

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**Физико-технический институт**

Утверждено: на заседании кафедры общей физики протокол №3 от «19» января 2021 г.  
Согласовано: Председатель УМК факультета /института

Зав. кафедрой  /Балапанов М.Х

 / Балапанов М.Х

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

дисциплина **ФИЗИКА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ**  
(наименование дисциплины)

Обязательная часть

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 «Физика»,

(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

Цифровые технологии в физике функциональных материалов

(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

Бакалавр

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)

д.ф.-м.н., проф. Альмухаметов Р.Ф.

(должность, ученая степень, ученое звание)



/ Альмухаметов Р.Ф. \_

(подпись, Фамилия И.О.)

Для приема: 2021 г.

Уфа 2021 г.

Составитель / составители: д.ф.-м.н., проф. Альмухаметов Р.Ф.

Рабочая программа дисциплины *утверждена* на заседании кафедры общей физики от «19» января 2021 г. протокол №3

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры общей физики, протокол № 1 от «30» августа 2021 г.

Заведующий кафедрой



/ Балапанов М.Х./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций 4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) 5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине 5
  - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине. 5
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине. 7
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 15
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины 15
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы 16
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине 17

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

ПК-1 Способен планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований

ПК-4 Способен использовать фундаментальные знания по физическим свойствам материалов и экспериментальным методам исследований в профессиональной деятельности в областях материаловедения, технической экспертизы материалов, технического контроля качества материалов и изделий

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции (ПК-1, ПК-4)	ПК-1 Способен планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	ПК-1-1 Знает перспективные направления фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований ПК-1-2 Умеет планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований ПК-1-3 Владеет	Знает перспективные направления фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований Умеет планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований Владеет основными навыками планирования и

		<p>основными навыками планирования и проведения научных исследований по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований</p>	<p>проведения научных исследований по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований</p>
	<p>ПК-4 Способен использовать фундаментальные знания по физическим свойствам материалов и экспериментальным методам исследований в профессиональной деятельности в областях материаловедения, технической экспертизы материалов, технического контроля качества материалов и изделий</p>	<p>ПК-4-1 Знать фундаментальные вопросы по физическим свойствам материалов и экспериментальным методам исследований в профессиональной деятельности в областях материаловедения, технической экспертизы материалов, технического контроля качества материалов и изделий  ПК-4-2 Уметь использовать фундаментальные знания по физическим свойствам материалов и экспериментальным методам исследований в профессиональной деятельности в областях материаловедения, технической экспертизы материалов, технического контроля качества материалов и изделий  ПК-4-3.1 Владеть</p>	<p>Имеет фундаментальные знания по физическим свойствам материалов и экспериментальным методам исследований в профессиональной деятельности в областях материаловедения, технической экспертизы материалов, технического контроля качества материалов и изделий</p> <p>Уметь использовать фундаментальные знания по физическим свойствам материалов и экспериментальным методам исследований в профессиональной деятельности в областях материаловедения, технической экспертизы материалов, технического контроля качества материалов и изделий</p> <p>Владеть навыками использования фундаментальных знаний по физическим свойствам материалов и</p>

		<p>навыками использования фундаментальных знаний по физическим свойствам материалов и экспериментальным методам исследований в профессиональной деятельности в областях материаловедения, технической экспертизы материалов, технического контроля качества материалов и изделий</p>	<p>экспериментальным методам исследований в профессиональной деятельности в областях материаловедения, технической экспертизы материалов, технического контроля качества материалов и изделий</p>
--	--	--	---

## 2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Физика металлов и сплавов» входит в раздел Б1.В.ДВ.04.01 Часть, формируемая участниками образовательных отношений по направлению подготовки 03.03.02 «Физика»

Дисциплина изучается на 4 *курсе(ах)* в 7\_ семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Атомная физика; Физика атомного ядра и элементарных частиц; Химия; Квантовая теория; Кристаллография; Физика реальных кристаллов; Физика конденсированного состояния.

Освоение данного раздела необходимо для дальнейшего изучения дисциплины дифракционный структурный анализ, для изучения магистерских курсов и при написании бакалаврской и магистерской диссертаций.

