурах металл- ферромагнитный полупроводник.
25. Спиновые фильтры на основе структуры металл- ферромагнитный полупроводник- полупроводник.
26. Магнитный биполярный диод.
27. Спиновый транзистор.
28. Омический и баллистический транспорт.
29. Магнитосопротивление точечных контактов из ферромагнитных материалов.
30. Квантование проводимости в ферромагнитных наноконтактах, квантовый спиновый клапан.
31. Сверхпроводящие контакты и переходы с ферромагнитной прослойкой. Пик-контакты.
32. Спиновые вентили на основе эффекта близости.
33. Эффект Джозефсона в С/Ф/С контактах, сверхпроводящая память и логика на основе С/Ф/С контактов.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Иркутский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет _____**

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 1(пример)

Дисциплина Физика наноразмерных структур
Направление подготовки 03.04.03 Радиофизика

1. Зонная структура ферромагнитных металлов.
2. Формула Кубо для проводимости
3. Спиновый диод на структурах металл- ферромагнитный полупроводник.

Педагогический работник _____ Ю.В.Аграфонов
(подпись)

Заведующий кафедрой _____ С.Н.Колесник
(подпись)

«__» _____ 2016 г.

Критерии оценки: см. в приложении

**Оценочные средства, обеспечивающие диагностику сформированности компетенций, заявленных в рабочей программе
по физике наноразмерных структур**

Результат диагностики сформированности компетенций ОПК-3, ПК-1	Показатели	Критерии	Соответствие/ несоответствие	Зачет
Знать: теоретические основы физики наноразмерных структур	знает место физики наноразмерных структур в системе наук, принципы и области использования основных методов наноструктурного анализа, стандартные приемы подготовки образцов для проведения качественного и количественного наноструктурного анализа;	Написал отчет по ходу анализа не менее, чем на 5 наноструктур. Сдал коллоквиумы и ответил на вопросы для устного собеседования по теоретическим вопросам курса физики наноразмерных структур.		
Уметь: проводить простые операции (классификация наноразмерных веществ, первичный анализ результатов и т.п.) с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках физики наноразмерных структур	<p>Владеет техникой физического эксперимента при проведении качественного и количественного анализа.</p> <p>Умеет решать задачи из курса физики наноразмерных структур, умеет выбрать необходимые методы количественного анализа исследуемого объекта, спланировать, провести стандартный эксперимент и проанализировать полученные результаты.</p>	<p>При выполнении контрольной задачи сделал не более двух ошибок. Выполнил все лабораторные работы и представил отчеты в соответствии с учебным планом курса физики наноразмерных структур (качественный и количественный анализ).</p> <p>При выполнении контрольных работ правильно решал не менее трех задач.</p>		
<p>Владеть: представлениями о содержании и общих закономерностях физических процессов, изучаемых в рамках физики наноразмерных структур.</p> <p>Владеть: теоретическими основами физики наноразмерных структур и навыками их использования при решении учебных задач</p> <p>Владеть: навыками решения типовых задач</p>	<p>Имеет представление о содержании и понимает сущность общих закономерностей, изучаемых в рамках физики наноразмерных структур</p> <p>Владеет представлениями о составе, строении и физических свойствах простых веществ и сложных соединений, методами исследования простых наноструктур; навыками использования физических методов количественного наноструктурного анализа.</p>	Владеет приемами расчета результатов наноструктурного анализа. Знает условия проведения наноструктурных исследований. Правила и порядок проведения наноструктурных исследований.		

Критерии оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Оценочная шкала		
	3	4	5
Знать: теоретические основы физики наноразмерных структур, существо явлений, используемых в физике наноразмерных структур; принципы и области использования классических методов наноструктурного анализа. Иметь представление об особенностях объектов наноструктурного анализа.	Владеет современными методами наноструктурного анализа простых веществ, понимает их преимущества и недостатки; владеет навыками использования стандартных наноструктурных методов изучения веществ различной природы.	Владеет современными методами наноструктурного анализа простых веществ, понимает их преимущества и недостатки; владеет навыками комплексного использования стандартных наноструктурных методов изучения веществ различной природы; способен грамотно интерпретировать результат наноструктурного эксперимента	Владеет современными методами наноструктурного анализа простых веществ, понимает их преимущества и недостатки; владеет навыками комплексного использования стандартных наноструктурных методов изучения веществ различной природы; способен грамотно интерпретировать результат наноструктурного эксперимента
	Умеет решать типовые задачи по наноструктурному анализу	Умеет комбинированные задачи по наноструктурному анализу	Умеет решать задачи повышенной сложности по физике наноразмерных структур
Уметь: подготавливать объекты исследования для наноструктурного анализа, проводить экспериментальные исследования по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в наноструктурных исследованиях, применять основные законы физики наноразмерных структур при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе	Владеет базовыми навыками идентификации и изучения свойств несложных веществ	Владеет навыками идентификации и изучения свойств отдельных классов веществ (материалов), правильного протоколирования опытов	Владеет навыками идентификации и изучения свойств веществ и материалов, правильного протоколирования опытов
Уметь: проводить простые операции (классификация веществ, составление	Умеет проводить анализ полученного вещества одним	Умеет проводить наноструктурный анализ по	Умеет выполнять демонстративные опыты

<p>формул, схем процессов, первичный анализ результатов и т.п.) с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках физики наноразмерных структур</p>	<p>из стандартных методов. Допускает отдельные ошибки при оформлении протокола эксперимента</p>	<p>предлагаемой методике, идентификацию и исследование свойств веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента с небольшим количеством замечаний</p>	<p>наноструктурному анализу; проводить комплексный анализ и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями</p>
<p>Владеть: теоретическими представлениями физики наноразмерных структур, основами методов наноструктурного анализа веществ различной природы, методологией выбора методов наноструктурного анализа, иметь навыки для определения структурных элементов в различных объектах.</p>	<p>Имеет представление о содержании дисциплины физика наноразмерных структур, знает терминологию, основные законы физики наноразмерных структур, но допускает неточности в формулировках</p> <p>Владеет современными методами наноструктурного анализа простых веществ, понимает их преимущества и недостатки; владеет навыками использования стандартных наноструктурных методов изучения веществ различной природы.</p>	<p>Имеет представление о содержании курса, знает терминологию, основные законы и понимает суть общих закономерностей, изучаемых в рамках физики наноразмерных структур</p> <p>Владеет современными методами наноструктурного анализа простых веществ, понимает их преимущества и недостатки; владеет навыками комплексного использования стандартных наноструктурных методов изучения веществ различной природы; способен грамотно интерпретировать результат наноструктурного эксперимента; владеет навыками решения учебных задач по физике наноразмерных структур</p>	<p>Имеет четкое, целостное представление о содержании курса и общих закономерностях структурных превращений, изучаемых в рамках физики наноразмерных структур</p> <p>Владеет современными методами наноструктурного анализа простых веществ, понимает их преимущества и недостатки; владеет навыками комплексного использования стандартных наноструктурных методов изучения веществ различной природы; способен грамотно интерпретировать результат наноструктурного эксперимента; владеет навыками решения учебных задач по физике наноразмерных структур</p>