Цель дисциплины состоит в формировании комплекса базовых знаний и представлений о строении металлов и сплавов, об их структуре, о связи физических свойств металлов и сплавов с их структурой и химическим составом, о методах обработки с целью получения необходимых свойств. Цель предусматривает подготовку студентов к чтению научной и технической литературы, к проведению научно-исследовательской работы, к чтению лекционных курсов, к работе в заводских лабораториях и ОКБ. Кроме этого целью данного курса является ознакомление студентов с основными методами измерений физических свойств металлов и сплавов и приобретение ими навыков работы в этой области.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

**4.1. Перечень индикаторов достижения компетенций с указанием планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций.. Описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания**

Код и формулировка компетенции

ПК-1 Способен планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований

ПК-4 Способен использовать фундаментальные знания по физическим свойствам материалов и экспериментальным методам исследований в профессиональной деятельности в областях материаловедения, технической экспертизы материалов, технического контроля качества материалов и изделий

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
<p>ПК-1-1 Знает перспективные направления фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований</p> <p>ПК-1-2 Умеет планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований</p> <p>ПК-1-3 Владеет основными навыками планирования и проведения научных исследований по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с</p>	<p><b>Знает</b> перспективные направления фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований</p> <p><b>Умеет</b> планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований</p> <p><b>Владеет</b> основными навыками планирования и проведения научных исследований по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и</p>	<p>собеседование допуск к лабораторной работе, защита отчетов тестирование</p>

<p>применением современных приборов и методов исследований</p>	<p>научеюмких технологий с применением современных приборов и методов исследований</p>	
<p>ПК-4-1 Знать фундаментальные вопросы по физическим свойствам материалов и экспериментальным методам исследований в профессиональной деятельности в областях материаловедения, технической экспертизы материалов, технического контроля качества материалов и изделий</p> <p>ПК-4-2 Уметь использовать фундаментальные знания по физическим свойствам материалов и экспериментальным методам исследований в профессиональной деятельности в областях материаловедения, технической экспертизы материалов, технического контроля качества материалов и изделий</p> <p>ПК-4-3. 1 Владеть навыками использования фундаментальных знаний по физическим свойствам материалов и экспериментальным методам исследований в профессиональной деятельности в областях материаловедения, технической экспертизы материалов, технического контроля качества материалов и изделий</p>	<p>Знать фундаментальные вопросы по физическим свойствам материалов и экспериментальным методам исследований в профессиональной деятельности в областях материаловедения, технической экспертизы материалов, технического контроля качества материалов и изделий</p> <p>Уметь использовать фундаментальные знания по физическим свойствам материалов и экспериментальным методам исследований в профессиональной деятельности в областях материаловедения, технической экспертизы материалов, технического контроля качества материалов и изделий</p> <p>Владеть навыками использования фундаментальных знаний по физическим свойствам материалов и экспериментальным методам исследований в профессиональной деятельности в областях материаловедения, технической экспертизы материалов, технического контроля качества материалов и изделий</p>	<p>собеседование допуск к лабораторной работе, защита отчетов тестирование</p>

***Перечень вопросов по защите лабораторных работ и собеседованию.***

Металлы в периодической таблице элементов. Строение электронных оболочек металлов. Классификация металлов. Зонная структура металлов



Кристаллическое строение металлов и сплавов. Дефекты кристаллического строения. Экспериментальные методы изучения кристаллической структуры металлов и сплавов.

Строение реальных металлических кристаллов. Поликристаллическая структура. Текстура. Влияние микроструктуры на физические свойства. Металлографические методы изучения микроструктуры металлов и сплавов.

Кристаллизация. Механизм кристаллизации. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Критический размер. Гомогенная и гетерогенная кристаллизация. Форма и размер кристаллов. Применение монокристаллов на практике. Методы выращивания монокристаллов

Строение сплавов. Механическая смесь. Твердые растворы замещения и внедрения. Ограниченные и неограниченные твердые растворы. Упорядоченные твердые растворы. Электронные соединения. Химическое соединение.

Термодинамика металлов и сплавов. Условие равновесия фаз. Химический потенциал. Геометрическая иллюстрация условия равновесия. Правило фаз.

Диаграмма состояния для сплавов с неограниченной растворимостью компонент в твердом и жидком состояниях. Диаграмма состояния для сплавов, образующих механические смеси в твердом состоянии и полностью растворимых в жидком состоянии. Диаграмма состояния для систем с ограниченной растворимостью компонент в твердом состоянии и полностью растворимых в жидком состоянии. Диаграмма состояния для систем с превращениями в твердом состоянии. Диаграмма состояния систем с промежуточной фазой. Диаграмма состав-свойство.

Диаграмма состояния тройных систем. Концентрационный треугольник. Изотермическое сечение. Правило отрезков. Экспериментальные методы построения диаграмм состояния. Метод дифференциально-термического анализа. Метод термического анализа. Метод отжига и закалки. Построение диаграмм состояния методом изучения физических свойств. Построение диаграмм состояния методом рентгеновского фазового анализа. Пример построения диаграммы состояния для системы свинец – сурьма термическим методом.

Теплоемкость металлов. Классическая теория теплоемкости Закон Дюлонга и Пти, Квантовая теория теплоемкости твердого тела по Эйнштейну. Теория теплоемкости Дебая. Характеристическая температура.

Вклад в теплоемкость свободных электронов. Методы измерения теплоемкости.

Тепловое расширение металлов и методы его измерений. Теплопроводность металлов. Вклад электронов проводимости металлов в теплопроводность. Методы измерения теплопроводности.

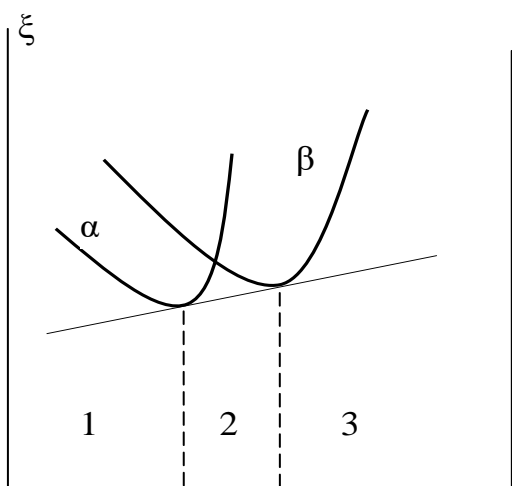
Электропроводность металлов. Классическая теория электропроводности металлов. Трудности классической теории электропроводности. Понятие о квантовой теории электропроводности металлов. Механизмы рассеяния электронов. Влияние дефектов кристаллического строения, наклепа, посторонних примесей на электрическое сопротивление металлов. Зависимость электросопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость.

Свойства контактов металлов. Свойства контакта металл-полупроводник и полупроводник-полупроводник. Термоэлектрические свойства металлов: термо-э.д.с., эффект Пельтье, эффект Томсона. Гальваномагнитные и термомагнитные явления.

Магнитные свойства металлов и сплавов. Классификация металлов по магнитным свойствам. Ферромагнетизм в металлах. Доменная структура. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Магнитострикция и магнитоупругий эффект. Методы исследований магнитных свойств металлов

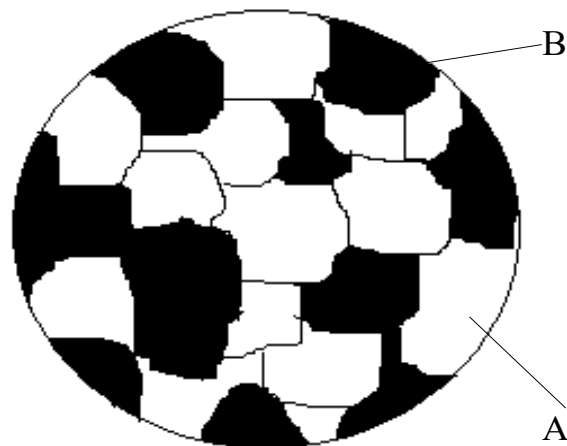
## **Примеры тестовых заданий**

Укажите двухфазные области



A B

1. 1
2. 2
3. 3
4. все области двухфазны
5. нет двухфазных областей

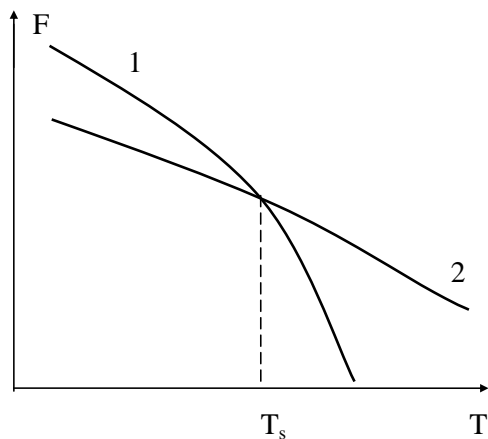


На рисунке провидена микроструктура

1. твердого раствора
2. механический смеси
3. аморфного соединения

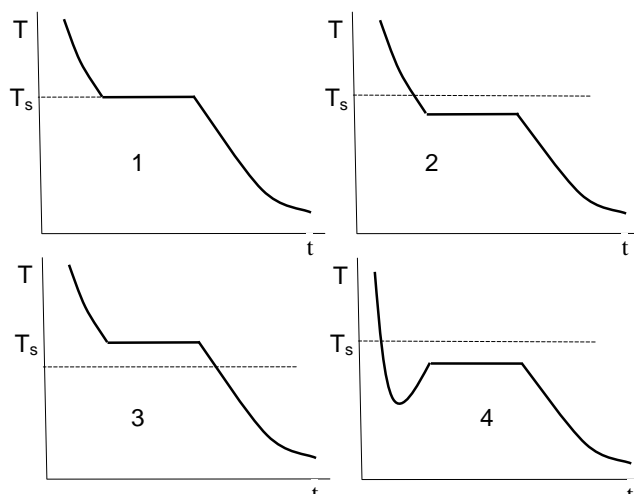
На рисунке приведена зависимость свободной энергии F от температуры.

1. Кривая 1- соотв. жидкости, 2-кристаллу
2. Кривая 1- соотв. кристаллу, 2-жидкости
3. Эти кривые никакого отношения к жидкости и кристаллу не имеет.



Ниже приведены кривые охлаждения. Какие из них соответствуют экспериментально наблюдаемым кривым?

- 1)1,2
- 2)1,4
- 3)2,3
- 4)3,4
- 5)2,4



Атомы в металлах удерживаются в положениях равновесии за счет:

1. Сил взаимодействия ионов.
2. Сил, которые появляются при коллективизации электронов.
3. Сил ядерного происхождения.
4. За счет Ван-дер-Ваальсовых сил

Поликристалл представляет собой:

1. Образование, состоящее из одного кристалла.
2. Образование из хаотически расположенных атомов.
3. Образование, состоящее из большого количества хаотически ориентированных монокристаллов.
4. Образование, состоящее из большого количества монокристаллов ориентированных в одном определенном направлении.

**Критерии оценки при тестировании:**

0 баллов выставляется студенту, если студент ответил неправильно на вопрос  
1 балл выставляется студенту, если студент ответил правильно на вопрос  
Тест состоит из 25 вопросов. Итоговый балл приводится в 10-ти балльную систему

### **Вопросы для проведения экзамена.**

Металлы в периодической таблице элементов. Строение электронных оболочек металлов. Классификация металлов. Зонная структура металлов

Кристаллическое строение металлов и сплавов. Дефекты кристаллического строения. Экспериментальные методы изучения кристаллической структуры металлов и сплавов.

Строение реальных металлических кристаллов. Поликристаллическая структура. Текстура. Влияние микроструктуры на физические свойства. Металлографические методы изучения микроструктуры металлов и сплавов.

Кристаллизация. Механизм кристаллизации. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Критический размер. Гомогенная и гетерогенная кристаллизация. Форма и размер кристаллов. Применение монокристаллов на практике. Методы выращивания монокристаллов

Строение сплавов. Механическая смесь. Твердые растворы замещения и внедрения. Ограниченные и неограниченные твердые растворы. Упорядоченные твердые растворы. Электронные соединения. Химическое соединение.

Термодинамика металлов и сплавов. Условие равновесия фаз. Химический потенциал. Геометрическая иллюстрация условия равновесия. Правило фаз.

Диаграмма состояния для сплавов с неограниченной растворимостью компонент в твердом и жидком состояниях. Диаграмма состояния для сплавов, образующих механические смеси в твердом состоянии и полностью растворимых в жидком состоянии. Диаграмма состояния для систем с ограниченной растворимостью компонент в твердом состоянии и полностью растворимых в жидком состоянии. Диаграмма состояния для систем с превращениями в твердом состоянии. Диаграмма состояния систем с промежуточной фазой. Диаграмма состав-свойство.

Диаграмма состояния тройных систем. Концентрационный треугольник. Изотермическое сечение. Правило отрезков. Экспериментальные методы построения диаграмм состояния. Метод дифференциально-термического анализа. Метод термического анализа. Метод отжига и закалки. Построение диаграмм состояния методом изучения физических свойств. Построение диаграмм состояния методом рентгеновского фазового анализа. Пример построения диаграммы состояния для системы свинец –сурьма термическим методом.

Теплоемкость металлов. Классическая теория теплоемкости Закон Дюлонга и Пти, Квантовая теория теплоемкости твердого тела по Эйнштейну. Теория теплоемкости Дебая. Характеристическая температура.

Вклад в теплоемкость свободных электронов. Методы измерения теплоемкости.

Тепловое расширение металлов и методы его измерений. Теплопроводность металлов. Вклад электронов проводимости металлов в теплопроводность. Методы измерения теплопроводности.

Электропроводность металлов. Классическая теория электропроводности металлов. Трудности классической теории электропроводности. Понятие о квантовой теории электропроводности металлов. Механизмы рассеяния электронов. Влияние дефектов кристаллического строения, наклепа, посторонних примесей на электрическое сопротивление металлов. Зависимость электросопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость.

Свойства контактов металлов. Свойства контакта металл-полупроводник и полупроводник-полупроводник. Термоэлектрические свойства металлов: термо-э.д.с., эффект Пельтье, эффект Томсона. Гальваномагнитные и термомагнитные явления.

Магнитные свойства металлов и сплавов. Классификация металлов по магнитным свойствам. Ферромагнетизм в металлах. Доменная структура. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Магнитострикция и магнитоупругий эффект. Методы исследований магнитных свойств металлов

Пример экзаменационного билета по дисциплине

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»  
Физико-технический институт  
Кафедра общей физики

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «**Физика металлов и сплавов**»

Направление 03.03.02 «**ФИЗИКА**»

Профиль «Цифровые технологии в физике функциональных материалов  
»

1. Кристаллическое строение металлов и сплавов. Экспериментальные методы изучения кристаллической структуры.
2. Магнитные свойства металлов и сплавов.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Балапанов М.Х./  
(подпись) (Ф.И.О.)

#### **Критерии оценки для экзамена (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично - от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо - от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно - от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно - менее 45 баллов.

### **Критерии оценки по собеседованию, допуску к лабораторным работам и к защите отчетов**

**5 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

**4 балла** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

**3 балла** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

**0 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

#### **4.3 Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)**

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2

### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

##### **Основная литература:**

1. Альмухаметов Р.Ф. Физика металлов и сплавов. Уфа, РИЦ БГУ, 2013.-260 с.
2. Епифанов Г.И. Физика твердого тела. СПб.: «Лань». 2011 г. 288 с. (5+5 1977 г. экз) [https://e.lanbook.com/book/2023#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/2023#book_name)

3. **Киттель, Чарлз.** Элементарная физика твердого тела / Ч. Киттель ; пер. с англ. А. А. Гусева .— М. : Наука, 1965 .— 366 с (8 экз)
4. **Павлов, П. В.** Физика твердого тела : уч. пособие для вузов по спец."Физика" / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов .— М. : Высшая школа, 1985, 2000 г .— 384с. (8 +7экз)
5. Физика твердого тела : лабораторный практикум / под ред. А. Ф. Хохлова .— 2-е изд., испр. — М. : Высшая школа, . Т. 2: Физические свойства твердых тел .— 2001 .— 484 с (30 экз)
6. Матухин, Вадим Леонидович. Физика твердого тела : учеб. пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков .— СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010 .— 224 с. (41 экз).  
<https://e.lanbook.com/reader/book/262/#4>.
7. Изучение магнитных свойств ферромагнетиков [Электронный ресурс] : метод. указания к выполнению лабораторной работы №15 по электричеству / БашГУ; сост. Р. Ф. Альмухаметов; Л. А. Габдрахманова .— Уфа, 2013 .— 28 с. — Электрон. версия печ. публикации .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ .— <URL:<https://elib.bashedu.ru/dl/corp/AlmuhametovGabrahrmanovaIzuchMagSvoystvFerroMag.pdf>.
8. Изучение магнитных свойств ферромагнетиков на вибрационном магнитометре. Изучение кривой намагничивания ферромагнетиков баллистическим методом [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ №8 и №9 / Башкирский государственный университет; сост. Р.Ф. Альмухаметов .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2017 .— Электрон. версия печ. публикации .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ .— <URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/local/Almuhametov\\_sost\\_Lab\\_8-9\\_mu\\_2017.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/local/Almuhametov_sost_Lab_8-9_mu_2017.pdf)

#### **Дополнительная литература:**

1. И.К. Верещагин , С.М.Кокин и др. «Физика твердого тела», М.: Высшая школа, 2001 г. (23 экз)
2. **Бушманов, Б.Н.** Физика твёрдого тела : учеб. пособие студ. для втузов .— М. : Вышш. шк., 1971 .— 224с. (14 экз)
3. Уэрт, Ч. Физика твердого тела / Ч. Уэрт, Р. Томсон ; под ред. С. В. Тябликова; пер.с англ. А. С. Пахомова; Б. Д. Сумма .— 2-е изд. — М. : Мир, 1969 .— 558 с. (12 экз).
4. **Василевский А. С., А. С.** Физика твердого тела : учеб. пособ. для студ. вузов, обуч. по технич. напр. подг. и спец. / А. С. Василевский А. С. — М. : Дрофа, 2010 .— 206 с. (5 экз)
5. **Вейсс, Р.** Физика твердого тела / Р. Вейсс .— М. : Атомиздат, 1968 .— 456 с (4 экз)

#### **Методические указания к выполнению лабораторных работ:**

- Альмухаметов Р.Ф. Методические указания к выполнению лабораторной работы №1. «Изучение работы металлографического микроскопа. Исследование распределения зерен металлов по размерам».
- Альмухаметов Р.Ф. Методические указания к выполнению лабораторной работы №2. «Определение относительного содержания фаз сплавов методом количественной металлографии».
- Альмухаметов Р.Ф. Методические указания к выполнению лабораторной работы №3. «Изучение фазовых превращения в металлах и сплавах дилатометрическим методом».
- Альмухаметов Р.Ф. Методические указания к выполнению лабораторной работы №4. «Изучение температурной зависимости электрического сопротивления металлов и сплавов».
- Альмухаметов Р.Ф. Методические указания к выполнению лабораторной работы №5. «Выращивание монокристаллов металлов и сплавов».

Альмухаметов Р.Ф. Методические указания к выполнению лабораторной работы №6. «Построение диаграммы фазового равновесия двухкомпонентных сплавов термическим методом».

Альмухаметов Р.Ф. Методические указания к выполнению лабораторной работы №7. «Изучение магнитных свойств ферромагнетиков на вибрационном магнитометре».

Альмухаметов Р.Ф. Методические указания к выполнению лабораторной работы №8 «Изучение кривой намагничивания ферромагнетиков баллистическим методом».

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Учебные пособия, физический практикум, демонстрации. Кафедра общей физики физфака МГУ им. М.В. Ломоносова: <http://genphys.phys.msu.ru>
2. Учебно-методические материалы и лабораторные практикумы. Кафедра общей физики Новосибирского государственного университета: <http://phys.nsu.ru/ok01/>
3. Физикам - преподавателям и студентам: <http://teachmen.csu.ru>
4. Учебные материалы по физике - механика, термодинамика, электродинамика, электростатика, оптика, квантовая физика: [http://www.omsknet.ru/acad/fr\\_elect.htm](http://www.omsknet.ru/acad/fr_elect.htm)
5. Физическая энциклопедия в 5-ти томах: <http://www.elmagn.chalmers.se>
6. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>
7. Электронная библиотечная система. Университетская библиотека онлайн. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://biblioclub.ru/>
8. Электронная библиотечная система издательства .Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>
9. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов,	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
---	-------------	---

лабораторий		
1	2	3
Большая физическая аудитория 02	Лекции	<p>Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран</p> <p>Программное обеспечение:</p> <p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.</p>
учебная аудитория 309 для проведения занятий лабораторного типа «Лаборатория физики металлов и сплавов»	Лабораторные занятия	<p><b>Лабораторная работа №1.</b> «Изучение работы металлографического микроскопа. Исследование распределения зерен металлов по размерам» в составе: Микроскоп металлографический МИМ-7; Комплект исследуемых образцов;</p> <p><b>Лабораторная работа №2</b> «Определение относительного содержания фаз сплавов методом количественной металлографии» в составе: Микроскоп металлографический МИМ-7; Комплект исследуемых образцов;</p> <p><b>Лабораторная работа №3 в составе</b> «Изучение фазовых превращения в металлах и сплавах дилатометрическим методом» в составе: Дилатометр на основе прибора ИВК; Лабораторный автотрансформатор; Источник питания; Вольтметр цифровой В7-21 Набор исследуемых образцов.</p> <p><b>Лабораторная работа №4 в составе</b> «Изучение температурной зависимости электрического сопротивления металлов и сплавов». Учебный стенд с набором необходимых металлов и сплавов: Мультиметр М8906: Источник питания ВСА-5К: Термопара: Измеритель цифровой Е7-12</p> <p><b>Лабораторная работа №5 в составе</b> «Выращивание монокристаллов металлов и сплавов» в составе: Стенд для выращивания монокристаллов; Тахометр цифр ТЦ-3М Источник постоянного тока Набор необходимых образцов, ампул; Вольтметр В7-21; Источник питания печи.</p> <p><b>Лабораторная работа №6 в составе</b> «Построение диаграммы фазового равновесия двухкомпонентных сплавов»</p>



		<p>термическим методом» в составе:  Электрическая печь;  Лабораторный автотрансформатор;  Вольтметр В7-21;  Термопара хромель-алюмель;  Амперметр;  Набор необходимых сплавов.</p> <p><b>Лабораторная работа №7 в составе</b>  «Изучение температурной зависимости электрического сопротивления полупроводников» в составе:  Стен лабораторный учебный с полупроводниковым образцом;  Мультиметр М8906;  Источник питания ВСА-5К;  Термопара;  Измеритель цифровой Е7-12</p> <p><b>Лабораторная работа №7 в составе</b>  «Изучение магнитных свойств ферромагнетиков на вибрационном магнитометре».  Вибрационная головка;  Электромагнит ЭМ1;  Вольтметр В3-7;  Универсальный источник питания УИП1;  Генератор Ф578  Вольтметр селективный ТТ1301;  Миллиамперметр Д566  Прибор 43101;</p> <p><b>Лабораторная работа №8 в составе</b>  «Изучение кривой намагничивания ферромагнетиков баллистическим методом».  источник питания MASTECH NY 3005 D-2;  Соленоид;  Магазин сопротивлений;  Набор исследуемых ферромагнетиков;  Баллистический гальванометр;  Амперметр.</p> <p><b>Техника:</b>  Персональный компьютер в составе Intel (256мб, 80гб)  Монитор Flatron L1918  Персональный компьютер Intel Pentium (1gb ОЗУ, 80гб)  Монитор Acer AL1716  Программное обеспечение:  1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г.  2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.  Принтер Kyocera FS -1040  Набор исследуемых образцов</p>
<p><i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитории № 322 или №</i></p>	<p>Практические занятия</p>	<p>Доска, мел, сборники задач, калькулятор</p>

324 или № 318 (физмат корпус)		
Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.
Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.
Читальный зал №4 (корпус биофака, 4 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 60.

Приложение № 1

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины **Физика металлов и сплавов** на 7 семестр  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	110
лекций	18
практических/ семинарских	18
лабораторных	72
контроль самостоятельной работы (КСР) ФКР	1.7+27
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) включая подготовку к экзамену/зачету	7.3

Форма(ы) контроля:

экзамен \_\_\_7\_\_\_ семестр

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий**

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)	Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы,
----------	-------------------	---	---	--	---

		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			компьютерные тесты и т.п.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>Модуль 1.</b> Металлы в периодической таблице элементов. Строение электронных оболочек металлов. Классификация металлов. Зонная структура металлов		2			[2]: §1.1-1.10	[3] : §4,6,7	Устный опрос
2.	Кристаллическое строение металлов и сплавов. Дефекты кристаллического строения. Экспериментальные методы изучения кристаллической структуры металлов и сплавов		2			[2]: §1.11-1.12 [3] : §2,7-10 [5] : §1.2, 1.3, 1.4.1	[3] : §8,9,12	Устный опрос Проверка отчетов
3.	Строение реальных металлических кристаллов. Поликристаллическая структура. Текстура. Влияние микроструктуры на физические свойства. Металлографические методы изучения микроструктуры металлов и сплавов.	2		20		[2]: §1.13,1.14		Устный опрос Проверка отчетов

4.	Кристаллизация. Механизм кристаллизации. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Критический размер. Гомогенная и гетерогенная кристаллизация. Форма и размер кристаллов. Применение монокристаллов на практике. Методы выращивания монокристаллов		2			[2]: §1.15--1.18		Устный опрос
5	Строение сплавов. Механическая смесь. Твердые растворы замещения и внедрения. Ограниченные и неограниченные твердые растворы. Упорядоченные твердые растворы. Электронные соединения. Химическое соединение	2			0.3	[2]: §2.1-2.6		Устный опрос Тестирование
6	<b>Модуль 2</b> Термодинамика металлов и сплавов. Условие равновесия фаз. Химический потенциал. Геометрическая иллюстрация условия	2	2		1	[2]: §3.1-3.3		Устный опрос

	равновесия. Правило фаз.							
7	<p>Диаграмма состояния для сплавов с неограниченной растворимостью компонент в твердом и жидком состояниях.</p> <p>Диаграмма состояния для сплавов, образующих механические смеси в твердом состоянии и полностью растворимых в жидком состоянии.</p> <p>Диаграмма состояния для систем с ограниченной растворимостью компонент в твердом состоянии и полностью растворимых в жидком состоянии. Диаграмма состояния для систем с превращениями в твердом состоянии.</p> <p>Диаграмма состояния систем с промежуточной фазой. Диаграмма состав-свойство.</p>	2	2	12	1	[2]: §4.1-4.13		<p>Устный опрос</p> <p>Проверка отчетов</p>
8	<p>Диаграмма состояния тройных систем.</p> <p>Концентрационный треугольник.</p> <p>Изотермическое сечение.</p> <p>Правило отрезков.</p>	2	2		1	[2]: §4.10,4.11		<p>Устный опрос</p> <p>Тестирование</p>

	<p>Экспериментальные методы построения диаграмм состояния. Метод дифференциально-термического анализа. Метод термического анализа. Метод отжига и закалки. Построение диаграмм состояния методом изучения физических свойств. Построение диаграмм состояния методом рентгеновского фазового анализа. Пример построения диаграммы состояния для системы свинец –сурьма термическим методом.</p>							
9	<p><b>Модуль 3</b>  Теплоемкость металлов. Классическая теория теплоемкости Закон Дюлонга и Пти, Квантовая теория теплоемкости твердого тела по Эйнштейну. Теория теплоемкости Дебая. Характеристическая температура. Вклад в теплоемкость свободных электронов.</p>		2		1	<p>[1]: §6.1-6.15  [2]: §5.1-5.13</p>	[3]: §30-34	Устный опрос

	Методы измерения теплоемкости.							
10	Тепловое расширение металлов и методы его измерений. Теплопроводность металлов. Вклад электронов проводимости металлов в теплопроводность. Методы измерения теплопроводности		2	8	1	[1]: §6.6-6.15 [2]: §5.4-5.8	[3]: §35,36	Устный опрос Проверка отчетов
11	Электропроводность металлов. Классическая теория электропроводности металлов. Трудности классической теории электропроводности. Понятие о квантовой теории электропроводности металлов. Механизмы рассеяния электронов. Влияние дефектов кристаллического строения, наклепа, посторонних примесей на электрическое сопротивление металлов. Зависимость электросопротивления металлов от температуры.	2	2	12		[1]: §8.1-8.2 [2]: §6.1-6.3	[3]: §47-55,62	Устный опрос Проверка отчетов



	<b>Сверхпроводимость.</b>							
12	Свойства контактов металлов. Свойства контакта металл-полупроводник и полупроводник-полупроводник. Термоэлектрические свойства металлов: термо-э.д.с., эффект Пельтье, эффект Томсона. Гальваномагнитные и термомагнитные явления.	2	2		1	[2]: §6.4-6.12	[3]: §73-77	Устный опрос Проверка отчетов
13	Магнитные свойства металлов и сплавов. Классификация металлов по магнитным свойствам. Ферромагнетизм в металлах. Доменная структура. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Магнитострикция и магнитоупругий эффект. Методы исследований магнитных свойств металлов.	4	2	20	1	[1]: §10.1-10.11 [2]: §7.1-7.15	[3]: §63-71	Устный опрос Проверка отчетов Тестирование
	<b>ИТОГО</b>	18	18	72	7.3			

**Рейтинг-планы дисциплины**  
**« Физика металлов и сплавов »**  
 Специальность 03.03.02 «Физика»,  
 курс 4, семестр 7

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.	0-5	2	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
Защита отчетов, тестирование	0-10	1	0	10
<b>Всего баллов за модуль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.	0-5	2	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
Защита отчетов, тестирование	0-10	1	0	10
<b>Всего баллов за модуль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
<b>Модуль 3</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.	0-5	4	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
Защита отчетов, тестирование	0-10	1	0	10
<b>Всего баллов за модуль</b>				<b>30</b>
<b>Итоговой контроль (экзамен)</b>				<b>30</b>
<b>Всего баллов</b>				<b>100</b>

**ИТОГО за семестр  
по видам контроля:**

Текущий контроль.  
Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.– **40 баллов**

**Всего по текущему контролю – 40 баллов**  
(40% общей рейтинговой оценки)

Рубежный контроль.

Защита отчетов, тестирование – **30 баллов.**

**Всего по рубежному контролю – 30 баллов**